

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Gilson Ferraz Dias

**IMPLANTAÇÃO DE FERRAMENTAS DA
FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION: ESTUDO
DE CASO**

Taubaté – SP

2016

Gilson Ferraz Dias

**IMPLANTAÇÃO DE FERRAMENTAS DA
FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION: ESTUDO
DE CASO**

Monografia apresentada para obtenção do Título de Especialista pelo Curso de Pós-graduação em Gestão de Processos Industriais do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.
Orientador: Prof. Me. Jair Gustavo de Mello Torres.

Taubaté – SP

2016

Ficha Catalográfica elaborada pelo SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas – UNITAU - Biblioteca das Engenharias

S586e DIAS, Gilson Ferraz
Implantação de Ferramentas da Filosofia Lean Construction:
Estudo de Caso / Gilson Ferraz Dias - 2016

61f. : il; 30 cm.

Dissertação (Especialização em gestão e processos industriais) – Universidade de Taubaté. Departamento de Engenharia Mecânica, 2016
Orientador: Prof. Me. Jair Gustavo de Mello Torres,
Departamento de Engenharia Mecânica.

1 – Lean Construction; 2 – Construção Enxuta; 3 – Gerenciamento da Produção; 4 – Melhorias no processo produtivo.

GILSON FERRAZ DIAS
IMPLANTAÇÃO DE FERRAMENTAS DA FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION:
ESTUDO DE CASO

Monografia apresentada para obtenção do Título de Especialista pelo Curso de Pós-graduação em Gestão de Processos Industriais do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.
Área de Concentração: Engenharia de Produção
Orientador: Prof. Me. Jair Gustavo de Mello Torres.

Data: _____

Resultado: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. _____
Assinatura _____

Universidade de Taubaté

Prof. _____
Assinatura _____

Universidade de Taubaté

Dedico este trabalho aos meus pais e a todos que, de alguma forma, influenciaram em minha vida para que eu chegasse até aqui. A todos os professores e profissionais que me auxiliaram ao longo desta especialização.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me permitir concluir mais etapa e alcançar mais um propósito de vida.

Aos meus irmãos e familiares, por estarem sempre ao meu lado e acreditarem nos meus sonhos.

Ao Prof. Me. Jair Gustavo de Mello Torres, por disponibilizar toda a sua experiência através de seus trabalhos acadêmicos e pela habilidade com que orientou este trabalho.

Aos meus colegas de classe, por toda amizade e companheirismo que construímos ao longo do curso.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis. ”

José de Alencar

DIAS, G. F. **IMPLANTAÇÃO DE FERRAMENTAS DA FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION: ESTUDO DE CASO**. 2016. 61f. Monografia (Especialização em Gestão de Processos Industriais) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Taubaté, Taubaté.

RESUMO

Atualmente, empresas do setor da construção civil tem direcionado seus esforços no sentido da modernização e incorporação de um modelo de produção que considera as atividades de conversão e fluxo para promover a otimização do processo de manufatura, baseado em pesquisas expostas pela comunidade acadêmica, programas institucionais envolvendo entidades setoriais, governamentais e iniciativas individuais, por parte de algumas empresas de construção, foi desenvolvida uma filosofia de gestão adaptada dos conceitos de fluxo e geração de valor presentes no pensamento enxuto atrelados à construção civil, a qual foi chamada de Construção Enxuta, entre os principais benefícios deste modelo de gerenciamento distingue-se as ferramentas que identificam com clareza as necessidades da organização e ampliam as boas práticas em busca de vantagens competitivas, gerando melhorias contínuas no processo produtivo. Esta monografia busca evidenciar não só a importância, mas também, a eficiência desse modelo de gestão, para isso, iniciamos o estudo na fronteira teórico-prática do gerenciamento, identificando e caracterizando aspectos dos processos construtivos em busca de indicadores para medir sua eficácia na prática, relatando assim o diagnóstico e indicando meios de implantação do modelo em empresas do ramo da construção civil, observando sistematicamente a realidade da organização e as oportunidades de otimizar os processos de produção, partindo assim, para definição e elaboração de procedimentos otimizados fundamentados nos princípios da construção enxuta.

Palavras-chaves: Construção Enxuta, Gerenciamento da Produção, Melhorias no Processo Construtivo.

