

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

**AVALIAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DO *LEAN CONSTRUCTION*
EM UM CANTEIRO DE OBRAS**

Adnilson Luis de Souza

TCC-EP-02-2013

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

AVALIAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DO *LEAN CONSTRUCTION* EM UMA CANTEIRO DE OBRAS

Adnilson Luis de Souza

TCC-EP-02-2013

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

Orientador(a): Prof(ª) Eng.-Dr. Edwin Vladimir Cardoza Galdamez

**Maringá - Paraná
2013**

DEDICATÓRIA

A minha mãe, Antonieta, por todo amor dedicado.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar forças e coragem para continuar e lutar.

Aos meus pais, Antonieta e José, por sempre me apoiarem em minhas decisões

Aos meus irmãos, Lucinéia, Osmarino e Sergio, pelos sinceros conselhos sobre as minhas escolhas e, principalmente, por sempre respeitarem as minhas decisões.

Ao Professor Eng. Dr. Edwin Cardoza, pelas orientações, sugestões e incentivos durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos colegas de graduação pelos bons momentos.

RESUMO

O setor da construção civil, caracterizado pelos seus altos índices de desperdícios e baixa produtividade, necessita de mudanças em seu sistema produtivo tradicional, para que, dessa maneira, possa atender de forma ágil e rápida as necessidades e exigências dos seus consumidores. Os resultados obtidos pela indústria da manufatura com a aplicação de técnicas da filosofia *Lean Production*, incentivaram a adaptação desta filosofia na indústria da construção civil, denominando-a *Lean Construction*, ou Construção Enxuta, é uma nova filosofia de pensamento através da mudança de paradigma da produção para um processo mais enxuto. Este trabalho tem como objetivo propor ações que busquem dar início a implantação dos conceitos e princípios do *Lean Construction* frente as necessidades de um determinado canteiro de obras de uma edificação residencial na cidade de Maringá-PR. O canteiro de obras foi avaliado por meio de um questionário desenvolvido com base em Carvalho (2008), entrevistas informais e observações diretas em visitas a obra. Frente as oportunidades identificadas, foram propostas ações de modo a servir de orientação para a empresa na implantação de técnicas e ferramentas da filosofia *Lean Construction*.

Palavras-chave: *Lean Construction*, Setor da Construção Civil.

Sumário

LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	V
LISTA DE QUADROS.....	VI
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	VII
1. INTRODUÇÃO.....	8
1.1. JUSTIFICATIVA	11
1.2. DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA.....	12
1.3. OBJETIVOS	12
1.3.1. <i>Objetivo Geral</i>	12
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	12
1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO	13
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1. LEAN CONSTRUCTION.....	14
2.2. IMPLEMENTAÇÃO DO LEAN CONSTRUCTION.....	19
2.3. FERRAMENTAS DO LEAN CONSTRUCTION.....	19
2.3.1. <i>Ferramentas de avaliação e diagnóstico da produção e processos</i>	21
2.4. LOOP DE MELHORIA DO LEAN CONSTRUCTION	22
2.4.1. <i>Ferramentas para medição de desempenho</i>	24
2.5. PROJETO DA CONSTRUÇÃO CIVIL	25
3. DESENVOLVIMENTO.....	28
3.1. DESCRIÇÃO DO QUESTIONÁRIO PARA A AVALIAÇÃO DO LEAN CONSTRUCTION	28
3.2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	28
3.3. APRESENTAÇÃO DA OBRA.....	29
3.4. AVALIAÇÃO DA OBRA QUANTO PRESENÇA DOS PRINCÍPIOS DO <i>LEAN CONSTRUCTION</i>	31
3.5. PROPOSTA DE AÇÃO.....	44
4. CONCLUSÃO.....	48
4.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
4.2. LIMITAÇÕES E TRABALHOS FUTUROS.....	49
REFERÊNCIAS	50
APÊNDICES	53

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Gráfico PIB Brasil x PIB Construção Civil de 2004 a 2012.....	9
Figura 2 – Gráfico Financiamentos imobiliários concedidos com recursos do SBPE.....	10
Figura 3 - Modelo Tradicional	15
Figura 4 - Modelo de processo na visão da Construção Enxuta	16
Figura 5 -Implantação do <i>Lean Construction</i>	23
Figura 6 - Projeto de Implantação da Edificação	29
Figura 7 - Estrutura Organizacional da Obra	30
Figura 8 – Layout do Canteiro	33
Figura 9 – Procedimento padrão de Recebimento de materiais	34
Figura 10 - Procedimento padrão para inspeção de serviços executados.....	34
Figura 11 - Ficha de verificação de materiais	36
Figura 12 – Edificação executada em alvenaria estrutural.....	38
Figura 13 – Montagem da escada tipo jacaré.....	39
Figura 14 – Concretagem de laje com bombeamento mecânico do concreto	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Descrição das funções na Obra.....	31
Quadro 2 - Proposta de Ações.....	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil
CCQ	Círculo de Controle de Qualidade
FVC	Ficha de Verificação de Materiais
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
JIT	<i>Just-in-Time</i>
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade do Habitat
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Action</i>
PPC	Porcentagem do Planejado Concluído
SBPE	Sistema Brasileiro de Poupanças e Empréstimos
TQC	<i>Total Quality Management</i>

1. INTRODUÇÃO

Inseridas em um mercado não mais local, e sim global, as organizações do mundo todo necessitam constantemente desenvolver ações, visando se tornarem cada vez mais produtivas e competitivas. Ações que permitam: a diversificação de seus produtos e serviços, a melhoria contínua em seus processos produtivos, a redução de custos, a melhor utilização dos seus recursos e que proporcionem uma resposta ágil as variações do mercado. Rentes (*apud* Paro, 2012) considera que as mudanças ou transformações organizacionais ajudam as empresas a se adaptarem as modificações em seus ambientes de modo a torna-las mais competitivas, melhor posicionadas diante do mercado e mais rentáveis.

Com a finalidade de promover tal mudança e a melhoria contínua em seus processos produtivos, muitas organizações tem dirigido seus esforços para a implantação da filosofia *Lean Production*, ou Produção Enxuta, em seus sistemas produtivos. Os conceitos da produção enxuta surgiram por volta da década de 50, quando Taiichi Ohno começou a pensar em novas formas de gerenciar a produção na indústria automobilística, mais precisamente na *Toyota Motor Company*. Assim, se deu o início do sistema de gerenciamento da produção conhecido como Sistema Toyota de Produção. Segundo Shingo (1996), a resposta mais comum sobre, o que é o Sistema Toyota de Produção? É a de que se trata de um sistema *Kanban*. Outras, por conhecerem como ele funciona, dirão que é um sistema de produção. Porém poucas, compreendem o seu objetivo de se tratar de um sistema que visa a eliminação total de perdas.

Segundo Womak e Jones (1998), a produção enxuta se caracteriza por produzir em menor quantidade de tempo, utilizando menos recursos e, ainda, como resultado proporcionar produtos menos defeitos e com maior variedade.

Com o intuito de adaptar para a indústria da construção civil essa nova forma de gerenciamento da produção, um pesquisador chamado Lauri Koskela, buscou construir no inícios dos anos 90, uma teoria que contemplasse tais conceitos, chamando-a de “*Lean Construction*”.

A construção civil sempre foi um setor de grande importância na economia brasileira e, também, muito conhecido pelos seus altos índices de desperdício e baixa produtividade.

Emergindo de um período desfavorável, enfrentado em décadas passadas, nos últimos anos a construção civil tem apresentado um forte crescimento. Sua importância para a economia do país pode ser visualizada na Figura 1, que representa uma comparação entre a taxa de crescimento do PIB Brasil e do PIB Construção Civil no período de 2004 a 2012.

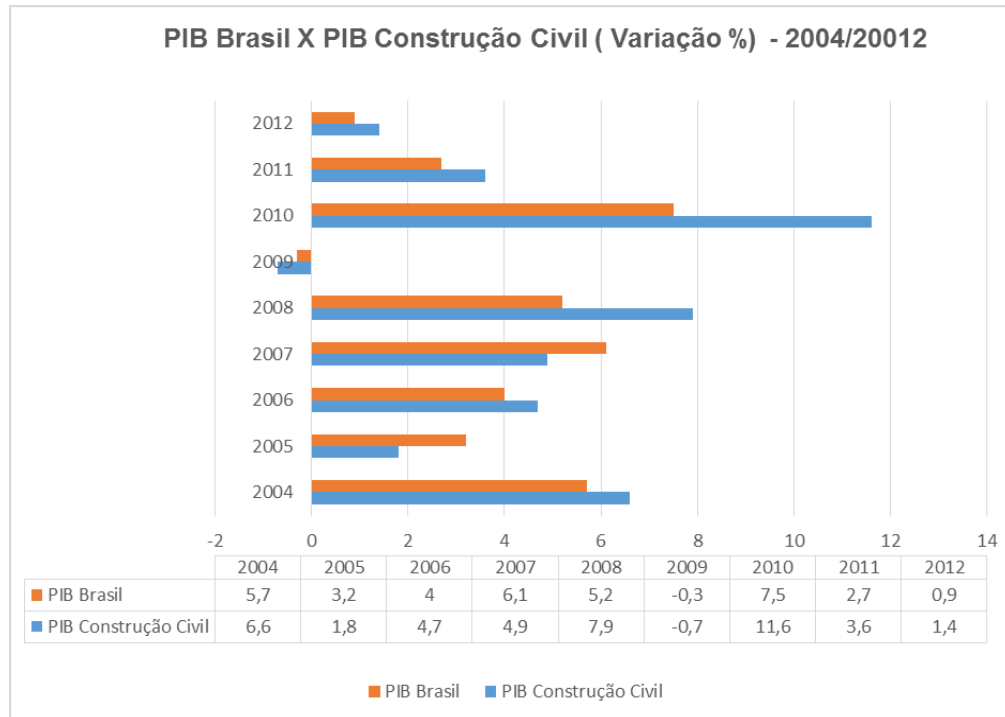


Figura 1 – Gráfico PIB Brasil x PIB Construção Civil de 2004 a 2012
Fonte: adaptado do Banco de dados CBIC, 2013

Observa-se a força do setor diante da economia brasileira, no período em todos os anos a taxa de crescimento do PIB da Construção Civil é maior que a taxa de crescimento do PIB Brasil, fato que demonstra a importância do setor para o país.

Em 2013, o setor está em grande evidência na economia nacional. São inúmeros os empreendimentos sendo lançados e em construção devido à grande demanda por habitação e incentivos oferecidos pelo governo por meio de programas como: o Programa Minha Casa Minha Vida e o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), ambos do Governo Federal. Privatizações do setor público e investimentos para grandes eventos esportivos como a Copa do Mundo de 2014 e as Olimpíadas de 2016, também caracterizam o destaque do setor. Fato esse, que pode ser observado na Figura 2 que ilustra, segundo dados do Banco Central, tratados pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), o número de

financiamentos imobiliários com recursos do Sistema Brasileiro de Poupanças e Empréstimos (SBPE).

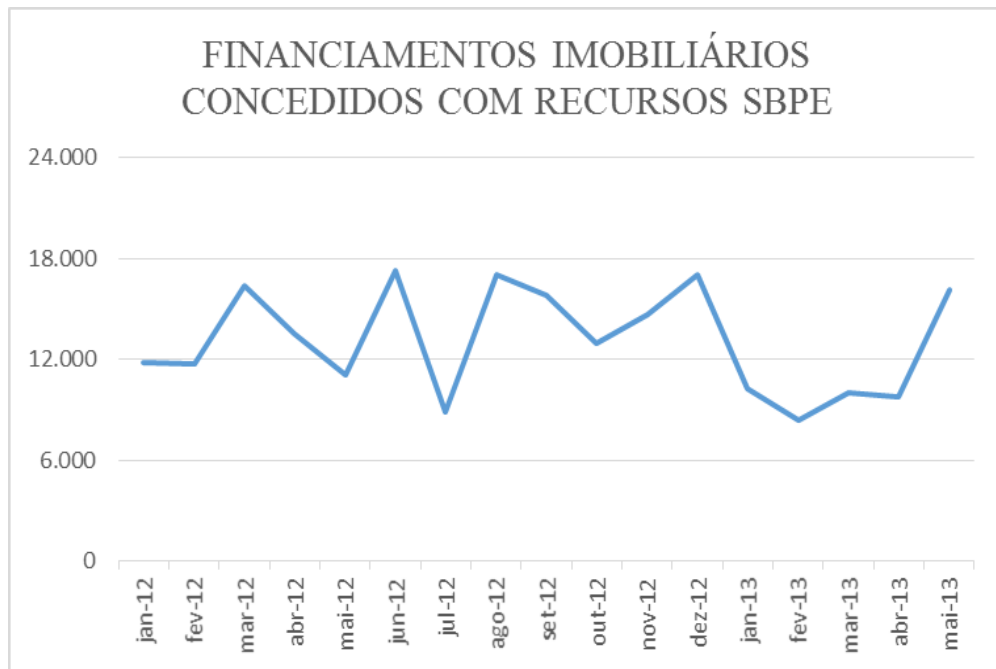


Figura 2 – Gráfico Financiamentos imobiliários concedidos com recursos do SBPE
Fonte: adaptado do Banco de dados CBIC, 2013

Além do crescimento do setor, observa-se também uma mudança do perfil dos clientes. Mais informados, tem se tornando mais exigentes em busca de melhor qualidade, preço, e menores prazos de entrega. As construtoras começaram então a perceber a necessidade de mudança em seu sistema produtivo tradicional, conhecido por gerar inúmeros problemas, tais como: grandes desperdícios; retrabalhos; falta de mão de obra qualificada; ineficiência de seus fornecedores; ausência do ritmo de produção; entre outros.

Esse cenário já vem apresentando mudanças. Sistemas de gestão e garantia da qualidade como o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) e a norma ISO tem promovido melhorias significativas no setor. Mas sabe-se que a gestão da qualidade tem como prioridade o controle de processos. Uma empresa pode ter alto grau de conformidade em seu processo produtivo, mas um elevado índice de improdutividade, pois a visão convencional enxerga a produção apenas como um processo de transformação ignorando os fluxos, no qual não geram valores (KOSKELA, 1992).

Segundo Formoso (2002), diferentemente da abordagem tradicional de produção, na qual enxerga-se os processos como constituídos somente por atividades de conversão de matérias-

primas (*inputs*) em produtos (*outputs*), o *Lean Construction* considera que a produção é composta de atividades de conversão e atividades de fluxo, que agregam valor ao produto final (por exemplo, o levantamento de alvenaria) e de atividades que não agregam valor ao produto, chamadas de atividades de fluxo como por exemplo: o transporte de tijolos até os pontos de aplicação, a espera por materiais ou conclusão de algum serviço, a inspeção de materiais e serviços, a movimentação de pessoas, equipamentos e informações.

Uma vez que as empresas construtoras demonstram interesse em adotar esse novo modo de abordar os seus processos, segundo princípios e conceitos da construção enxuta e busquem implementar suas práticas, surge a necessidade da avaliação de desempenho da implementação deste sistema, de modo que seu corpo gerencial possa avaliar as vantagens da filosofia enxuta e estabelecer novas metas a serem alcançadas em prol da consolidação da filosofia. Da mesma forma, empresas já estruturadas em relação ao sistema da construção enxuta, também necessitam de avaliação de desempenho periódica deste sistema, a fim de manter a motivação com relação ao emprego das práticas e ferramentas e também se auto avaliar.

Assim, este trabalho realiza uma avaliação de um canteiro de obras em relação a presença dos princípios da filosofia *Lean Construction*, e então, com base nas necessidades identificadas foram propostas ações para servirem de marco inicial, a implantação de tal sistema.

1.1. Justificativa

Apresentar a filosofia *Lean Construction* a uma empresa construtora, inserindo-a como um agente de melhorias em um canteiro de obras, com a proposta de ações que visem a minimização de atividades que consomem recursos mas não agregam valor. Tais atividades, denominadas atividades de fluxo (transportes, esperas, retrabalhos e inspeções), são caracterizadas por consumirem recursos (tempo, mão-de-obra, energia, etc.) e não agregarem valor ao produto final, devendo então ser reduzidas, ou até eliminadas quando não comprometerem desempenho o processo. E por meio dessas ações proporcionar, maior visibilidade e agilidade ao processo, maior controle sobre o sistema produtivo da obra, redução de perdas e diminuir o retrabalho.

1.2. Definição e delimitação do problema

Caracterizado por ser a “fábrica” de construção do empreendimento, seja esse uma edificação, estrada, barragem, etc. O canteiro de obras é o ambiente fundamental onde a maioria das atividades e serviços para a construção são desenvolvidas, conseqüentemente é também, onde a maioria os problemas ocorrem.

Tendo vista tais fatos, a aplicação da filosofia *Lean Construction* ao canteiro de obras, se mostra como uma solução para empresas construtoras que buscam a melhoria dos seus processos, convergindo os esforços aplicados durante a execução do empreendimento para satisfação dos seus clientes, tanto internos quanto externos.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo Geral

Propor ações e a utilização de ferramentas do Sistema *Lean Construction* em um canteiro de obras.

1.3.2. Objetivos específicos

- Revisar os conceitos e princípios do Sistema *Lean Construction*;
- Coletar e analisar as informações por meio da ferramenta de avaliação;
- Elaborar um diagnóstico do cenário atual de um canteiro de obras e identificar as oportunidades para aplicar a filosofia *Lean Construction*;
- Propor um plano de ações para melhoria do sistema produtivo da obra.

1.4. Metodologia

Os passos identificados para a realização do presente trabalho foram:

- Revisão Bibliográfica dos conceitos, princípios e da ferramenta de análise e avaliação do nível de *Lean Construction* na empresa;
- Caracterizar o ambiente de estudo por meio de observação;

- Aplicar um questionário de avaliação para identificar o uso dos princípios do *Lean Construction*.
- Validar os dados analisados por meio da observação direta, entrevista informal e registro fotográfico;
- Elaborar uma proposta de ações de melhoria;

1.5. Estrutura do Trabalho

Este trabalho segue a seguinte estrutura:

- **INTRODUÇÃO:** apresenta-se uma introdução sobre o cenário da construção civil no país e o surgimento de uma nova filosofia de produção. Em seguida é destacada a justificativa do trabalho, definição e delimitação do problema, e por fim, abordam-se os objetivos gerais e específicos da pesquisa;
- **REVISÃO DE LITERATURA:** são levantados os conceitos, princípios, técnicas e ferramentas utilizadas no *Lean Construction*.
- **DESENVOLVIMENTO:** são apresentados, a caracterização da empresa e da obra em estudo, a avaliação e análise do ambiente e a proposta de melhoria para obra com relação a filosofia *Lean Construction*.
- **CONCLUSÃO:** são apresentadas as considerações finais sobre o trabalho, suas limitações e apresentadas sugestões para trabalhos futuros.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo apresenta-se a fundamentação teórica sobre os conceitos, princípios e as principais ferramentas do *Lean Construction*.

2.1. *Lean Construction*

A filosofia *Lean Construction* (Construção Enxuta), surgiu da aplicação da filosofia *Lean Production* à Construção Civil. Apresentada por Koskela (1992), como uma nova forma de produção para a construção civil, esta nova abordagem representa a quebra do modelo tradicional de gerenciamento adotado na construção civil para uma nova forma de gerenciamento.

Koskela (1992), estabeleceu por meio de um documento intitulado *Application of the New Production Philosophy to Construction* as bases da abordagem *Lean Construction*, por meio de um modelo que incorpora os princípios da *Lean Thinking* (Mentalidade Enxuta) para o ambiente da construção civil.

Tendo em vista que, o *Lean Construction* surgiu da adaptação da filosofia *Lean Production*, segundo Koskela (1993) a filosofia apresenta certas características em relação à indústria manufatureira, tais como: seu arranjo físico (a fábrica da construção) é mobilizado até o local onde será construído o empreendimento que, ao ser finalizado, é removido para um novo local; cada projeto de empreendimento é diferente, o que dificulta sua reprodução; entre outros.

Howell (1999) define o *Lean Construction* como uma nova forma de administrar a produção na construção civil, a qual tem como objetivo atingir as necessidades dos clientes com o máximo de economia.

Segundo Formoso (2002), o que diferencia a filosofia gerencial tradicional e a filosofia *Lean Production* é principalmente de maneira conceitual e se trata de um novo paradigma de produção. A mudança mais importante para a implantação desse novo paradigma é a introdução de uma nova forma de entender os processos. No modelo tradicionalmente utilizado na construção civil a produção é tida como um conjunto de atividades de conversão, que transformam os insumos (materiais, informação) em produtos intermediários como por

exemplo, a alvenaria, pilares, revestimentos etc., ou final, a edificação. A Figura 3, ilustra a forma tradicional de enxergar a produção.

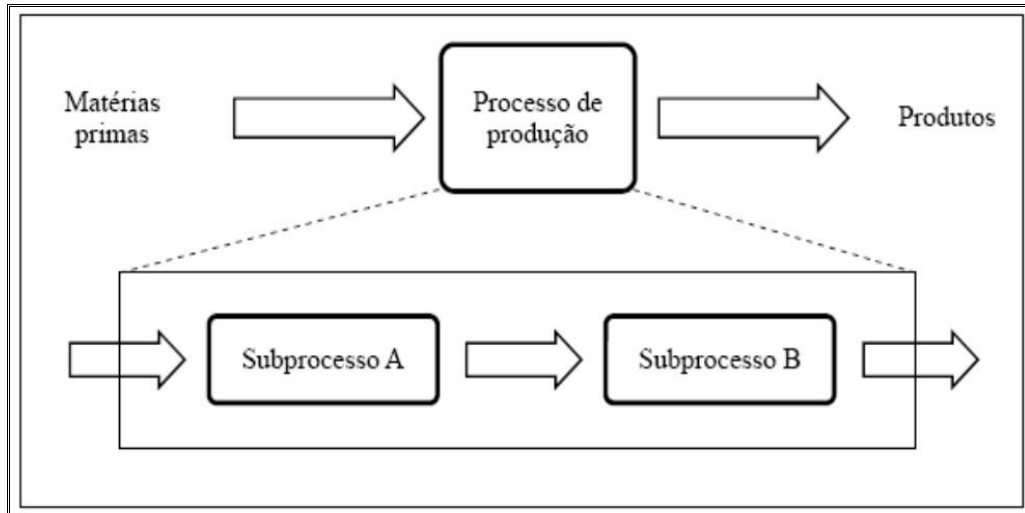


Figura 3 - Modelo Tradicional
Fonte: Koskela, 1992

No modelo tradicional, o processo de conversão é subdividido em sub-processos, que também são processos de conversão, a minimização do custo total de um processo tem foco na minimização do custo de cada sub-processo e o valor do produto de um sub-processo é associado somente ao custo dos seus insumos.

Este é o modelo adotado, por exemplo, nos orçamentos convencionais, que são segmentados por produtos intermediários (vigas, paredes, esquadrias, etc.), e também nos planos de obra nos quais são representadas apenas atividades de conversão.

Com foco somente nas atividades de conversão esta abordagem apresenta algumas deficiências, tais como: as atividades que compõem os fluxos físicos entre as atividades de conversão (fluxo de materiais e de mão de obra) não são devidamente consideradas; o controle da produção e melhorias são direcionados aos sub-processos individuais e não no sistema; não considera os requisitos dos clientes (internos e externos).

Já o modelo de processo do *Lean Construction* propõe uma visão mais ampla, assumindo o processo como um fluxo de materiais, desde a matéria prima até o produto final, combinando atividades de conversão (processamento) e fluxo (transporte, inspeção, espera) Koskela, (2000). Essas atividades são divididas em: atividades que agregam valor ao produto ou

serviço; atividades que não agregam valor, porém são necessárias ao processo; e atividades que não agregam valor e devem ser eliminadas ou minimizadas.

Sabe-se também que nem todas atividades de conversão são atividades que agregam valor ao produto. Por exemplo, quando as especificações de um produto não forem atendidas após a execução de um processo e existe a necessidade de retrabalho, isso demonstra que as atividades de processamento foram executadas sem agregar valor ao produto.

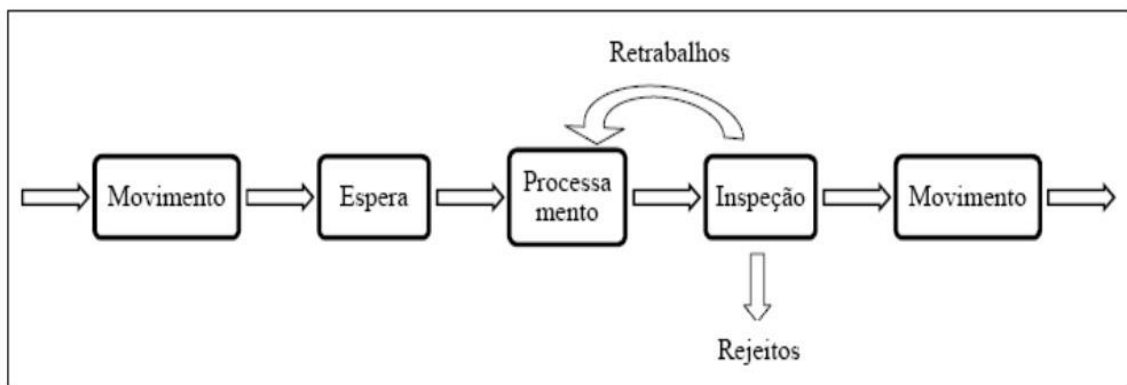


Figura 4 - Modelo de processo na visão da Construção Enxuta

Fonte: Koskela, 1992

Logo, a geração de valor é um dos aspectos do *Lean Construction*. Este conceito está diretamente vinculado a satisfação do cliente. Assim, um processo só gera valor quando suas atividades transformam as matérias primas ou componentes nos produtos requeridos pelos clientes.

Um dos conceitos fundamentais do pensamento *Lean* é o fluxo contínuo. Conceito que na construção é bastante difícil de aplicar, pois os sistemas de produção na construção são caracterizados por inúmeras interrupções ocasionando vários tipos de desperdícios e mau uso dos recursos. Koskela (2000) define o fluxo contínuo como a produção de uma peça de cada vez (ou um lote pequeno de itens), sendo que cada item passa de um processo para o seguinte sem interrupção.

Segundo Banzaneli (2003) os principais objetivos do *Lean Construction* são: a redução das atividades que não agregam valor ao produto final, a manutenção de um fluxo de produção sem interrupções e estratégias de suprimento baseadas na real demanda de cada etapa da produção.

A filosofia do *Lean Construction* é baseada em um conjunto de onze princípios (KOSKELA, 1992).

- Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor;

Para Koskela (1992), as atividades podem ser definidas como: atividades que agregam valor ou atividades de transformação/conversão de material ou informação, na direção do que é requerido pelo consumidor; atividades que não agregam valor (desperdício); atividades que consomem tempo, recursos e espaço, sem agregar valor.

- Aumentar o valor do produto pela consideração das necessidades do cliente;

Segundo Koskela (1992), o valor não é uma qualidade inerente ao processo de conversão, mas é gerado como consequência do atendimento aos requisitos do cliente. O cliente pode ser o consumidor final ou a próxima atividade no processo de produção. A aproximação prática a este princípio passa por sistematizar a projeção para os fluxos, onde o cliente é definido para cada estágio e suas necessidades analisadas.

- Diminuir a variabilidade;

A padronização de procedimentos é, normalmente, o melhor caminho para conseguir reduzir variabilidade, tanto na conversão quanto no fluxo do processo de produção (SHINGO, 1996).

- Reduzir o tempo de ciclo da produção;

O tempo de ciclo da produção é o tempo necessário pra que uma peça em particular percorra o fluxo. Isatto *et al.* (2000) apresenta algumas vantagens da redução do tempo de ciclo. 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.

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

Segundo Bernardes (2003) a simplificação é a redução do número de componentes ou a redução do número de partes ou estágios num fluxo de materiais ou informações.

- Aumentar a flexibilidade de saída;

Refere-se à possibilidade de alterar as características finais dos produtos levando em consideração as necessidades dos clientes sem provocar aumento significativo nos custos.