DIAS, G. F. **IMPLANTATION OF TOOLS OF PHILOSOPHY LEAN CONSTRUCTION: CASE STUDY.** 2016. 61f. Monograph (Specialization in Industrial Process Management) - Department of Mechanical Engineering, Taubaté University, Taubaté

ABSTRACT

Currently, the construction sector companies have directed their efforts towards modernization and the introduction of a production model that considers the conversion activities and flow to promote the optimization of the manufacturing process, based on exposed research by the academic community, institutional programs involving industry, government and individual initiatives entities, by some construction companies, a management philosophy adapted the flow of concepts and value creation present in lean thinking linked to construction was developed, which was called lean construction, between the main benefits of this management model can highlight the tools that clearly identify the organization's needs and expand best practices in search of competitive advantages, generating continuous improvements in the production process. This monograph search evidencializar not only the importance, but also the efficiency of the management model for that, we started the study in theoretical and practical border management, identifying and characterizing aspects of the construction process in search of indicators to measure their effectiveness in practice thus reporting the diagnosis and indicating model deployment means in branch companies construction, systematically observing the reality of the organization and opportunities to optimize production processes, starting so for definition and development of optimized procedures based on the principles of lean construction.

Keywords: Lean Construction, Production Management, Improved Construction Process.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Gestão de projetos na construção civil.....	19
Figura 2 – Evolução da Gestão da Produção na Construção Cível.....	22
Figura 3 – Princípios do Lean Cosntruction.....	23
Figura 4 – Redução de custo através da eliminação das sete perdas	25
Figura 5 – A Casa Lean Construction.....	30
Figura 6 – Aplicação do Kaizen	33
Figura 7 – Ciclo PDCA	34
Figura 8 – Sistema Andon na Construção Civil	36
Figura 9 – Mecanismo de funcionamento do Kanban	38
Figura 10 – Exemplo de nivelamento de produção pelo Heijunka.....	40
Figura 11 – Modo de funcionamento do conceito Jidoka	41
Figura 12 – Os circuitos do Jidoka	42
Figura 13 – Ciclo de Contole Poka-Yoke.....	44
Figura 14 – Sensores do Sistema Poka-Yoke.....	45
Figura 15 – Quadro Heijunka-Box Kanban para controle dos kits de instalação	52
Figura 16 – Painel de cartões Kanban do processo de produção de argamassa	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Racionalização construtiva viabilizada por princípios do Lean Construction	27
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Justificativa	14
1.2 Objetivo Geral	15
1.3 Objetivos Específicos	16
1.4 Estrutura.....	16
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 A Gestão da produção na construção	18
2.2 Surgimento, Princípios e Conceito da Filosofia Lean Construction	21
2.3 Aplicação dos princípios da construção enxuta	26
2.4 Ferramentas de implantação da Construção Enxuta	30
2.4.1 Melhoria contínua “Kaizen”	32
2.4.2 PDCA	34
2.4.3 Andon	35
2.4.4 Kanban	37
2.4.5 Heijunka Box	39
2.4.6 Jidoka	40
2.4.7 Poka-Yoke	43
3 MÉTODOS	46
4 ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS NO ESTUDO	48
4.1 Discussão.....	48
4.2 Análise dos Resultados.....	50
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
5.1 Sugestões para Futuras Pesquisas.....	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

1 INTRODUÇÃO

Com novo cenário na economia mundial, o mercado global sinaliza para um novo modelo de gestão baseado, principalmente, na redução dos custos dos produtos e serviços, e das margens de lucratividade, além da melhoria substancial do nível de atendimento aos clientes, para isso, faz-se necessário um sistema inteligente e eficaz de gestão, interno e externo às organizações, sendo elemento fundamental para a manutenção ou estabelecimento da competitividade das mesmas. A construção de edificações habitacionais é fundamentada, na maioria dos casos, em processos de produção artesanais desprovidos de um sistema ou filosofia de gestão que auxilie na melhoria tanto dos processos quanto do produto final. O caráter artesanal da produção de residências revela o descaso de alguns profissionais para com a gestão dos procedimentos, que também envolve a fase de planejamento e projeto.

O déficit habitacional no Brasil tem fomentado uma série de iniciativas para melhorias e modernização do setor. A carência de construção de residências, gira em número da ordem de milhões, incentivando a construção civil a desenvolver e utilizar novos sistemas construtivos e princípios de gestão que garantam a qualidade dos serviços e da edificação como produto final.

Segundo Rolim (2012), a filosofia *Lean Construction* é a aplicação dos princípios e conceitos do *Lean Production*, na construção civil. Os conceitos da produção enxuta vêm de Taiichi Ohno e Shingeo Shingo por volta da década de 50 e suas aplicações na indústria automobilística. Querendo inovar e otimizar a forma de produzir, ambos começaram a pensar em novas formas de gestão para Toyota Motor Company. A empresa então se destacou pela nova forma de gestão implantada, conhecida como STP (Sistema Toyota de Produção). Dentre as novas ideias, simples e inovadoras, destacava-se o objetivo comum que as guiavam: aumentar eficiência da produção e como resultado a máxima diminuição de desperdícios.

Mas foi através de um pesquisador finlandês Lauri Koskela que esses conceitos foram transmitidos e adaptados para a construção civil, mantendo, no entanto, a mesma base filosófica. As mudanças do *Lean Production* eram basicamente conceituais, de forma que se reforça o desejo de mudar a forma como os processos eram compreendidos (LIMA, 2016).

Segundo Koskela (1992), durante muitos anos a construção civil tem desenvolvido suas atividades com base em um modelo de administração da produção, com ênfase nas atividades de conversão, as quais representam atividades de

processamento ou modificação da forma ou substância de um material. Esse modelo negligencia as demais atividades envolvidas na realização de um serviço, como inspeção, transporte e espera, que não sejam consideradas com a devida importância. Apesar da complexidade do tema, as inovações desta filosofia podem ser resumidas em três pontos:

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

As maiores responsáveis pelo aumento dos custos e ineficácia produtiva são, exatamente, as atividades de fluxo que chegam a superar as atividades de conversão, além do que as empresas que não dominam totalmente o processo de produção (neste caso, associado a um sistema construtivo), tornam os processos de conversão ainda mais complicados de serem executados (KOSKELA, 1992).

As construtoras há muito têm desenvolvido suas atividades tendo como eixo um modelo de gerenciamento da produção com destaque nas atividades de conversão, como o processamento ou transformação da forma ou substância de um material. Esse modelo foge do novo padrão, que sinaliza para um novo modelo de gestão baseado, principalmente, em busca de vantagens competitivas para se destacar no competitivo mercado, como redução dos custos dos produtos e serviços, e das margens de lucratividade, além da melhoria substancial do nível de atendimento aos clientes. A adaptação e aplicação dos conceitos e princípios da Produção Enxuta, na construção, são um desafio, principalmente, porque esse processo representa a construção de uma teoria para o gerenciamento da construção.

Segundo Cabette e Souza (2014), a implementação da “*Lean Construction*” é viável e deve ser entendida como uma filosofia que busca aperfeiçoar acima de tudo o processo de gestão da produção, consolidando assim uma nova forma de competitividade sustentada em ambientes de elevados níveis de incerteza e risco. O sucesso da implantação dos princípios da “*Lean Construction*” depende do comprometimento da alta gerência, da priorização das necessidades da obra e do

treinamento dos funcionários e de todos os envolvidos no processo. Para que ocorra um aperfeiçoamento da técnica seria viável que todos os funcionários da obra passassem por treinamentos de qualificação e assim estariam aptos a exercerem sua função de maneira segura e com perfeição. Com isso, além de “bem preparados” minimizariam barreiras culturais existentes no Brasil, que limitam técnicas precisas como em outros países, por exemplo, na Europa ser pedreiro, pintor ou encanador é uma opção e existe todo um estudo e preparo para isso, enquanto no Brasil estas profissões são “escolhidas” por falta de opção e muitas vezes de estudo, o que leva ao grau elevado de desqualificação.

Estabelecido o ponto norteador deste estudo de caso, com essas considerações iniciais, destaco a questão da pesquisa: “Como podem ser introduzidos os princípios da filosofia de Construção Enxuta de forma que oportunizem melhorias no processo de produção no setor da construção civil?”

Este trabalho objetiva aplicar os princípios e conceitos da filosofia de construção enxuta ou *Lean Construction* de forma a otimizar os processos de produção na construção civil, buscando alcançar importantes vantagens competitivas, como o diferencial nos custos e eficiência e eficácia nos processos realizados, pois, geralmente os custos produtivos e a qualidade dos serviços e produtos tendem a um grau de semelhança cada vez mais elevado, independentemente do local de produção e, por isso, o grande diferencial está nas operações. Sob a ótica conceitual, Koskela (1992) identifica as principais deficiências deste sistema. A principal falha neste conceito é a desconsideração das ações que formam o fluxo físico entre as atividades de conversão; tais ações são denominadas atividades de fluxo, identificadas por transporte, espera e inspeção.

1.1 Justificativa

As construtoras buscam melhorar a eficiência dos seus processos produtivos, através da criação de um ambiente de transparência em seus canteiros de obras e da utilização de técnicas e práticas de gerenciamento e controle da produção. Desta forma, a apresentação dos conceitos da Construção Enxuta, neste momento, justifica-se pela contribuição com a formulação de estratégias de melhoria e apoio gerencial para estas empresas.

Segundo Paliari (1999), se, por um lado, a ocorrência das perdas de materiais/componentes tem uma expressão significativa, no que se refere à possibilidade de redução dos custos de produção, por outro, as implicações de tal ocorrência extrapolam o âmbito dos canteiros de obras, pois ao se desperdiçar materiais/componentes, estar-se-á incorrendo em desperdício de recursos naturais.