- Aumentar a transparência do processo;

Ao proporcionar maior transparência aos processos produtivos, obtém-se a diminuição na ocorrência de erros na produção. Isso ocorre porque à medida que o princípio é utilizado podem-se identificar problemas mais facilmente, no ambiente produtivo, durante a execução dos serviços (KOSKELA, 1992).

- 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, 2003).

- Introduzir melhoria contínua no processo;

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

- Manter um equilíbrio entre as melhorias no fluxo e nas conversões;

Para Koskela (1992), no processo de produção há diferenças de potencial de melhoria em conversões e fluxos. Em geral, quanto maior a complexidade do processo de produção, maior é o impacto das melhorias e quanto maiores os desperdícios inerentes ao processo de produção, mais proveitosos os benefícios nas melhoras do fluxo, em comparação com as melhorias na conversão.

- Aprender com referências de ponta (*benchmarking*).

Consiste no processo de aprendizagem com empresas líder, através do levantamento das melhores práticas, compreensão de conceitos e sua adaptação à realidade da organização.

2.2. Implementação do *Lean Construction*

De acordo com Womack e Jones (1998), as empresas devem elaborar uma estratégia de crescimento a implementação da filosofia *Lean*, de maneira a garantir que a mesma ocorra de forma estruturada e sustentável ao longo do tempo. Segundo os mesmos autores, as empresas que se preocupam com ganhos imediatos através de rápido aumento das margens de lucro via cortes de pessoal não conseguem manter a empresa supostamente “enxuta” por longos períodos. Ainda alertam, que a filosofia *Lean* não deve ser usada como uma válvula de escape para as empresas se tornarem competitivas, mas sim deve ser empregada para definir uma nova forma das mesmas lidarem com os negócios, a qual devem inserir elementos pensamento enxuta.

Picchi (2001) expõe três níveis para “implementação de ações em direção à Mentalidade Enxuta” na construção: empresa, empreendimento e setor. Empresas da indústria da construção podem iniciar a implementação da Mentalidade Enxuta, porém com o passar do tempo terão resultados limitados e deverão estender as ações aos seus fornecedores se quiserem obter melhores resultados. No empreendimento, ou projeto, bons resultados podem ser obtidos se melhorias nos fluxos de negócio e de produção do empreendimento forem combinadas. Por fim, Picchi (2001) ressalta que empresas do setor da construção não possuem elevado poder de barganha junto aos seus fornecedores, diferentemente da indústria automobilística onde surgiu a filosofia *Lean*. Dessa forma, ações setoriais são fundamentais para alavancar ações relativas à implementação da Mentalidade Enxuta na construção civil.

2.3. Ferramentas do *Lean Construction*

Isatto *et al* (2000), divide as ferramentas em dois grupos: ferramentas voltadas ao acompanhamento da produção e ferramentas de avaliação e diagnóstico.

Em seu trabalho Melles (1994), ressalta que as ferramentas da filosofia *Lean Construction* mesmo sendo abstraídas da filosofia *Lean Production* não sofreram danos conceituais em sua contextualização para a utilização na construção civil. Melles (1994) cita, ainda as seguintes técnicas como base da filosofia *Lean Construction*:

- Engenharia Simultânea

Ferramenta utilizada como na Produção Enxuta, de modo a fazer com que os esforços sejam integrados na fase de planejamento para produzir de forma enxuta.

- Orientação para o cliente

Como na Produção Enxuta, ferramenta utilizada para dirigir as esforços e práticas para a satisfação total dos clientes.

- Grupos multi-habilitados na execução das tarefas

Segundo Tubino (1999), o emprego de operadores polivalentes ou multifuncionais favorece a flexibilidade do sistema produtivo através do nivelamento das operações padrão para cada tempo de ciclo demandado; aumenta o compromisso com os objetivos globais por meio do exercício de várias funções no ambiente de trabalho; reduz a fadiga e o estresse pela diversificação das ações físicas e pelo deslocamento do operador entre os equipamentos da célula; auxilia na disseminação dos conhecimentos através da rotatividade entre os postos de trabalho, em que operadores mais experientes são estimulados a passar seus conhecimentos e habilidades para os mais novos; amplia as técnicas de TQC pela formação natural dos grupos de CCQ; defende uma remuneração mais justa por meio da implantação de um sistema que leve em conta o desempenho e as habilidades do grupo.

- *Just-in-time (JIT)* e o Sistema *Kanban*

O *just-in-time* tem como finalidade atender as necessidades do sistema na quantidade certa e no momento certo. O sistema *Kanban* pode ser definido com a ferramenta que operacionaliza o JIT.

Lubben (1989) define a palavra *Kanban*, como um registro visual utilizado como o mecanismo pelo qual um posto de trabalho informa a sua necessidade de mais peças para a seção precedente.

- *Comakership* ou relação produtiva com fornecedores

Lubben (1989) destaca a importância da proximidade entre cliente e fornecedor citando três vantagens fundamentais, que se resumem no envolvimento mais cedo do fornecedor, na melhoria das soluções de problemas e na facilidade de comunicação.

- Infra-estrutura de Informações e Comunicação

Para Conte (1998) esta ferramenta minimiza a incerteza relativa aos processos de tomada de decisão, garantindo infra-estrutura de comunicação e sistemas de informação adequados à estratégia corporativa.

2.3.1. Ferramentas de avaliação e diagnóstico da produção e processos

Com a finalidade de avaliar o desempenho da produção e seus processos, as ferramentas de avaliação e diagnóstico se mostram como técnicas eficazes para a identificação de problemas e suas causas. Segundo Isatto (2000) as principais ferramentas são:

- Diagrama de processo: ferramenta que registra o fluxo de materiais e componentes ao longo do processo por meio de símbolos, representando as diferentes atividades envolvidas. Sua aplicação permite a visualização e análise do processo de modo a observar a relação entre as atividades de fluxo e a quantidade total de atividades envolvidas;
- Mapofluxograma: representação das atividades do processo em plantas e croquis, que permite uma visualização espacial do processo, demonstrando os fluxos de materiais, equipamentos, pessoas e componentes com o objetivo de auxiliar a tomada de decisão quanto as restrições de espaço e de fluxo;
- Lista de verificação: composta pelos itens que se deseja observar e por três colunas: “sim”, “não” e “não se aplica”. Tem como objetivos permitir uma avaliação qualitativa dos processos que estão sendo analisados, atentar para pontos críticos, registrar as melhores práticas de forma a padronizá-las em todos os ambientes da empresa.
- Registro de imagens: documentar por meio de registro fotográfico ou filmagens as etapas que caracterizam o processo. Por meio desse registro é possível avaliar de forma qualitativa os processos identificando os pontos que podem apresentar problemas e/ou soluções.

As ferramentas citadas acima são as mais utilizadas para a melhoria de processos produtivos e com maior aplicabilidade na construção civil. Sua utilização em conjunto permite identificar uma série de problemas existentes em obras.

2.4. Loop de Melhoria do Lean Constrution

Koskela (1992) aponta quatro pontos chave que devem ser analisados na implantação do *Lean Construction*:

- Compromisso da Gerência: para a mudança de paradigma na organização deve haver liderança. Os gerentes devem ter comprometimento e tornar o ambiente propício para a difusão das práticas *Lean*.
- Foco em melhorias factíveis e mensuráveis: demonstrar resultados de experiências de curto prazo ajudam a deixar a equipe motivada.
- Envolvimento: devem ser desenvolvidas ações que estimulem o envolvimento de todos na organização.
- Aprendizado: o processo de aprendizado pode ser facilitado por meio da elaboração de relatórios que descrevam as experiências de aprendizado, a realização de projetos pilotos e a utilização do *benchmarking*.

Segundo Conte (2009), as práticas *Lean* devem ser aplicadas de forma estruturada com início no planejamento executivo da obra e, de acordo com o seu desenvolvimento e detalhamento, ir inserindo melhorias no projeto.

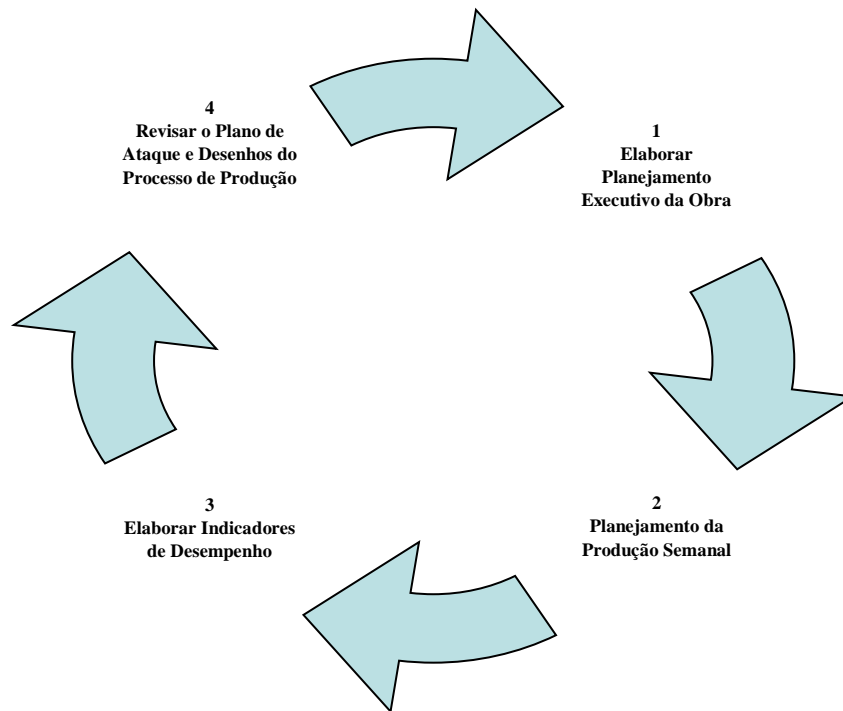


Figura 5 -Implantação do *Lean Construction*
Fonte: Conte, 2009.

A etapa inicial, “Elaborar o Planejamento executivo da obra”, consiste em estudar os processos construtivos da obra com o objetivo de organizar as atividades e formar pacotes de serviço, o que permite alocar a mão de obra e inserir um fluxo de produção de forma mais eficiente. A definição de pacotes de serviços auxilia também na previsão das necessidades e definição da estratégia logística, permitindo mapear o fluxo de matérias no canteiro e fora dele.

Com base no planejamento executivo da obra é necessário compreender todos os serviços que serão executados, de modo a aumentar o nível de detalhamento das atividades e de suas necessidades de insumos. Isso permite a realização do planejamento de produção semanal e adoção de técnicas como o *Just in Time* com aplicação de ferramentas como o *Kanban*, que consiste na utilização de cartões que indicam um nível de demanda, e assim determinam quando se deve produzir ou adquirir um determinado insumo.

No final de cada de semana deve-se atualizar o cronograma e avaliar os resultados do período encerrado. Calcula-se então o PPC (Porcentagem de Atividades Programadas e Concluídas), um indicador que mede a aderência da execução ao planejamento semanal.

Por fim, são revisados o plano de ataque e os desenhos de processo de produção. O planejamento e o controle do projeto devem ser flexíveis, permitindo mudanças ao longo da execução da obra. Logo a equipe responsável pelo projeto tem como objetivos garantir que o que foi planejado seja cumprido e aproveitar a ocorrência de possíveis desvios para promover melhorias no processo e no produto final.

As possíveis oportunidades de melhorias identificadas com a realização deste trabalho serão implementadas por meio de um plano de melhorias.

2.4.1. Ferramentas para medição de desempenho

Com o intuito de auxiliar os gestores na avaliação dos trabalhos realizados, compará-los e fornecer informações úteis que possibilitem a tomada de decisão, muitos autores desenvolveram ferramentas que permitem que as empresas mensuram seu desempenho.

Martins (*apud* CARVALHO, 2008, p. 38) considera que o processo de medição de desempenho é o processo pelo qual a empresa administra o desempenho com as estratégias de gestão corporativa.

Neely (1988) destaca que um sistema de medição de desempenho quantifica a eficiência e a eficácia de ações passadas por meio da aquisição, coleta, classificação, análise, interpretação e disseminação de dados apropriados permitindo que decisões sejam executadas e ações sejam tomadas.

Segundo Kurek (2005), as empresas que querem iniciar as práticas do *Lean Construction*, tem como dificuldade, a falta do estabelecimento de parâmetros iniciais sobre as possíveis vantagens adquiridas com a implantação da filosofia *Lean*. Embora existam dúvidas sobre por onde começar a implementação do *Lean Construction*, não existem soluções “mágicas” e cada empresa deve adotar suas estratégias em particular, tendo em vista que os problemas e as necessidades dos negócios são distintas (FERRO, 2007).

Para atender a esta demanda sobre a necessidade de avaliação de desempenho com relação aos princípios da filosofia *Lean Construction*, encontra-se na literatura alguns trabalhos (CARVALHO, 2008):

- Kurek, *et al.* (2005): Objetiva fornecer parâmetros de desempenho que deem suporte as empresas que desejam iniciar a prática da filosofia *Lean Construction*. Os dados para a avaliação são obtidos por meio de um questionário que evidenciam superficialmente a presença das práticas dos onze princípios propostos por Koskela (1992). Destaca-se ainda, que o questionário não possui escala, o que não permite a comparação entre diferentes construtoras;
- Alves e Neto (2008): argumentam sobre as barreiras existentes nas empresas para a implantação de indicadores, de modo que este necessita conciliar a estratégia da empresa com a filosofia *Lean Construction*;
- Hofacker *et al.* (2008): Propõe uma avaliação simples e rápida para ser aplicada aos canteiros de obra. Se trata de um questionário que aborda os cinco princípios da mentalidade enxuta desenvolvidos por Womack e Jones (1996), além dos onze princípios desenvolvidos por Koskela (1992), distribuídos em seis categorias: foco no cliente; tratamento de resíduos; qualidade; fluxo de material; organização, planejamento e fluxo de informações; melhoria contínua.
- Carvalho (2008): busca eliminar as falhas identificadas dos modelos anteriores abordando o questionário na empresa como um todo: diretoria, engenharia, operários, fornecedores, projetistas e clientes.

2.5. Projeto da Construção Civil

Dentre as fases que compõe o processo de projeto da construção civil, este trabalho tem seu foco voltado a fase de “Acompanhamento da obra”. A seguir discorre-se, de forma breve, sobre as atividades que constituem cada fase.

O processo de projeto é composto pelas seguintes fases:

- **Planejamento Estratégico**

Nesta fase são estabelecidas as metas estratégicas da empresa, visando a redução custos e dos prazos de execução e a melhoria da qualidade do produto através da incorporação das necessidades dos clientes. São estabelecidas também as metas do empreendedor quanto as

suas necessidades de volume de produção desejado, receitas e lucratividade, objetivos de crescimento e análise de mercado.

- **Planejamento e concepção do empreendimento**

As atividades desta fase são destinadas a concepção, definição e avaliação do conjunto de informações técnicas, econômicas e estratégicas do empreendimento (ABNT, 1995).

- **Estudo Preliminar**

Fase caracterizada por gerar o conjunto de informações técnicas necessárias a caracterização geral da edificação, contemplando a representação gráfica dos projetos do empreendimento (ABNT, 1995). Definição inicial do projeto, considerando as necessidades dos clientes potenciais do empreendimento, as características tecnológicas construtivas e a negociação do terreno.

- **Anteprojeto**

Esta fase é destinada a concepção e a representação das informações técnicas e legais da edificação, de seus elementos, sistemas e componentes, necessárias ao inter-relacionamento das atividades técnicas de projeto e suficientes a elaboração de estimativas de custos, análise financeira e mercadológica, avaliação técnica e dos prazos de execução pelos projetistas e engenheiros de obra.

- **Projeto Legal de Prefeitura**

Compõem esta fase as atividades destinadas a representação gráfica da solução definitiva e documentação das informações técnicas necessárias para a análise e aprovação, pelos órgãos públicos, da concepção do empreendimento. Estas atividades visam atender as exigências legais para a obtenção do alvará de construção, licenças, registro de incorporação e dos demais documentos legais para o início das atividades de construção.

- **Projeto Executivo**

Nesta fase é feito o detalhamento do projeto do produto para a produção, a representação final das informações técnicas da edificação, seus elementos, sistemas e componentes para o início da produção da edificação, bem como a definição do processo de produção da obra.

- **Acompanhamento da Obra**

Realiza-se nesta fase o acompanhamento técnico da execução da obra, a avaliação do projeto, nos manuais de uso do proprietário e manutenção do imóvel, a produção de projetos “*As built*”, os registros de modificações de projeto e de desempenho dos projetos em banco de dados.

- **Acompanhamento de Uso**

Esta fase tem como objetivo avaliar o desempenho da edificação quanto a satisfação do cliente final, a avaliação do resultado financeiro da obra, considerando os problemas de manutenção e reparos de defeitos.

3. DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo serão apresentados a descrição do questionário, a caracterização da empresa e da obra em estudo, e a avaliação e análise do canteiro. Por fim, apresenta-se a proposta de melhoria na obra com relação a filosofia *Lean Construction*.

3.1. Descrição do Questionário para a avaliação do *Lean Construction*

Para identificar e a presença dos princípios do *Lean Construction*, tomou-se como base o trabalho desenvolvido por Carvalho *et al.* (2008), no qual propõe uma ferramenta de análise e avaliação de empresas construtoras em relação ao uso da Construção Enxuta. A ferramenta se trata de um questionário aplicado aos diferentes agentes intervenientes na cadeia produtiva: Diretoria, Engenharia, Operários, Fornecedores, Projetistas e Clientes.

O presente trabalho teve seu foco, dentre os diferentes agentes intervenientes na cadeia produtiva, a Engenharia, por considerar esse, como o interveniente que atua de forma direta na produção da edificação.

Para servir de base para a avaliação do canteiro, foi elaborado um questionário composto por um total 29 questões, que buscaram avaliar de maneira geral ações que identificassem a presença de cada princípio dentro do canteiro de obras. O questionário, foi aplicado ao Engenheiro da obra por meio de entrevista, que durou por volta de 30 minutos. O questionário completo encontra-se no apêndice A.

3.2. Apresentação da Empresa

Atuando desde 1976 no setor imobiliário, a construtora com sede na cidade de Maringá-PR, até o presente momento, tem em seu portfólio diversos empreendimentos. Foram entregues cerca de 1.500 apartamentos e mais de 20.000 unidades de terrenos e chácaras.

Em 2013, diante das oportunidades e mudanças na economia, com destaque para à abundância de crédito ao consumidor, a construtora tem seu foco em construções com venda a preço de mercado com financiamentos próprios ou de entidades financeiras parceiras.

3.3. Apresentação da obra

A obra escolhida para a realização da pesquisa trata-se da construção de um empreendimento composto de duas edificações residenciais constituídas por um pavimento térreo e sete pavimentos tipo. Cada edificação, conta com 6 apartamentos por pavimento, totalizando 96 unidades. O empreendimento contará ainda, com área destinada ao estacionamento, (dispondo de uma vaga para cada apartamento) salão de festas e guarita.

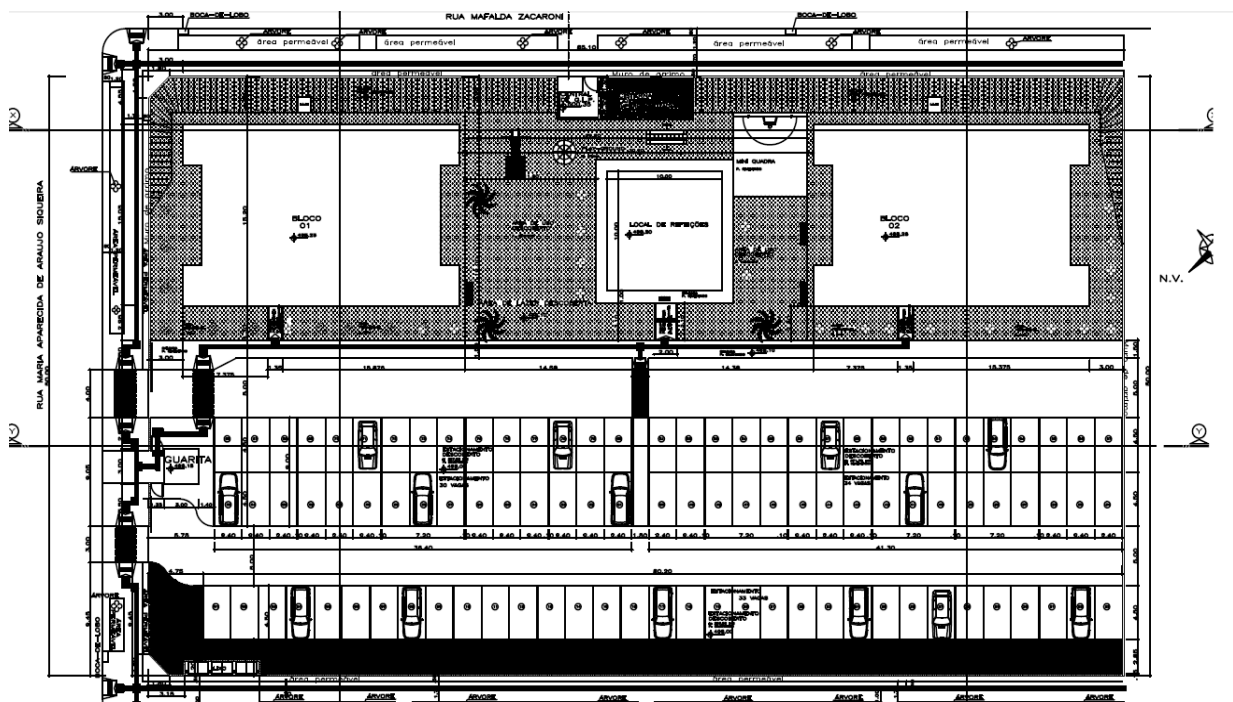


Figura 6 - Projeto de Implantação da Edificação
Fonte: a Construtora

Quanto ao sistema construtivo adotado para obra, a construtora optou pela alvenaria estrutural. Diferente do sistema construtivo convencional, em que a estrutura é composta por pilares e vigas, e tem-se a alvenaria (composta por blocos cerâmicos) somente com a finalidade de vedação, na alvenaria estrutural as vigas e pilares estão “embutidas” nas paredes da edificação constituída por blocos de vazados concreto. As paredes então, além da função de vedação, assumem também função estrutural da edificação.

Segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland (2013),

A alvenaria estrutural é definida como um processo construtivo que pode ser empregado tanto em casas como em edifícios de múltiplos pavimentos. Há dois tipos de alvenaria estrutural: não armada e armada. A primeira emprega como estrutura-suporte paredes de alvenaria sem armação. Os reforços metálicos são colocados apenas em cintas, vergas, contra vergas, na amarração entre paredes e nas juntas horizontais com a finalidade de evitar fissuras localizadas. Já a alvenaria estrutural armada caracteriza-se por ter os vazados verticais dos blocos preenchidos com graute (concreto de grande fluidez, alta plasticidade) envolvendo barras e fios de aço.

A obra é constituída através da seguinte estrutura organizacional hierárquica:

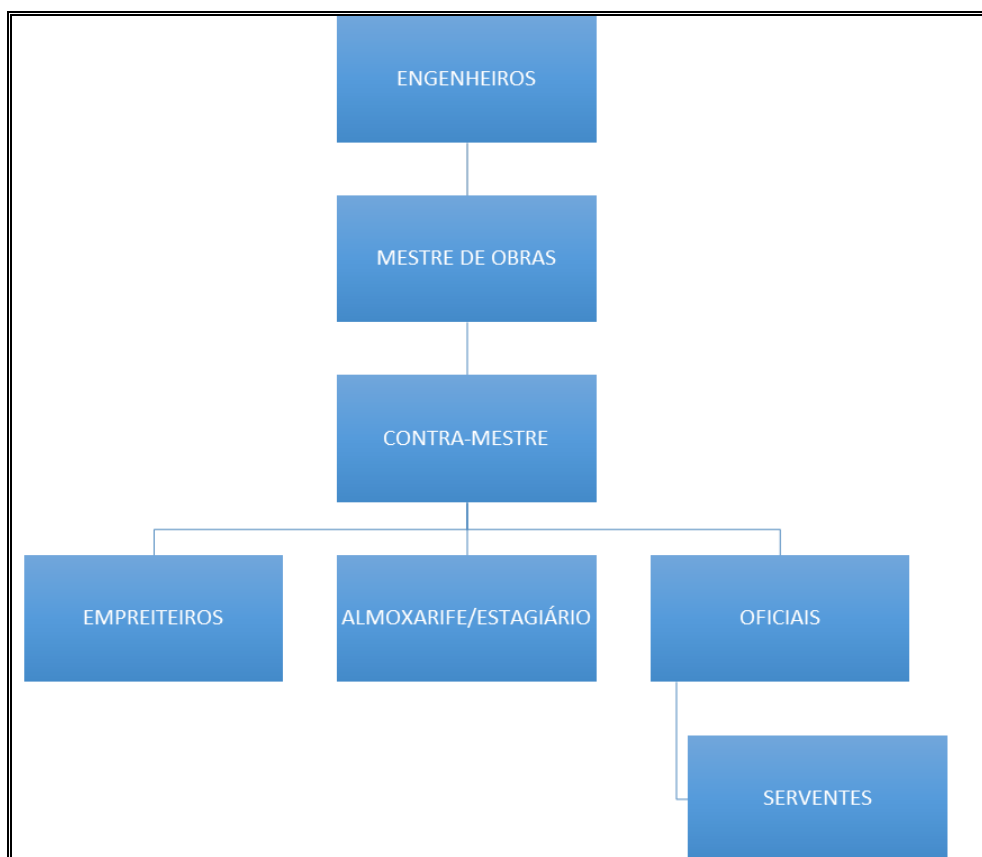


Figura 7 - Estrutura Organizacional da Obra
Fonte: a Empresa

O Quadro 1 apresenta o detalhamento das atividades de cada função do organograma do figura 7.

Engenheiros	Planejar, Supervisionar, Fiscalizar e Aprovar/Reprovar as atividades durante a execução da obra
Mestre de Obras	Organizar e supervisionar, no canteiro de obras, as atividades dos trabalhadores sob suas ordens, distribuindo, coordenando e orientando as diversas tarefas, para assegurar o desenvolvimento do processo de execução da obra dentro dos prazos, normas e especificações estabelecidas. Coordena e orienta os serventes, pedreiros, carpinteiros e demais profissionais no canteiro de obras.
Contra-Mestre	Auxiliar o Mestre de Obras na organização e supervisão das atividade no canteiro de obras.
Estagiário	Auxiliar o Engenheiro e o Mestre de Obras no desenvolvimento de suas atividades.
Almoxarife	Coordenar e controlar a entrada e saída de matérias e ferramentas na obra.
Oficiais	Executar os serviços de acordo com a sua função (Pedreiro, Carpinteiro, Gruero, Guincheiro, etc.)
Serventes	Auxiliar os oficiais na execução dos seus serviços
Empreiteiros	Responsáveis pela execução do serviço empreitado (Execução de Alvenaria, Revestimento, Serviços Hidráulicos, etc.)

Quadro 1 - Descrição das funções na Obra.

Fonte: a Empresa

3.4. Avaliação da Obra quanto presença dos princípios do *Lean Construction*

Com base no referencial teórico apresentado foi realizado o diagnóstico de um dos canteiros de obras da empresa, avaliando-o com relação a presença dos princípios da filosofia *Lean Construction*.

Por meio da análise das respostas do questionário, desenvolvido com base em Carvalho (2008), aplicado ao Engenheiro responsável, e através de visitas a obra foi feita a avaliação da situação atual da obra segundo os princípios da filosofia *Lean Construction*.

A seguir discorre-se sobre a avaliação da obra segundo cada princípio.

1º Princípio – Reduzir as atividades que não agregam valor

Com relação a esse princípio, o Engenheiro demonstrou preocupar-se em adotar medidas para reduzir atividades que não agregam valor dentro do canteiro de obras. O próprio sistema construtivo adotado para o empreendimento, a alvenaria estrutural, já permite que sejam eliminadas algumas atividades, principalmente as ligadas a carpintaria. Atividades como, a confecção de formas, o transporte e montagem das mesmas nos locais de utilização, para a moldagem das vigas e pilares, são eliminadas com a adoção desse sistema, pois os próprios blocos servem de forma para a execução da estrutura. A medida que as paredes vão sendo “erguidas”, a estrutura já vai sendo concretada de acordo os pontos definidos no projeto estrutural.