Segundo Picchi (2001), são diversas as empresas que têm atingido o importante passo de estabilização dos processos produtivos, garantindo a qualidade de seu produto, utilizando os conceitos da mentalidade enxuta. As empresas procuram formas de dar passos além, na direção de ganhos significativos de produtividade e competitividade.

A mentalidade enxuta é, sem dúvida, um caminho para este salto esperado, como tem sido demonstrado, em diversos setores e por experiências iniciais na construção. Por outro lado, a base propiciada por estes sistemas de gestão, com a utilização de procedimentos padronizados, controle e melhoria da qualidade, serve de apoio à implantação da Produção Enxuta (PICCHI, 2001).

Esta monografia propõe aplicar práticas embasadas nos conceitos da filosofia de Construção Enxuta, para análise sistemática das oportunidades potenciais de melhoria no setor da construção. Este estudo de caso deve colaborar para o entendimento pleno sobre as complexas relações que existem entre os conceitos e técnicas e no reconhecimento de lacunas e prioridades, para futuros estudos.

1.2 Objetivo Geral

O foco central deste estudo é evidenciar o quão importante a filosofia de construção enxuta ou *lean Construction* é como ferramenta facilitadora no gerenciamento da produção na construção civil, realizando uma avaliação cultural das práticas embasadas nos conceitos da filosofia da Construção Enxuta, por meio de um estudo de caso realizado em um canteiro de obras de uma renomada empresa construtora de prédios residenciais, buscando identificar não só o nível de importância e a utilização diária por parte dos colaboradores das empresas destas ferramentas do sistema de gestão, assim como o grau de satisfação e entendimento dos princípios da construção enxuta, além de identificar os fatores críticos gerados com a implantação de algumas ferramentas lean.

1.3 Objetivos Específicos

Para contemplar o objetivo geral, avaliarei a proposta e os princípios da filosofia Lean Construction como instrumento de otimização dos processos e as vantagens competitivas geradas pela sua implantação, por meio de uma análise atenta e crítica através dos seguintes procedimentos específicos:

- Conhecer técnicas e métodos utilizados no modelo de Construção Enxuta e casos de implantação na construção civil;
- Identificar e apresentar os princípios da Construção Enxuta para a empresa em estudo;
- Propor práticas que evidenciem a implementação dos princípios da Construção Enxuta no canteiro de obras;
- Coletar informações sobre as melhorias observadas no processo de produção da empresa;
- Elaborar uma lista de verificação para diagnóstico e identificação dos princípios da Construção Enxuta em canteiros de obras;
- Identificar os fatores críticos para a implantação dos conceitos da Construção Enxuta, no estudo de caso.

1.4 Estrutura

Além do presente capítulo de introdução, no qual se apresenta o problema de pesquisa, a justificativa, os objetivos, esta monografia está composta por mais cinco capítulos.

No capítulo 2, discute-se o surgimento e os conceitos da Construção Enxuta ou Lean Construction e suas aplicações na indústria. São discutidos, também, a gestão da produção da construção, o modelo atual de produção e sua adaptação para a Construção Enxuta e as ferramentas de gestão Lean. Para compreender a aplicação da Construção Enxuta, são abordados os seus princípios e formas de sua aplicação na indústria da construção.

No capítulo 3, apresenta-se o método de pesquisa utilizado no presente trabalho. Ainda, nesse capítulo, a estratégia, o delineamento da pesquisa, assim como as atividades realizadas são discutidas detalhadamente.

No capítulo 4, são apresentados os resultados do estudo de caso, abrangendo a fase exploratória, com a identificação da empresa para o estudo e observação direta no canteiro de obras, para a descrição de seus processos e a apresentação dos princípios da Construção Enxuta, assim como a intervenção na obra e subsequentemente a avaliação e discussão dos resultados.

No capítulo 5 são apresentadas propostas de diagnósticos para a empresa e as considerações finais obtidas após o desenvolvimento deste trabalho e o levantamento de algumas questões pertinentes como sugestões para futuras pesquisas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A Gestão da produção na construção

Koskela (1992) faz críticas ao gerenciamento convencional da construção como um método de conversão e caracteriza o setor como atividade de conversão orientada, afirmando que seus métodos de gerenciamento violam os princípios de fluxo e melhoria. Como consequência é considerável o desperdício na construção, que é invisível em termos totais. Para o mesmo autor, a produção é um fluxo de material e/ou informação, desde a matéria prima inicial até o produto final. Nesse fluxo, o material é processado (convertido), inspecionado, estocado ou movimentado. Processos de fluxo podem ser caracterizados por seu custo, tempo e valor. A conversão é representada pelo processamento enquanto que as atividades de inspeção, movimentação e espera constituem os fluxos da produção, os quais também podem ser caracterizados por tempo e custo embora não agreguem valor. O valor está referido ao grau de satisfação das necessidades do consumidor.