Se tratando do arranjo físico do canteiro (layout), observa-se na Figura 8, o modo como os materiais e equipamentos são dispostos. Verifica-se que alguns materiais como, blocos e o ferro, são dispostos próximos das edificações, minimizando assim grandes deslocamentos até o ponto de aplicação. E outros como, a argamassa de assentamento de bloco e o cimento encontram-se mais distantes das edificações, porém tem seu transporte facilitado por meio da utilização da grua que, de forma estratégica, foi posicionada entre as duas edificações permitindo que em seu raio de giro possa atender as necessidades de ambas. Ainda, cada edificação conta com um elevador de carga para auxiliar no transporte vertical dos materiais, permitindo que em momentos em que a grua esteja sendo utilizada, o transporte não seja comprometido.

Destaca-se também, segundo o Engenheiro, que os blocos, a argamassa e o cimento, chegam a obra paletizados, de maneira a facilitar o seu recebimento, inspeção e distribuição até os pontos de aplicação ou armazenagem. Quanto ao ferragem utilizada na estrutura, a mesma é entregue já cortada, dobrada e com seu local de utilização definido, segundo o projeto estrutural, eliminando assim atividades de corte e dobra na obra.

Tais afirmações demonstram que em certos aspectos, na obra procura-se minimizar algumas atividades que não agregam valor. Porém, o Engenheiro afirma que a estruturação do canteiro não foi feita segundo um estudo adequado dos fluxos de trabalho. As ações citadas, foram absorvidas de obras já realizadas pela empresa e inseridas na obra em estudo.

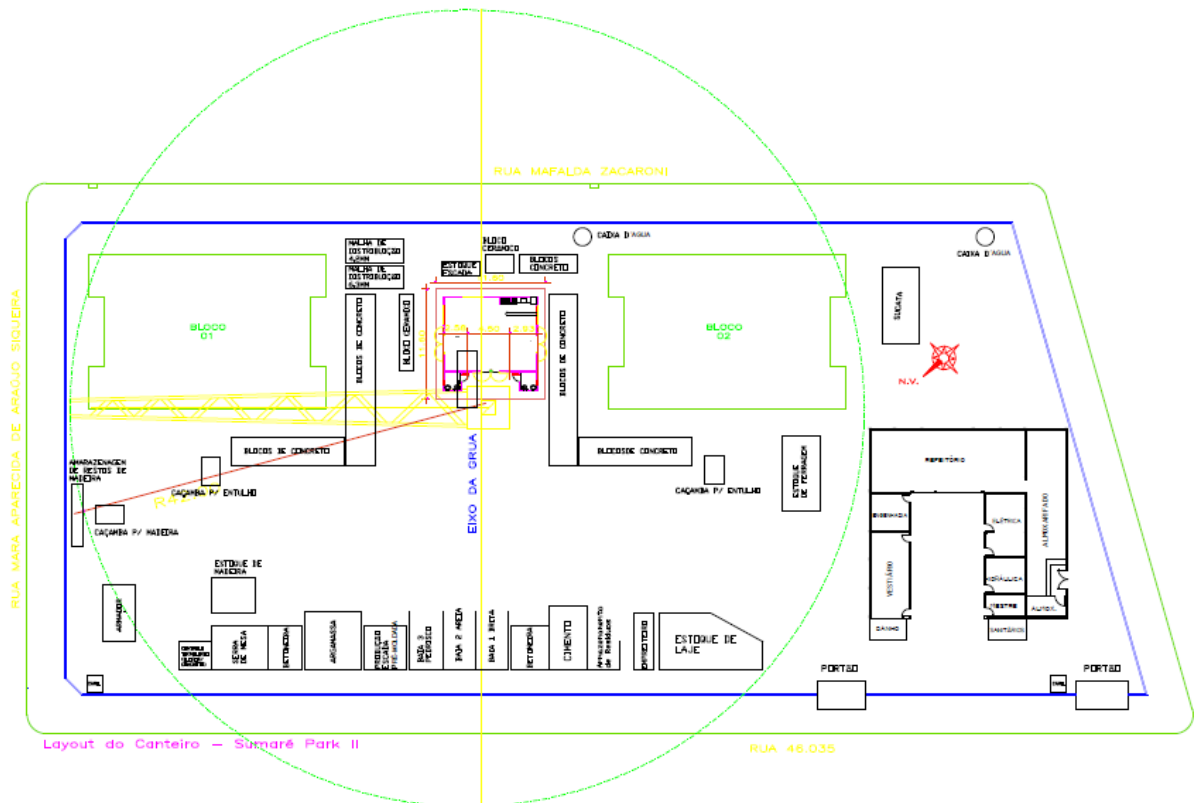


Figura 8 – Layout do Canteiro
Fonte: a Empresa

2º Princípio – Melhorar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes.

Neste princípio o Engenheiro foi questionado sobre se ocorre na obra há conscientização dos operários sobre a diferença entre clientes internos e clientes externos (finais) e afirmou que os operários não recebem nenhuma forma de conscientização sobre essa diferença. Também afirmou que na obra não há nenhum mecanismo que permita ao cliente interno se manifestar sobre os trabalhos executados.

3º Princípio – Reduzir Variabilidade

Com relação a este princípio a obra apresenta ações que a direcionam para a redução da variabilidade. O engenheiro afirmou que a obra conta com um sistema de qualidade implantado, onde o recebimento e a execução dos principais materiais (Figura 9) e serviços

(figura 10), respectivamente, são realizados por meio de procedimentos padronizados e formalizados.

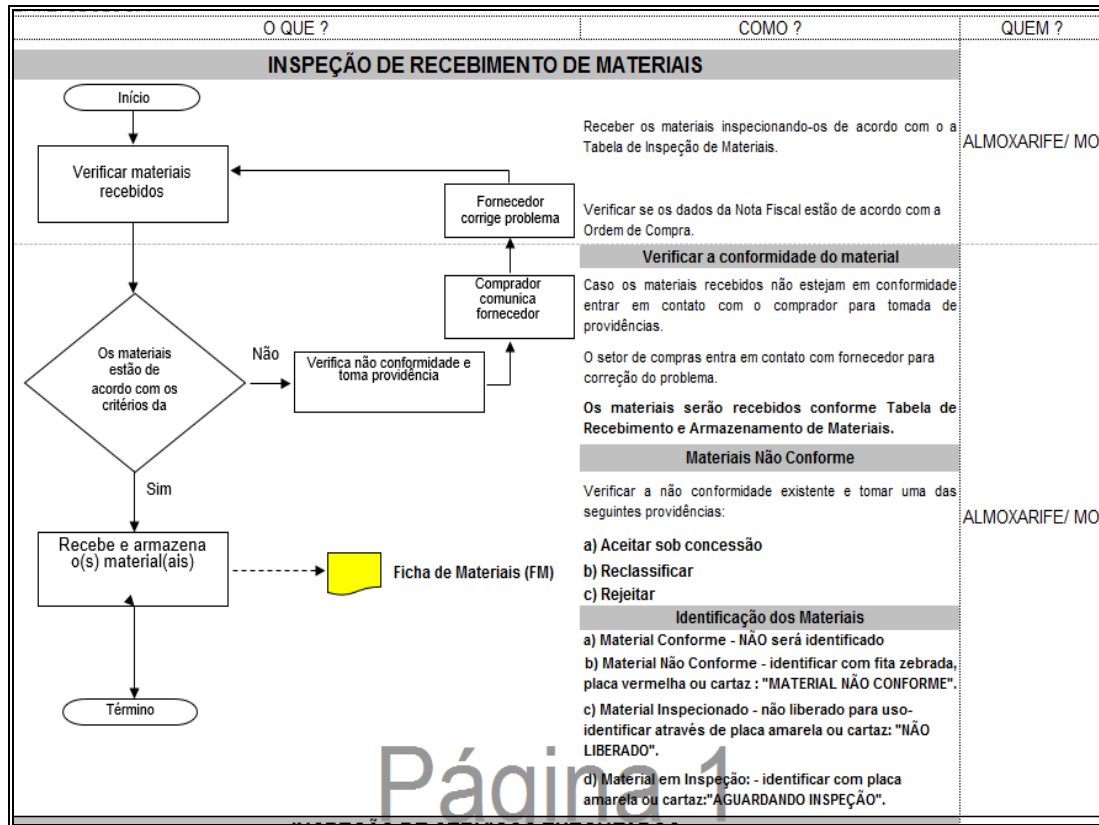


Figura 9 – Procedimento padrão de Recebimento de materiais
Fonte: a Empresa

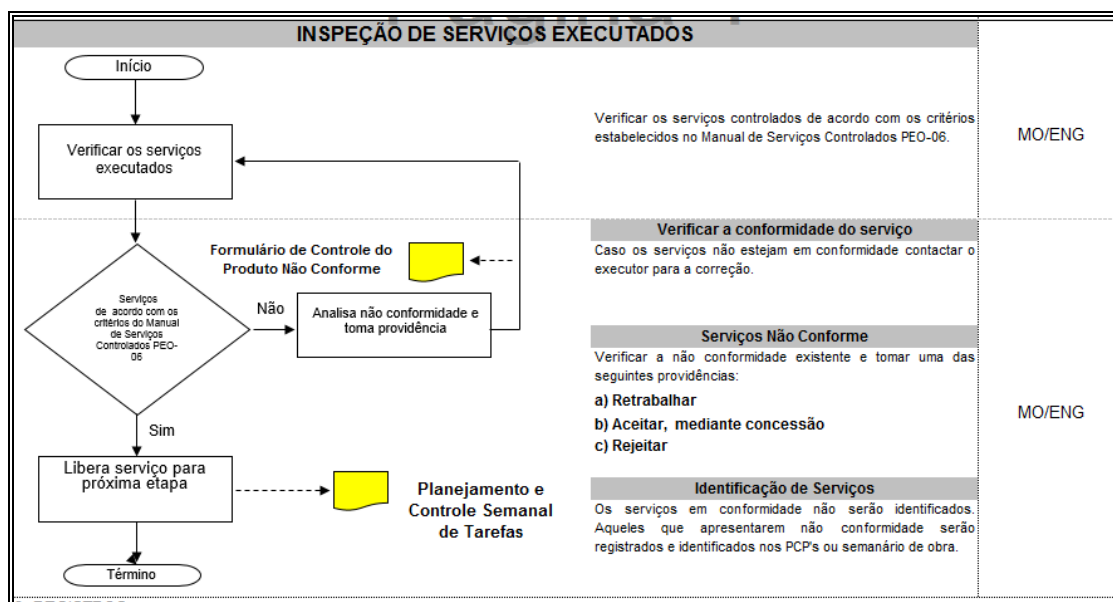


Figura 10 - Procedimento padrão para inspeção de serviços executados
Fonte: a Empresa

Por meio desses procedimentos, e segundo critérios contidos em um Manual de Serviços Controlados (documento onde estão padronizadas as formas de execução de cada serviço), são inspecionados todos os serviços executados. Nesse material constam os serviços tidos pela empresa como o mais significativos dentro de cada etapa da obra. Para a obra em estudo, estes serviços são:

- Execução de aterro e compactação;
- Locação da obra;
- Execução de fundação (Estaca, bloco, sapata e baldrame);
- Execução de fôrma;
- Montagem de armadura;
- Concretagem de peça estrutural;
- Execução de alvenaria estrutural;
- Execução de alvenaria não estrutural e de divisória;
- Execução de revestimento interno de área seca (reboco);
- Execução de revestimento interno de parede em área úmida (azulejo);
- Execução de revestimento externo;
- Execução/regularização de contra piso;
- Execução de revestimento de piso interno de área seca;
- Execução de revestimento de piso interno de área úmida;
- Execução de revestimento de piso cimentado externo;
- Execução de forro;
- Execução de impermeabilização;
- Execução de cobertura em telhado;
- Colocação de batente e porta;
- Colocação de janela;
- Execução de pintura interna;
- Execução de pintura externa;
- Execução de instalação elétrica;
- Execução de instalação hidro-sanitária;
- Colocação de bancada, louça e metal sanitário;

Destaca-se que no momento de desenvolvimento do presente trabalho os serviços que estão sendo executados são: concretagem de peça estrutural, execução de alvenaria estrutural e execução de instalação elétrica.

Ainda, para o recebimento dos materiais, a obra conta com uma ficha de verificação de materiais (FVC), que de acordo com o material são verificados alguns itens. Como exemplo, na figura 11 apresenta-se uma das FVC para o Aço. Nela são indicados e avaliados os seguintes itens:

- Data;
- Fornecedor;
- N° da Nota Fiscal/Romaneio/Orçamento/Pedido;
- Quantidade de barras;
- Diâmetro das barras;
- Inspeção Visual (Barras limpas sem presença de corrosão);
- Avaliação de Fornecedores (Pontualidade, Qualidade, Atendimento).

FVM N°		04		FICHA DE VERIFICAÇÃO DE MATERIAIS												
04.Aço		OBRA :		ITENS DE VERIFICAÇÃO								AVALIAÇÃO DE FORNECEDORES				VISTO
		Revisão														
N° Receb.	Data	Fornecedor	N° Nota F. / Romaneio / Orç. / Pedido	Quantidade (contar as barras e separá-las por bitola)		Diâmetro das Barras		Inspeção Visual (Barras limpas sem presença de corrosão, etc)		PONTUALIDADE	QUALIDADE	ATEND.				
				A	R	A	R	A	R							
1				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SIM <input type="checkbox"/>	SIM <input type="checkbox"/>	SIM <input type="checkbox"/>				
2				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NÃO <input type="checkbox"/>	NÃO <input type="checkbox"/>	NÃO <input type="checkbox"/>				
3				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SIM <input type="checkbox"/>	SIM <input type="checkbox"/>	SIM <input type="checkbox"/>				
4				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NÃO <input type="checkbox"/>	NÃO <input type="checkbox"/>	NÃO <input type="checkbox"/>				
5				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SIM <input type="checkbox"/>	SIM <input type="checkbox"/>	SIM <input type="checkbox"/>				
6				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NÃO <input type="checkbox"/>	NÃO <input type="checkbox"/>	NÃO <input type="checkbox"/>				
7				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SIM <input type="checkbox"/>	SIM <input type="checkbox"/>	SIM <input type="checkbox"/>				
8				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NÃO <input type="checkbox"/>	NÃO <input type="checkbox"/>	NÃO <input type="checkbox"/>				
9				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SIM <input type="checkbox"/>	SIM <input type="checkbox"/>	SIM <input type="checkbox"/>				
10				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NÃO <input type="checkbox"/>	NÃO <input type="checkbox"/>	NÃO <input type="checkbox"/>				
SITUAÇÕES EMERGENCIAIS																
N° RECEB.	DATA	FORNECEDOR	N° NOTA F.	LOCAL DE APLICAÇÃO DO MATERIAL					OBSERVAÇÕES:							
INSTRUÇÕES DE PREENCHIMENTO :																
Assinalar um X no campo (A) Aprovado ou (R) Reprovado de acordo com a situação do material no ato do recebimento de material.																

Figura 11 - Ficha de verificação de materiais

Fonte: a Empresa

4º Princípio - Reduzir tempo de ciclo

Para este princípio, o engenheiro foi questionado sobre o conhecimento dos tempos de ciclos das atividades da obra, sobre a política de estoques adotada e sobre se há controle sobre a produtividade dos operários da obra.

Segundo suas afirmações, os tempos de ciclo são conhecidos, e como exemplo destacou o ciclo de concretagem de cada laje que ocorre em intervalos de 21 dias. Esse ciclo é composto pelas seguintes atividades:

- Demarcação e assentamento de Bloco - 1º a 8º Fiada (3 dias);
- Execução de Graute (concretagem dos pontos previstos no projeto estrutural) e Instalações Elétricas - 1º a 8º Fiada (4 dias);
- Assentamento de Bloco – 9º a 13º Fiada (4 dias);
- Execução de Graute (concretagem dos pontos previstos no projeto estrutural) e Instalações Elétricas – 9º a 13º Fiada (4 dias);
- Montagem da Laje (3 dias);
- Tubulação Elétrica (2 dias)
- Concretagem da Laje (1 dia)

Quanto a política de estoques presente na obra, afirmou que é de estoques pequenos e com alta rotatividade. Tal fato, foi confirmado durante visitas a obra onde verificou-se que os estoques dos materiais na obra eram sempre para atender o ciclo de concretagem da laje

Por fim, com relação ao controle sobre a produtividade dos operários, afirmou ter pouco controle. Porém, ressaltou que deu início a coleta desses dados por meio de um documento intitulado Controle de Produtividade, onde são coletados informações sobre o tipo de serviço,

o consumo de materiais, quantidade de mão de obra, materiais, equipamentos e ferramentas. Essa ficha pode ser visualizada no Anexo B.

5º Princípio – Simplificar e minimizar o número de passos e partes.

Este princípio é um dos mais presentes na obra, pois verifica-se que o próprio sistema construtivo adotado visa a simplificação e redução de passos e partes. Como mencionado na caracterização da obra, o sistema construtivo de execução adotado é em alvenaria estrutural. Neste sistema, as próprias paredes moldam a estrutura não necessitando da fabricação de formas *in loco* para vigas e pilares como na execução convencional. Se trata de um sistema construtivo mais simplificado, o que permite a redução do número de passos e partes. O engenheiro também afirmou sobre a utilização de peças pré-fabricadas como as vigotas utilizadas nas lajes (figura 9) e a escada da edificação, que é fabricada fora da edificação em paralelo com a execução da alvenaria, e somente é montada no local (figura 10). Tais ações, contribuem para a aplicação desse princípio no canteiro de obras, permitindo ganho de tempo na execução dos serviços.



Figura 12 – Edificação executada em alvenaria estrutural

Fonte: o Autor



Figura 13 – Montagem da escada tipo jacaré
Fonte: o Autor

6º Princípio – Melhorar a Flexibilidade do produto

Este princípio está ausente na obra em avaliação, não há afirmação sobre ações que insiram esse na obra em estudo. Este fato é confirmado tendo em vista que o produto final, (a edificação) segundo o engenheiro, não possui flexibilização de layout e nem de material para nenhuma de suas unidades. Se trata de um edificação com esses aspectos já definidos em projeto e não oferecem ao cliente final opções de escolha.

7º Princípio – Melhorar a transparência do processo

Neste princípio o engenheiro foi questionado sobre a existência de indicadores na obra e com relação a ao sistema de comunicação interna. Segundo as afirmações, na obra não existem indicadores de desempenho disponíveis de modo que permitam a todos a visualização do o seu andamento. Quanto ao sistema de comunicação interna, afirmou somente sobre a existência de rádios para a transmissão da informação entre operadores.

Em visita a obra tais fatos foram confirmados. Observou-se que, os únicos dispositivos de comunicação interna existentes, são rádios utilizados pelos operadores da grua e placas alertando sobre questões de segurança em alguns locais do canteiro. Verifica-se que nesse princípio que a obra apresenta sérias deficiências, pois não existem dispositivos que tornem o processo visível/transparente a todos.

8º - Focar no controle do processo global

Para este princípio o engenheiro foi questionado sobre o controle do planejamento e do orçamento da obra. Segundo as suas afirmações, existe pouco controle sobre planejamento, e também sobre o orçamento da obra, mas tem tomado medidas para a melhoria dessa situação. A empresa, está inserindo em suas obras um software que permitirá uma melhor integração entre canteiro e escritório.

Ainda, por meio de observações na obra, destaca-se que durante a execução de alguns serviços, foram presenciadas situações sérias de desperdício de materiais. Como exemplo, verificou-se que durante os intervalos para o almoço e café, os trabalhadores que executavam o assentamento de blocos muitas vezes não utilizavam toda a argamassa, já batida para a execução do serviço, e quando retornam para a suas atividades, descartavam, pois dependendo do tempo, já não estava mais adequada para o uso.

9º - Introduzir a Melhoria Contínua ao processo

Segundo o Engenheiro busca-se constantemente a melhoria dos processos da obra através do uso de novas tecnologias e soluções, e através da frequente capacitação dos seus trabalhadores. Este fato é confirmado na Figura 11, onde mostra-se a concretagem de uma das lajes da edificação por meio de bombeamento mecânico, reduzindo a atividade de transporte do concreto até o ponto de aplicação.



Figura 14 – Concretagem de laje com bombeamento mecânico do concreto
Fonte: o Autor

Ainda com relação a este princípio, destaca-se a falta de procedimentos de ação corretiva e preventiva dentro da obra, identificando os problemas e suas prováveis causas.

10º - Balancear as melhorias no fluxo com as melhorias das conversões

Para esse princípio, o Engenheiro foi questionado sobre o fluxo de informações e pessoas na obra e, com relação ao controle sobre as compras e entregas de materiais na obra.

Segundo suas afirmações, não existe nenhum controle sobre o fluxo de informações internas a obra e os fluxos de pessoas no interior da obra não foram considerados no planejamento do canteiro. Tais fatos, foram confirmados em visita a obra, onde não foram observados a presença de dispositivos dispostos pelo canteiro que auxiliassem na transmissão e controle da informação sobre a execução dos serviços, por exemplo.

Quanto ao controle de compras e entregas, diz ter pouco controle sobre os mesmos. Mas afirmou que recentemente, o responsável por essa atividades na obra (o Almojarife), passou por treinamento sobre os procedimentos padronizados de compra e recebimento dos materiais,

e tem realizado suas atividades com eficiência, de maneira que esse quadro tem começado a mudar

11º - *Benchmark*

Sobre o uso de Benchmark, segundo o Engenheiro a obra faz uso de referências de ponta em suas atividades. Tal afirmação foi comprovada, ao observar na obra o uso de soluções tidas como de ponta para a execução de determinados serviços. Como exemplo, destaca-se o uso de bombeamento mecânico para o lançamento do concreto para a concretagem da laje.

Analisados cada princípio separadamente, com base nas respostas obtidas no questionário e, por meio de conversas informais e visitas ao canteiro, verificou-se que o Engenheiro procura aplicar na obra, mesmo sem o conhecimento aprofundado da filosofia *Lean Construction*, ações que acabam inserido alguns aspectos e conceitos da filosofia.

Assim, com base no que foi exposto e, tendo em vista o foco do trabalho, foram selecionados os seguintes princípios para as sugestões de melhoria:

- Reduzir as atividades que não agregam valor;
- Melhorar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes;
- Reduzir a variabilidade;
- Reduzir tempo de ciclo;
- Simplificar e minimizar o número de passos e partes;
- Melhorar a transparência do processo;
- Focar no controle do processo global;
- Introduzir a melhoria contínua ao processo;
- Balancear as melhorias no fluxo com as melhorias das conversões.

Esses, foram tomados como os princípios mais significativos para a sugestão de ações de aplicação direta na obra. Os princípios, Melhorar a flexibilidade do produto e Benchmark, não foram considerados na proposta de melhoria, visto que, tais princípios partem de decisões e

ações que são tomadas na etapa de desenvolvimento do projeto da edificação. Logo, durante a execução da obra já encontram-se definidos pela empresa construtora.

Para a obra em estudo, o projeto não permite a flexibilização de layout e nem de materiais para os apartamentos. E, quanto a uso de Benchmark (Referências de ponta), o Engenheiro afirma que a empresa busca sempre adotar em seus projetos referências de ponta, como o uso de novas tecnologias, novos materiais e novas soluções para o empreendimento de maneira geral. Sempre que, tais soluções permitam a redução dos custos e tempo, a melhoria da qualidade ou a melhoria de algum aspecto mais relevante para o empreendimento que será lançado. Porém, também são decisões e ações que são propostas durante o desenvolvimento projeto.

Considerando os fatos expostos, os princípios:

- Melhorar a flexibilidade do produto;
- Benchmark.

Não serão considerados na proposta de melhoria.

3.5. Proposta de Ação

De acordo com a avaliação realizada, discorre-se a seguir sobre cada princípio e são propostas ações de melhoria, por meio de sugestões, que irão aproximar o canteiro de obras a filosofia *Lean Construction*.

Para o 1º Princípio, que trata de tomar ações para reduzir as atividades que não agregam valor, observou-se que a obra apresenta algumas deficiências quanto a medidas que a aproximem deste princípio, com destaque principalmente para o arranjo físico do canteiro de obras (*layout*). Verificou-se que o mesmo tem definidos os locais de armazenagem de materiais (argamassa, cimento, agregados, blocos, etc), porém observa-se que alguns encontram-se próximos aos pontos de aplicação e outros não. Tal situação provoca grandes deslocamentos até os locais de utilização, causando desperdícios de tempo, mão de obra e materiais. Seu arranjo físico foi locado pelo Mestre de Obras com base em sua experiência de obras anteriores, esboçado simplesmente por meio de um simples croqui, sem um planejamento prévio e formalizado que permitisse que os fluxos de trabalho na obra fossem estudados e analisados de maneira que tornasse possível avaliar a sua estruturação e obter, assim, a melhor configuração. Dessa maneira, sugere-se que seja realizado um estudo do *layout* do canteiro de obras por meio do mapeamento do fluxo de valor considerando as diferentes etapas da obra, permitindo assim que sejam identificadas as atividades que não agregam valor e sejam tomadas ações para a minimização ou eliminação das mesmas, quando possível.

Quanto ao 2º Princípio sugere-se que sejam realizados ações de treinamento e palestras, de maneira a conscientizar e orientar os trabalhadores em suas diferentes atividades (Ex: equipe de assentamento de bloco) sobre as especificações de projeto da sua atividade e a próxima atividade (Ex: regularização da superfície para acabamento final), seus clientes internos, de maneira que se aumente a qualidade (valor) do produto através do atendimento das necessidades de cada etapa seguinte.

Em relação a ações para a redução da variabilidade (3º Princípio), verificou-se a presença de procedimentos para a execução e controle de serviços, e recebimento e controle de materiais, formalizados por meio de um Manual de Serviços Controlados e Fichas de recebimento/inspeção de materiais, respectivamente. Tais documentos foram elaborados com

base nas melhores práticas para execução dos serviços e recebimento dos materiais, tidos pela empresa. Porém, ao acompanhar a execução de alguns serviços e o recebimento de alguns materiais, observou-se que na prática os procedimentos nem sempre são utilizados, e muitos dos trabalhadores não tem conhecimento sobre a existência dos mesmos. Dessa maneira, sugere-se que, sejam apresentados aos trabalhadores, e esses, treinados segundo os procedimentos formalizados. Para que assim, sejam conseguidas melhorias significativas quanto a redução da variabilidade na obra.

Ao avaliar o canteiro de obras segundo a presença de ações que visem a redução dos tempos de ciclo (4º Princípio) das atividades da obra, destacou-se que para o ciclo de concretagem da laje esse tempo é conhecido, porém não há a presença de nenhuma ação de intervenção que busque a redução deste. Assim, sugere-se a aplicação do mapeamento do fluxo de valor ao ciclo de concretagem da laje, de maneira a detalhar as atividades que fazem parte desse ciclo e tomar conhecimento dos seus pontos de deficiência (Ex: grandes deslocamentos de materiais até os pontos de aplicação), de maneira a permitir que o mesmo seja otimizado e, conseqüentemente, tenha seu tempo de ciclo reduzido. Tornando a entrega do produto laje mais rápida.

Com relação a simplificação do número de passos e partes (5º Princípio) identificou-se que esse princípio é um dos mais presentes na obra, visto que a própria técnica construtiva adotada (Alvenaria Estrutural) para o empreendimento se caracteriza por proporcionar uma simplificação do número de passos e partes, quando comparada a técnica construtiva convencionalmente utilizada (Estrutura de Concreto Armado com vedação de blocos cerâmicos), que necessita da fabricação de formas para a moldagem de suas peças estruturais (Vigas e Pilares). Mais racional, na alvenaria estrutural os próprios blocos ao serem grauteados (concretados em pontos definidos em projeto estrutural), formam a estrutura eliminando, principalmente, as atividades de fabricação e montagem de formas. Verificou-se também, a presença de elementos pré-fabricados como: no tipo de escada utilizada e na fabricação da laje (composta por vigotas pré-fabricadas e preenchimento de EPS). Como deficiência, aponta-se para o fato dos postos de trabalho sofrerem com paradas por falta de materiais, propõe-se então a elaboração de um painel de *Kanbans* composto por *kits* de materiais (Ex: *kits* hidráulicos, *kit* de argamassa, *kit* elétrico, etc) de modo a disponibilizar o *kit* solicitado no local de trabalho, melhorando esse atendimento.