O planejamento da construção, baseado no processo de fluxos, leva a entendimentos teóricos e orientações práticas que objetivam melhoras. Teoricamente, as causas que originam problemas crônicos são evidenciadas. Há dois grupos de causas: primeiro, o uso de conceitos tradicionais para projeto, produção e organização, que ao longo do tempo tem se mostrado ineficiente, e segundo, a construção tem particularidades que não têm sido adequadamente analisadas e manipuladas (KOSKELA, 1992).

“Além dessas características, é importante ressaltar que a cadeia produtiva na qual se insere o setor da construção civil é bastante complexa e heterogênea e possui uma grande diversidade de agentes intervenientes e de produtos, com diferentes graus de industrialização” (BARROS NETO, 2002).

Segundo Heineck e Machado (2001), contexto da tradução das práticas da manufatura, para o setor da construção civil e do enfoque voltado para a gestão dos processos produtivos, em vez da implementação de tecnologias sofisticadas, baseadas em computador ou na automação, torna-se necessário entender o paradigma organizacional adotado pelas empresas construtoras, nas últimas décadas. Na gestão de projetos na construção civil, como em outras áreas, o principal foco é a satisfação do cliente, e as medidas para se alcançar são mostradas na Figura 1.

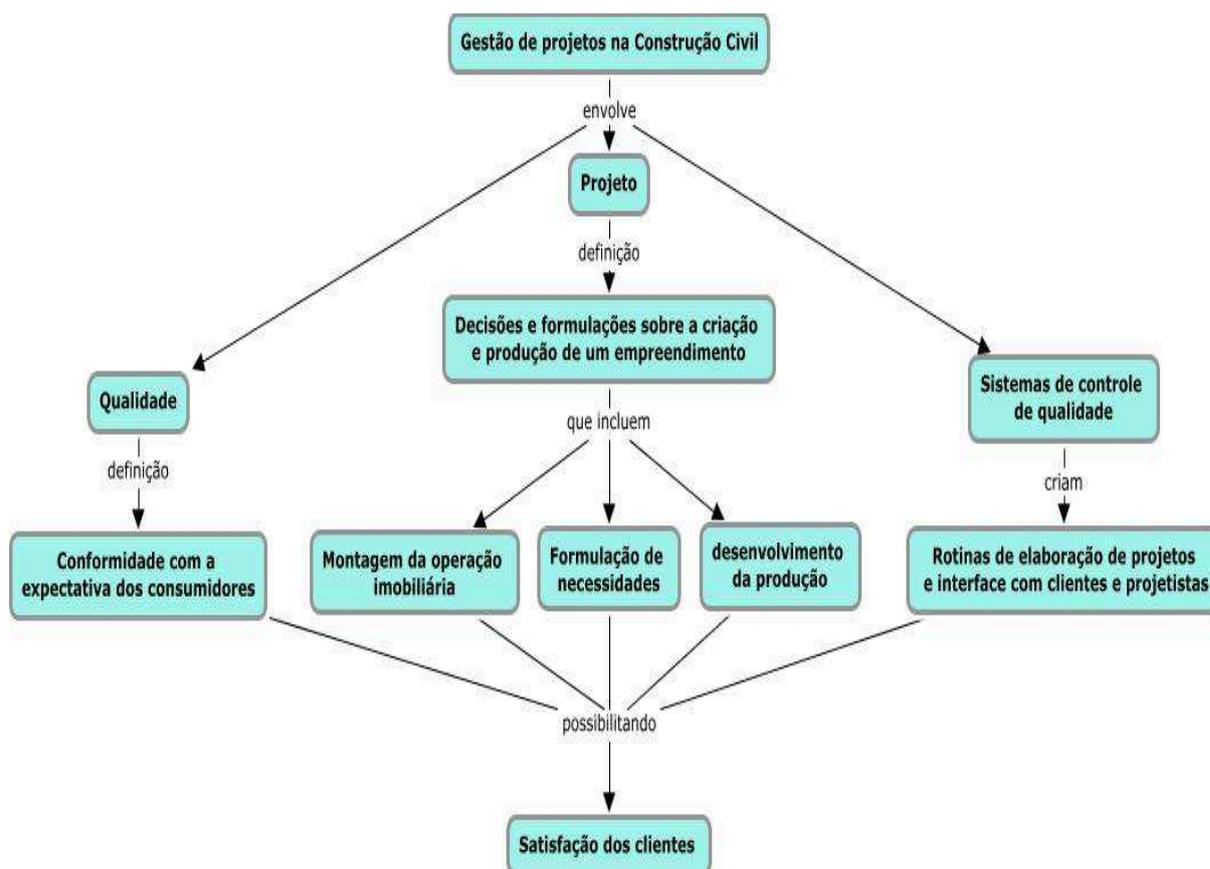


Figura 1 – Gestão de projetos na construção civil
 Fonte - Heineck e Machado (2001)

Segundo Koskela (1992), faz três recomendações para incorporar a qualidade:

- a) Projetar e preferir processos que tenham pouca variabilidade;
- b) Estabelecer mecanismos para detectar e corrigir defeitos rapidamente;
- c) Alentar procedimentos para que as especificações sejam definidas para cada atividade de transformação.