A falta de indicadores e dispositivos de visualização e comunicação no canteiro é clara, o que torna o processo sem transparência alguma sobre suas atividades e o seu desempenho. Tal fato, mostra a ausência de ações claras que melhorem a transparência dos processos (7º Princípio). Logo, propõe-se a criação de indicadores de desempenho para a obra, e que estes sejam disponibilizados para todos por meio de dispositivos como um mural (painel) contendo ainda, prazos e metas da obra. Recomenda-se também, a disposição de quadros, em cada pavimento, contendo informações sobre os serviços que estão sendo executados diariamente e instruções de execução. Tais ações iram contribuir para tornar a obra mais transparente e com maior confiabilidade.

Para o 8º Princípio recomenda-se que os pontos de desperdícios dentro da obra sejam identificados e mapeados por meio de um diagrama de processo e registro de imagens, de maneira que se tome conhecimento desses pontos e então atuar nas causas.

Com relação a introdução de melhoria continua no processo (9º Princípio), verificou-se a ausência de procedimentos que permitam ações preventivas e corretivas de problemas e a identificação de suas possíveis causas. Propõe-se então a elaboração de procedimentos padronizados de correção e principalmente, prevenção de problemas.

Para o ultimo princípio avaliado, Balancear as Melhorias no Fluxo com as Melhorias nas Conversões (10º Princípio), observou-se que o sistema de estoques presente na obra ainda é pouco eficiente, não se tem algum dispositivo que permita o controle e que indique a necessidade de reposição de maneira mais eficiente. Propõe-se então a utilização de um painel para o controle de estoques que demonstre o consumo diário, o estoque mínimo e a situação atual de maneira a apresentar a necessidade de reposição para cada material.

Por fim, como base no que foi exposto, apresenta-se no quadro 2 um resumo das ações propostas.

PROPOSTA DE AÇÕES			
Princípio	Situação Atual	Ação de Melhoria Proposta	Situação Futura
REDUZIR ATIVIDADES QUE NÃO AGREGAM VALOR	Canteiro elaborado sem planejamento formalizado sobre os fluxos trabalho, informação, pessoas e materias. Simplesmente esboçado por meio de um croqui.	Realizar estudo dos processos da obra por meio de ferramentas como o mapeamento do fluxo de valor para introduzir uma logística interna, minimizando as distâncias entre os materiais, equipamentos e local de utilização	Melhoria nos fluxos de trabalhos na obra, redução de atividades que consomem tempo, recursos e espaço
MELHORAR O VALOR DO PRODUTO ATRAVÉS DA CONSIDERAÇÃO DAS NECESSIDADES DOS CLIENTES	Operários sem concientização sobre que são os clientes internos e externos	Realizar palestras de orientação e concientização sobre que são os clientes internos e quais as suas necessidades para as principais atividades da obra (Ex: Assentamento de Bloco, seguir especificações de projeto)	Melhoria das atividades realizadas por cada operário
REDUZIR A VARIABILIDADE	Procedimentos padronizados de execução/controle de serviços e recebimento/controle de materiais;	Realizar treinamento da mão de obra segundo os procedimentos padronizados de execução/controle e recebimento/controle de materiais	Melhoria na execução dos serviços reduzindo situações de retrabalho
REDUZIR O TEMPO DE CICLO	Conhecimento dos tempos de ciclo das atividades na obra	Reduzir as atividades que não agregam valor por meio da ação proposta para o 1º Princípio	Redução dos tempos de processamento, inspeção e espera das atividades que compõe o ciclo de concretagem da laje
SIMPLIFICAR E MINIMIZAR O NUMERO DE PASSOS E PARTES	Sistema Construtivo em alvenaria estrutural, Presença de elementos pré-fabricados	Elaborar painel de Kanbans composto por kits de materiais (Ex: Kit de alvenaria, Kit de Argamassa, Kit Elétrico, etc.) de modo a disponibilizar o kit de material solicitado no local de trabalho	Melhoria do atendimento dos locais de trabalho
MELHORAR A TRANSPARÊNCIA DO PROCESSO	Não existem indicadores e dispositivos de visualização e comunicação no canteiro	Inserir dispositivos de visualização e comunicação, como um mural de divulgação de indicadores, prazos e metas em local que permita a visualização por todos; Inserir um quadro de informações em cada pavimento disponibilizando as informações necessárias para cada serviço; Identificar os locais de armazenamento dos materiais;	Processo mais transparente e com maior confiabilidade; Locais de visualização e transmissão da comunicação interna; Locais de armazenamento de materias indetificados
FOCAR O CONTROLE DO PROCESSO GLOBAL	Pouco controle sobre planejamento, orçamento e desperdício de materiais	Identificar e mapear os pontos de desperdício dentro da obra e Atuar em suas causas	Conhecimento dos principais pontos de desperdícios de materiais na obra e eliminação dos mesmos
INTRODUZIR MELHORIA CONTINUA AO PROCESSO	Ausência de procedimentos que permitam ações corretivas, preventivas e a identificação de problemas e suas possíveis causas	Elaborar procedimentos de ação corretiva e preventiva, identificando problemas e suas possíveis causas	Procedimentos padronizados para a atuação diante de não conformidades a obra
BALANCEAR AS MELHORIAS NO FLUXO COM AS MELHORIAS DAS CONVERSÕES	Sistema de estques presentes na obra ainda pouco eficiente	Organizar os estoques por meio de um painel de controle de estoques que demonstre o consumo diário, o estoque mínimo e a situação atual, e assim demonstre a necessidade de reposição de estoque	Melhoraria quanto o planejamento do recebimento dos materiais

Quadro 2 - Proposta de Ações
Fonte: o Autor

A proposta de ação pode ser melhor visualizada no apêndice B.

4. CONCLUSÃO

4.1. Considerações Finais

A indústria da construção encontra-se em um ritmo acelerado de serviços e crescimento, tal fato cria um ambiente cada vez mais competitivo. Necessitando que os seus agentes introduzam mecanismos em seus processos, que contribuam para sua racionalização e otimização.

O presente trabalho teve como principal objetivo propor ações de melhoria em um canteiro de obras com base nos conceitos e princípios da filosofia *Lean Construction*. Tal objetivo foi alcançado, a partir do embasamento teórico obtido pela revisão bibliográfica, durante a etapa de desenvolvimento de campo, gerando como resultado uma proposta de ações de melhoria, contendo sugestões de medidas para que a obra se desenvolva com melhor eficiência.

A revisão de literatura realizada, foi de fundamental importância para adquirir conhecimento sobre a filosofia *Lean Construction*, e conseguir assim, “enxergar” os processos durante o desenvolvimento de campo e identificar as deficiências da obra.

Durante a etapa de desenvolvimento, caracterizada pela aplicação do questionário ao Engenheiro responsável pela obra, conversas informais e visitas a obra, buscou-se levantar e visualizar a forma como as coisas realmente acontecem na prática, ou seja, o modo como as atividades são executadas.

Por meio da avaliação realizada, observou-se que em algumas situações na obra, são aplicadas ações que permitem a aproximação de algumas de suas práticas aos princípios da filosofia *Lean Construction*. Ações como, a utilização de escada pré-fabricada, o uso de concreto usinado, o uso de procedimentos padronizados para a execução dos serviços e recebimento dos materiais, etc., remetem a redução de atividades que não agregam valor, a redução da variabilidade, a simplificação e redução do número de passos e partes, etc.

Por fim, foram propostas sugestões para a melhoria da obra com base na situação atual, através ações de fácil execução e que permitam ganhos visíveis e, assim, causem um efeito

motivador para a implementação da filosofia *Lean Construction* na empresa e em suas demais obras. Conclui-se então, que os objetivos propostos para o trabalho foram alcançados.

4.2. Limitações e trabalhos futuros

A proposta de ação elaborada no presente trabalho não deve ser aplicada de maneira direta a outra obra ou empresa, mesmo em situações em que as mesmas apresentem aspectos semelhantes, visto que a proposta apresentada é resultado de uma avaliação realizada em uma obra específica. Porém, ressalta-se que a forma como a avaliação e as propostas foram elaboradas se caracteriza em método interessante para a avaliação de obras, sendo assim, recomenda-se a aplicação a outros canteiros específicos. Pois permite, a avaliação direta sobre as atividades realizadas no dia a dia das obras.

Destaca-se, ainda, como limitações da pesquisa, o fato de que a mesma não levou em consideração a avaliação dos demais intervenientes no processo de execução de obras: Projetistas, Fornecedores, Clientes externos, etc.

Assim, para trabalhos futuros, recomenda-se:

- Avaliar a empresa, de maneira mais aprofundada, em suas demais obras e intervenientes (Diretoria, Projetistas, Fornecedores, Clientes, etc).
- Avaliar o setor em um determinado local ou região de modo a diagnosticar e promover, a disseminação e desenvolvimento da filosofia *Lean construction*.

REFERÊNCIAS

ALVES T. e NETO J. **Análise estratégica da implementação da filosofia *Lean* em Empresas construtoras.** SIMPOI, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023:** Elaboração de Referências. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520:** Apresentação de Citações em documentos. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT. **NBR 13.531.** Elaboração de Projetos de Edificações: Atividades técnicas. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. [Online]. Acessado em 14 de agosto de 2013. - <http://www.abcp.org.br/conteudo/basico-sobre-cimento/aplicacoes/aplicacoes-alvenaria-estrutural>

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

BRASILIANO, A.E. **Gestão do desenvolvimento de projetos das edificações públicas, um modelo segundo os princípios da engenharia simultânea.** 2000. 245p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, 2000.

CARVALHO, B. S. **Proposta de um modelo de análise e avaliação das construtoras em relação ao uso da construção enxuta.** Dissertação de mestrado em Construção Civil. Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-graduação em Construção Civil: 2008.

CBIC - Camara Brasileira da Industria da Construção [Online]. Acessado em 23 de Março de 2013. - <http://www.cbic.org.br/sala-de-imprensa/noticia/mais-competitividade-para-a-industria-nacional5>

CONTE, A. S. I. **“Lean Construction”:** O Caminho da Excelência operacional na Indústria da Construção Civil. In: “LEAN CONSTRUCTION”: A Construção sem Perdas, 1. 1996. Anais. Logical Systems.

FERRO J. **Lean Institute Brasil [Online]**. – Acessado em 28 de maio de 2013. – <http://www.lean.org.br/>.

FORMOSO, C. **A Knowledge Based Framework for Planning House Building Projects**. Salford: University of Salford – Department of Quantity and Building Surveying, 1991.

FORMOSO C. **Lean Construction: Princípios básicos e exemplos Relatório** - Núcleo Orientado para inovação da Edificação. Porto Alegre, 2002.

GEHBAUER, F; HEINECK, L. F. M.; LINARD, R. **Racionalização na construção civil**. Fortaleza: Senai, 2003. Apresentação em Microsoft Powerpoint com 21 slides, color, 4,2 Mb.

HOFACKER A. et al. **Rapid lean construction - quality rating model IGLC** - International Group for Lean Construction. Manchester - UK, 2008.

HOWELL, G. **What is Lean Construction?** Proceeding of the 7th annual conference of IGLC, Califórnia, EUA, 1999

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

JUNQUEIRA, L. **Aplicação da Lean Construction para redução dos custos de Produção da Casa 1.0**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.2006

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford, EUA, CIFE, agosto 1992. Technical Report No 72.

KOSKELA L. **Lean Production in Construction. Proceeding...** of the 1st International Conference on Lean Construction, Espoo, 1993.

KUREK, J. **Introdução dos princípios da Filosofia de Construção Enxuta no Processo de Produção em uma Construtora em Passo Fundo** - RS. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – UPF, Passo Fundo, 2005.

LUBBEN, R.T., **Just-In-Time: uma estratégia avançada de produção**. São Paulo: McGraw- Hill, 1989.

MARQUES, S. **Lean Construction and Just in Time - Introdução na construção portuguesa**. Dissertação de mestrado, Instituto Superior Técnico, Portugal, 2007.

MELLES, B. **What do we mean by Lean Production in Construction?**. 2º IGLC Meeting Procedures, Chile, 1994.

PARO, P. **Diagnóstico da Cultura Lean, Baseado no Competing Values Framework**. 2012. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção), Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.

PICCHI, F. A. **Lean Thinking (mentalidade enxuta): avaliação sistemática do potencial de aplicação no setor de construção**. In: II SIBRAGEC. Anais... Antac. Fortaleza, 2001.

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

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção**; trad. Eduardo Schaan, 2º edição - Porto Alegre, Artes Médicas, 1996.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Sistemas de Produção: a produtividade no chão de fábrica**. Porto Alegre: Bookman, 1999.

WOMACK J.; JONES D. e ROOS D. **A máquina que mudou o mundo** - Rio de Janeiro: Campus, 2004.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas: Elimine os Desperdícios e Crie Riquezas**. Rio de Janeiro: Campus, 1998. 427p.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário adaptado de Carvalho (2008)

Objetivo: Avaliar a presença dos princípios do *Lean Construction* em um canteiro de obras.