O modelo conceitual dominante na construção civil costuma definir a produção como um conjunto de atividades de conversão que transforma os insumos (materiais e informação) em produtos intermediários (alvenaria, estrutura, revestimento) e, por esta razão, é denominado modelo de conversão. Os mesmos autores caracterizam o modelo de conversão, como um processo que pode ser subdividido em subprocesso, como por exemplo, a estrutura de concreto: execução de formas, corte e dobra da armadura e lançamento e cura do concreto, e consideram que o esforço de minimização do custo total de um processo, em geral, é focado no esforço de minimização do custo de cada subprocesso separadamente; que, o valor do produto de um subprocesso é associado somente ao custo dos seus insumos. Desta forma, assume-se que o valor de um produto pode ser melhorado somente através da utilização de materiais de melhor qualidade ou mão-de-obra mais qualificada. “Este modelo é adotado nos orçamentos convencionais, que são tipicamente segmentados por produtos intermediários e nos planos da obra, nos quais, normalmente, são representadas apenas as atividades de conversão.” (ISATTO et al, 2000).

Barros Neto (2002) destaca cinco características importantes apresentadas pelo subsetor edificações da indústria da construção:

- a) As barreiras de entrada são pouco significativas, pois a construção civil apresenta baixos investimentos em equipamentos e para instalação da empresa, além do uso de tecnologia basicamente artesanal;
- b) Ausência de economia de escala ou curva de experiências, uma vez que muitas empresas trabalham com um pequeno número de obras, que são tratadas isoladamente, dificultando a redução de custos através deste mecanismo;
- c) Ausência de vantagem de tamanho em transações com compradores ou fornecedores, devido ao poder de barganha, que boa parte dos fornecedores exerce sobre a maioria das empresas construtoras;
- d) Necessidade variada de mercado, pois a construção civil trabalha com produtos duráveis e caros e, em geral, o cliente exige que o produto seja de boa qualidade e diferenciado de outros empreendimentos já lançados;
- e) Altas flutuações nas vendas, em virtude da estreita dependência do setor em relação ao nível de crescimento econômico, que acabam não estimulando as empresas a investirem em tecnologias que proporcionam aumento do volume de obras, as quais poderiam gerar aumento da fatia de mercado e redução de custos.

Mattos (2010) criou uma lista de benefícios provenientes da boa prática do planejamento:

- Conhecimento pleno da obra: quando um engenheiro planeja, ele estuda o projeto, técnicas construtivas, o orçamento e o sequenciamento das atividades da obra. Isto lhe permite ter a “obra na mão”, evitando a prática de parar para pensar no trabalho poucos dias antes de começá-lo;
- Detecção de situações desfavoráveis: quanto mais cedo o gestor puder intervir em uma situação desfavorável, melhor. Portanto o planejamento dá a oportunidade de o gestor tomar providências antecipadas, adotando medidas preventivas e corretivas com baixo custo de implantação;
- Agilidade de decisões: o planejamento e controle permitem uma visão real da obra e do seu andamento, servindo como base confiável para as tomadas de decisões perante a mobilização de equipamentos, realocação de materiais e mão de obra, redimensionamento de equipes e alteração de técnicas construtivas;
- Relação com o orçamento: ao utilizar o orçamento e o fluxo de caixa do empreendimento como ferramentas de planejamento, extraíndo os seus índices,

produtividades e dimensionamento de equipes, o engenheiro planejador pode adequar o cronograma físico da obra com os custos previstos, tornando possível avaliar inadequações e identificar oportunidades de melhoria;

- Otimização da alocação de recursos: através da análise do cronograma físico da obra, o gestor pode utilizar as folgas das atividades para tomar decisões importantes como nivelar recursos, prorrogar atividades e mobilizar recursos para mais tarde, isso tudo sem causar o atraso do fim da obra;
- Referência para acompanhamento: o cronograma desenvolvido na fase de planejamento, aquele que se quer ser seguido, é chamado de planejamento referencial ou linha de base. É contra a linha de base que se compara o realizado na obra. Ter um planejamento referencial é importante também para a gestão de pessoas, pois ele é a meta a ser buscada na condução das tarefas diárias;
- Padronização: o planejamento unifica o entendimento do corpo técnico da obra. A falta dele resulta em desentendimentos frequentes entre o engenheiro, empreiteiro, mestre de obras e operários, pois cada um tem sua visão de obra;
- Documentação e rastreabilidade: o planejamento e controle geram registros e documentos periódicos que propiciam a criação de um histórico da obra, útil para resolução de pendências e resgate de informações;
- Criação de dados históricos: O planejamento de uma obra pode servir de base para o planejamento de outras obras, dando assim à empresa uma memória;
- Profissionalismo: o planejamento dentro de uma empresa dá a ela ares de seriedade e comprometimento, causando assim uma boa impressão perante ao mercado, inspirando confiança nos clientes e propiciando novos negócios.