PRINCÍPIOS DO LEAN CONSTRUCTION	
1	REDUZIR ATIVIDADES QUE NÃO AGREGAM VALOR
2	MELHORAR O VALOR DO PRODUTO ATRAVÉS DA CONSIDERAÇÃO DAS NECESSIDADES DOS CLIENTES
3	REDUZIR A VARIABILIDADE
4	REDUZIR O TEMPO DE CICLO
5	SIMPLIFICAR E MINIMIZAR O NUMERO DE PASSOS E PARTES
6	MELHORAR A FLEXIBILIDADE DO PRODUTO
7	MELHORAR A TRANSPARÊNCIA DO PROCESSO
8	FOCAR O CONTROLE DO PROCESSO GLOBAL
9	INTRODUZIR MELHORIA CONTINUA AO PROCESSO
10	BALANCEAR AS MELHORIAS NO FLUXO COM AS MELHORIAS DAS CONVERSÕES
11	BENCHMARK

1.	REDUZIR ATIVIDADES QUE NÃO AGREGAM VALOR
1.1	O layout atual do canteiro de obras foi locado para :
	(a) Atender os fluxos. Montado com base em uma projeção dos fluxos futuros de trabalho na obra
X	(b) Locado naturalmente sem planejamento mas ao longo da obra será adaptado de forma a atender melhor os fluxos.
	(c) Locado naturalmente sem planejamento dos fluxos futuros de trabalho na obra e permanecerá fixo até o termino da obra
1.2	O canteiro de obras é:
	(a) Mantido limpo e organizado com vias de acesso limpas e desimpedidas, melhorando os fluxos.
X	(b) Sempre que possível o canteiro é mantido limpo e organizado, as vias de acesso nem sempre estão totalmente desimpedidas.
	(c) São raras as vezes em que o canteiro é mantido limpo e organizado, pois esse fator é inibido pela cobrança por produtividade.

1.3	O nível de defeitos, gerando retrabalho é considerado:
X	(a) Baixo. São poucas as situações que ocasionam retrabalho
	(b) Médio.
	(c) Alto. Situações de retrabalho acontecem com frequência.
1.4	Com relação ao transporte de materiais no canteiro, afirma-se que:
	(a) Existem equipamentos na obra para auxiliar nos transportes verticais e horizontais dos materiais, mas não são suficientes.
X	(b) Todos os equipamentos necessários para auxiliar nos transportes verticais e horizontais dos materiais estão na obra.
	(c) Não existe nenhum equipamento.
1.5	Com relação a distribuição dos materiais no canteiro, afirma-se que:
	(a) Os materiais são distribuídos sempre próximos ao ponto de aplicação. Dessa forma, as atividades de transporte são minimizadas.
X	(b) Alguns materiais são distribuídos próximos ao ponto de aplicação, enquanto outros não.
	(c) Os materiais não são distribuídos próximos ao ponto de aplicação.
1.6	Com relação aos procedimentos para realização das principais atividades no canteiro de obras, afirma-se que:
	(a) Existem procedimentos padronizados e são utilizados
X	(b) Existem procedimentos padronizados, porém na prática não são utilizados
	(c) Não existem procedimentos padronizados para nenhuma atividade.

2	MELHORAR O VALOR DO PRODUTO ATRAVÉS DA CONSIDERAÇÃO DAS NECESSIDADES DOS CLIENTES
2.1	Com relação a conscientização dos operários da obra sobre as diferenças entre o clientes internos e clientes finais, afirma-se que:
	(a) Os Trabalhadores da obra recebem treinamento/orientação sobre as diferenças entre os clientes internos e clientes finais
X	(b) Os operários não recebem treinamento/orientação sobre as diferenças entre os clientes internos e clientes finais

2.2	Com relação aos clientes internos a obra, afirma-se que:
	(a) O cliente interno possui um meio de comunicação eficiente, no qual pode fazer suas considerações sobre os trabalhos realizados.
X	(b) O cliente interno não possui um meio de comunicação eficiente, no qual pode fazer suas considerações sobre os trabalhos realizados.

3	REDUZIR A VARIABILIDADE
3.1	Existe algum sistema de controle da qualidade implantado no canteiro? Ele é eficiente?
	(a) Sim, e é eficiente.
X	(b) Sim, mas não é eficiente. Ainda está sofrendo alterações, buscando aperfeiçoamento.
	(c) Sim, mas só existe na teoria. Na prática ainda não está bem implantado.
	(d) Não existe nenhum sistema da qualidade.
3.2	São práticas adotadas pela empresa para reduzir a variabilidade:
	(a) Aumento da mecanização nos canteiros
X	(c) Procedimentos formalizados para a maioria das atividades no canteiro de obras
	(c) Não são adotadas práticas para a reduzir a variabilidade
3.3	Com relação ao planejamento da obra, afirma-se que:
X	(a) Existe um planejamento formalizado da obra, contendo planos de longo, médio e curto prazo.
	(b) Existe um planejamento formalizado da obra mas apenas de longo prazo.
	(c) Não existe nenhum tipo de planejamento formalizado.
3.4	Em caso de existência de um planejamento formalizado, afirma-se que:
	(a) Existe, mas não é utilizado na prática.
X	(b) Existe, e é utilizado na prática.

4	REDUZIR O TEMPO DE CICLO
4.1	Os tempos de ciclo das atividades da obra são conhecidos? (Conceito: tempo de ciclo = tempo de processamento + tempo de inspeção + tempo de espera + tempo de movimentação)
X	(a) Sim.
	(b) Não.
4.2	Com relação a política de estoques adotada na obra, afirma-se que:
	(a) Estoques grandes e com pequena rotatividade.
	(b) Estoques grandes e com alta rotatividade.
	(c) Estoques pequenos e com pequena rotatividade.
X	(d) Estoques pequenos e com alta rotatividade
4.3	Existe o controle sobre a produtividade dos operários?
	(a) Nenhum.
X	(b) Pouco.
	(c) Muito.

5.	SIMPLIFICAR E MINIMIZAR O NUMERO DE PASSOS E PARTES
5.1	Visando a redução de passos e partes, a obra em avaliação utiliza-se de:
	(Marcar até quatro alternativas)
X	(a) Produtos pré-moldados.
	(b) “Kits” (ex. kits hidráulicos, elétricos, entre outros).
X	(c) Gabaritos ou outros equipamentos.
	(d) Nenhuma das alternativas anteriores.
	(e) Outros.
5.2	Com relação a quais tarefas serão realizadas pelos trabalhadores do canteiro na semana, afirma-se que:
	(a) As informações estão sempre disponíveis de forma clara e acessível para todos os trabalhadores do canteiro.

X	(b) As informações são passadas ao mestre de obra e encarregados. Cabe a eles repassar essas informações aos trabalhadores, não sendo verificado se as informações foram transmitidas
	(c) Nem sempre essas informações estão claras para a equipe administrativa da obra. Quando estão definidas, são repassadas para os trabalhadores.
	(d) Nem sempre essas informações estão claras para a equipe administrativa da obra. Mas, mesmo quando estão definidas, não são repassadas para os trabalhadores.

6.	MELHORAR A FLEXIBILIDADE DO PRODUTO
6.1	Com relação ao produtos finais ofertados pela obra (Edificação/apartamentos), afirma-se que:
	(a) Todos possuem flexibilização de layout.
	(b) A maioria dos produtos possui flexibilização de layout.
	(c) Poucos produtos possuem flexibilização de layout.
X	(d) Nenhum produto possui flexibilização de layout.
6.2	Ainda com relação ao produtos finais ofertados pela obra (Edificação/Apartamentos), afirma-se que:
	(a) Todos possuem flexibilização no tipo de material.
	(b) A maioria possui flexibilização no tipo de material.
	(c) Poucos possuem flexibilização no tipo de material.
X	(d) Nenhum possui flexibilização no tipo de material

7	MELHORAR A TRANSPARÊNCIA DO PROCESSO
7.1	Com relação a indicadores de desempenho na obra, afirma-se que:
	(a) Não existem indicadores de desempenho na obra.
X	(b) Existem indicadores de desempenho na obra e são eficientes
	(c) Existem indicadores de desempenho na obra, mas não são eficientes

7.2	Com relação a sistemas de comunicação utilizados em obras, afirma-se que:
	(a) Na obra são utilizados painéis, placas, quadros, rádios ou outros, e esses dispositivos são eficientes
X	(a) Na obra são utilizados painéis, placas, quadros, rádios ou outros, mas esses dispositivos não são eficientes
	(c) Não Existe sistema de comunicação

8.	FOCAR O CONTROLE DO PROCESSO GLOBAL
8.1	Com relação ao planejamento, afirma-se que:
	(a) Não existem nenhum controle sobre o planejamento da obra.
X	(b) Existe pouco controle sobre o planejamento da obra
	(c) Existe total controle sobre planejamento da obra
8.2	Com relação ao orçamento da obra, afirma-se que:
	(a) Não existem nenhum controle sobre o orçamento da obra.
X	(b) Existe pouco controle sobre o orçamento da obra
	(c) Existe total controle sobre orçamento da obra

9.	INTRODUZIR MELHORIA CONTINUA AO PROCESSO
9.1	Com relação ao conceito de melhoria contínua do processo, afirma-se que:
X	(a) Busca-se constantemente a melhoria dos processos da obra através do uso de novas tecnologias e soluções
	(b) Não busca-se a melhoria dos processos
9.2	Com relação a treinamentos e capacitação dos trabalhadores da obra, afirma-se que:
X	(a) Os trabalhadores da obra frequentemente passam por treinamento internos na empresa
	(b) São oferecidas bolsas de estudos ou algum incentivo para cursos.
	(c) Nunca são realizados treinamentos e nem incentivada a capacitação dos trabalhadores da obra

10	BALANCEAR AS MELHORIAS NO FLUXO COM AS MELHORIAS DAS CONVERSÕES
10.1	Com relação ao fluxo de informações na obra, afirma-se que:
X	(a) Não existem nenhum controle sobre o fluxo de informações na obra.
	(b) Existe pouco controle sobre o fluxo de informações da obra
	(c) Existe total controle sobre o fluxo de informações da obra
10.2	Com relação as compras e entregas de materiais na obra, afirma-se que:
	(a) Não existem nenhum controle sobre as compras e entregas de materiais na obra.
	(b) Existe pouco controle sobre as compras e entregas de materiais na obra
X	(c) Existe total controle sobre as compras e entregas de materiais na obra
10.3	Com relação aos fluxos de pessoas no interior da obra, afirma-se que:
X	(a) Foram considerados durante o planejamento do canteiro
	(b) Foram considerados durante o planejamento do canteiro e constantemente são repensados para obter melhor desempenho no trabalho.
	(c) Não foram considerados.

11	BENCHMARK
11.1	Com relação a utilização de referências de ponta para as atividades na obra, afirma-se que:
X	(a) Sempre são utilizadas referencias de ponta nas atividades da obra
	(b) Nem sempre são utilizadas referencias de ponta nas atividades da obra
	(c) Nunca são utilizadas referencias de ponta nas atividades da obra

APENDICE B – Plano de Melhorias

PROPOSTA DE AÇÕES			
Princípio	Situação Atual	Ação de Melhoria Proposta	Situação Futura
REDUZIR ATIVIDADES QUE NÃO AGREGAM VALOR	Canteiro elaborado sem planejamento formalizado sobre os fluxos de trabalho, informação, pessoas e materiais. Simplesmente esboçado por meio de um croqui.	Realizar estudo dos processos da obra por meio de ferramentas como o mapeamento do fluxo de valor para introduzir uma logística interna, minimizando as distâncias entre os materiais, equipamentos e local de utilização	Melhoria nos fluxos de trabalhos na obra; redução de atividades que consomem tempo, recursos e espaço
MELHORAR O VALOR DO PRODUTO ATRAVÉS DA CONSIDERAÇÃO DAS NECESSIDADES DOS CLIENTES	Operários sem conscientização sobre que são os clientes internos e externos	Realizar palestras de orientação e conscientização sobre que são os clientes internos e quais as suas necessidades para as principais atividades da obra (Ex: Assentamento de Bloco, seguir especificações de projeto)	Melhoria das atividades realizadas por cada operário
REDUZIR A VARIABILIDADE	Procedimentos padronizados de execução/controla de serviços e recebimento/controla de materiais;	Realizar treinamento da mão de obra segundo os procedimentos padronizados de execução/controla e recebimento/controla de materiais	Melhoria na execução dos serviços reduzindo situações de retrabalho
REDUZIR O TEMPO DE CICLO	Conhecimento dos tempos de ciclo das atividades na obra	Reduzir as atividades que não agregam valor por meio da ação proposta para o 1º Princípio	Redução dos tempos de processamento, inspeção e espera das atividades que compõe o ciclo de concretagem da laje
SIMPLIFICAR E MINIMIZAR O NUMERO DE PASSOS E PARTES	Sistema Construtivo em alvenaria estrutural, Presença de elementos pré-fabricados	Elaborar painel de Kanbans composto por kits de materiais (Ex: Kit de alvenaria, Kit de Argamassa, Kit Elétrico, etc.) de modo a dispenibilizar o kit de material solicitado no local de trabalho	Melhoria do atendimento dos locais de trabalho
MELHORAR A TRANSPARÊNCIA DO PROCESSO	Não existem indicadores e dispositivos de visualização e comunicação no canteiro	Inserir dispositivos de visualização e comunicação, como um mural de divulgação de indicadores, prazos e metas em local que permita a visualização por todos; Inserir um quadro de informações em cada pavimento disponibilizando as informações necessárias para cada serviço; Identificar os locais de armazenamento dos materiais;	Processo mais transparente e com maior confiabilidade; Locais de visualização e transmissão da comunicação interna; Locais de armazenamento de materiais identificados
FOCAR O CONTROLE DO PROCESSO GLOBAL	Pouco controle sobre planejamento, orçamento e desperdício de materiais	Identificar e mapear os pontos de desperdício dentro da obra e Atuar em suas causas	Conhecimento dos principais pontos de desperdícios de materiais na obra e eliminação dos mesmos
INTRODUZIR MELHORIA CONTINUA AO PROCESSO	Ausência de procedimentos que permitam ações corretivas, preventivas e a identificação de problemas e suas possíveis causas	Elaborar procedimentos de ação corretiva e preventiva, identificando problemas e suas possíveis causas	Procedimentos padronizados para a atuação diante de não conformidades a obra
BALANCEAR AS MELHORIAS NO FLUXO COM AS MELHORIAS DAS CONVERSÕES	Sistema de estoques presentes na obra ainda pouco eficiente	Organizar os estoques por meio de um painel de controle de estoques que demonstre o consumo diário, o estoque mínimo e a situação atual, e assim demonstre a necessidade de reposição de estoque	Melhoria quanto o planejamento do recebimento dos materiais