Diante do exposto, pode-se observar que as características do setor da construção, das empresas que o compõem e do seu produto devem ser consideradas quando da análise de processos de formulação e formação das estratégias nas empresas de construção civil.

2.2 Surgimento, Princípios e Conceito da Filosofia Lean Construction

Segundo Heineck e Machado (2001), é intitulada Construção Enxuta, uma adaptação da produção enxuta ao contexto específico do setor da construção civil, esta nova filosofia de produção, embora ainda pouco utilizada pela indústria da

construção, apresenta-se como uma solução mais adequada para os problemas do setor. Isso se deve à sua característica de baixa utilização de tecnologias de hardware e software em termos de máquinas, robôs, sistemas computacionais de gestão ou de automação, que são substituídas por soluções tecnológicas mais simples baseadas no envolvimento da mão-de-obra. Verifica-se que tais características da construção enxuta apresentam bastante coerência com as peculiaridades do setor da construção visto que levam em consideração a dificuldade de implementação e rigidez gerada por uma nova tecnologia de processamento.

Segundo Formoso (2002), no que tange à Indústria da Construção Civil, este esforço foi marcado pela publicação do trabalho *Application of the new production philosophy in the construction industry* por Lauri Koskela em 1992 do *Technical Research Center* da Finlândia, a partir do qual foi criado o IGLC - *International Group for Lean Construction*, engajado na adaptação disseminação do novo paradigma no setor da construção civil em diversos países. Neste trabalho são apresentados alguns conceitos e princípios básicos de gestão da produção cujo conhecimento é necessário para entender a produção enxuta. Com base nesse documento, dois professores e pesquisadores americanos, os engenheiros Gregory Howell e Glenn Ballard, realizam uma primeira reunião sobre Lean Construction na Finlândia, em 1993. Esse novo modelo da gestão da produção na construção civil é baseado em estudos de administração da produção através dos anos, conforme mostrado na Figura 2.



Figura 2 – Evolução da Gestão da Produção na Construção Cível
Fonte – Formoso (2002)

Segundo Pereira e Oliveira (2014), a indústria da manufatura conseguiu, através da aplicação dos conceitos da Lean Production (Produção Enxuta), reduzir as perdas e desperdícios, sendo possível eliminar tudo o que aumenta o custo de produção, produzindo somente o que é valor para os clientes. Baseado nessa filosofia, o Lean Construction (Construção Enxuta), apresenta novos conceitos e alguns métodos e técnicas dos ambientes produtivos industriais que estão sendo aplicados na Construção Civil. Possibilitando, assim, que as empresas explorem novas estratégias empresariais, visando alternativas competitivas que proporcionem um melhor aproveitamento de seus recursos internos e as deixem em vantagem em relação às suas concorrentes. Para facilitar a compreensão dos mesmos, são apresentados alguns exemplos de aplicação na construção civil dos princípios deste modelo de gestão, conforme Figura 2.

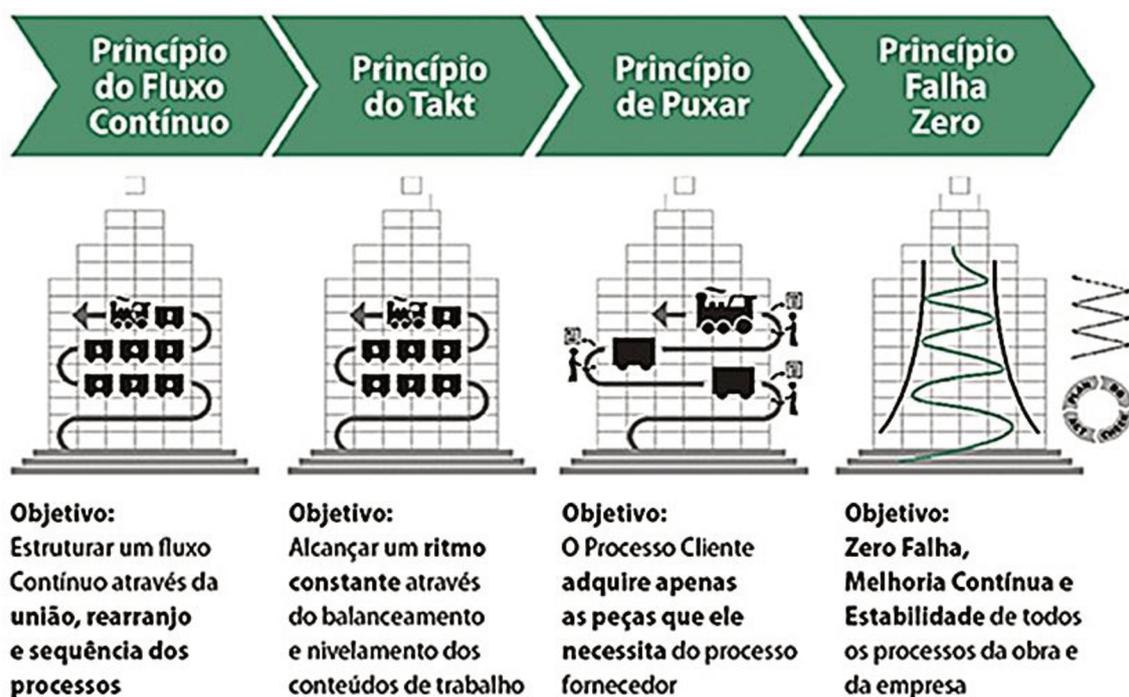


Figura 3 – Princípios do Lean Construction
Fonte – Barros (2015)

Para Riani (2006, apud Ohno, 1997), uma das mais importantes definições de filosofia enxuta é a eliminação de desperdícios e elementos desnecessários a fim de reduzir custos; a ideia básica é produzir apenas o necessário, no momento necessário e na quantidade requerida, a produção enxuta é o resultado da eliminação de sete tipos clássicos de desperdícios, também denominado de perdas, existentes dentro de uma empresa, as sete perdas são:

- Perda por superprodução: a perda por superprodução pode ser por quantidade, que é a produção além do volume programado (sobram peças), ou por antecipação, que é a perda por produzir antes do momento necessário, em que produtos fabricados ficarão estocados aguardando a ocasião de serem consumidos ou processados por etapas posteriores;
- Perda por tempo de espera: este tipo de perda consiste no tempo em que nenhum processamento, transporte ou inspeção é executado. Existem três tipos de perda por espera: no processo, quando ocorre a falta ou atraso na matéria-prima e um lote inteiro fica aguardando a operação da máquina para iniciar sua produção; do lote, quando peças já passaram por determinado processo e tem que esperar todas as outras peças do lote para poder seguir a próxima etapa; e do operador, quando o operário permanece ocioso, assistindo uma máquina em operação;
- Perda por transporte Perda por transporte é aquela que são realizados deslocamentos desnecessários ou estoques temporários. Encaradas como desperdícios de tempo e recursos, as atividades de transporte e movimentação devem ser eliminadas ou reduzidas ao máximo, através da elaboração de um arranjo físico adequado, que minimize as distâncias a serem percorridas. Além disso, custos de transporte podem ser reduzidos se o material for entregue no local de uso;
- Perda por processamento Perda por processamento consiste em máquinas ou equipamentos usados de modo inadequado quanto à capacidade de desempenhar uma operação. Nesse sentido, torna-se importante a aplicação das metodologias de engenharia e análise de valor, que são importantes ferramentas para minimizar este desperdício, que não afeta as funções básicas do produto;
- Perda por movimentação nas operações: esta perda acontece pela diferença entre trabalho e movimento. Relacionam-se aos movimentos desnecessários realizados pelos operadores na execução de uma operação. Por exemplo, é a ação de quem realiza algum tipo de seleção ou procura peças sobre a bancada de trabalho ou qualquer movimento de um membro de time ou máquina o qual não adiciona valor;
- Perda por produtos defeituosos ou retrabalho: a perda por fabricação de produtos defeituosos é o resultado da geração de produtos com alguma característica de qualidade fora do especificado, e que por isso não satisfaça requisitos de uso. Produzir produtos defeituosos significa desperdiçar materiais, disponibilidade de mão de obra, disponibilidade de equipamentos, movimentação de materiais defeituosos,

armazenagem de materiais defeituosos, inspeção de produtos, entre outros. Técnicas para solucionar este desperdício estão muito relacionadas com métodos de controle de qualidade na fonte do causador do problema;

- Perda por estoque: é a perda sob a forma de estoque de matéria-prima, material em processamento e produto acabado. É o recurso financeiro “aprisionado” no sistema produtivo. Significam desperdícios de investimento e espaço. O combate às perdas por estoque torna-se uma barreira a partir do momento que é considerado uma vantagem, quando se trata de aliviar os problemas de sincronia entre os processos.

Eliminando as sete perdas mostradas na Figura 4 temos uma redução de custos e consequentemente gerando maior lucratividade e um melhor posicionamento no mercado.

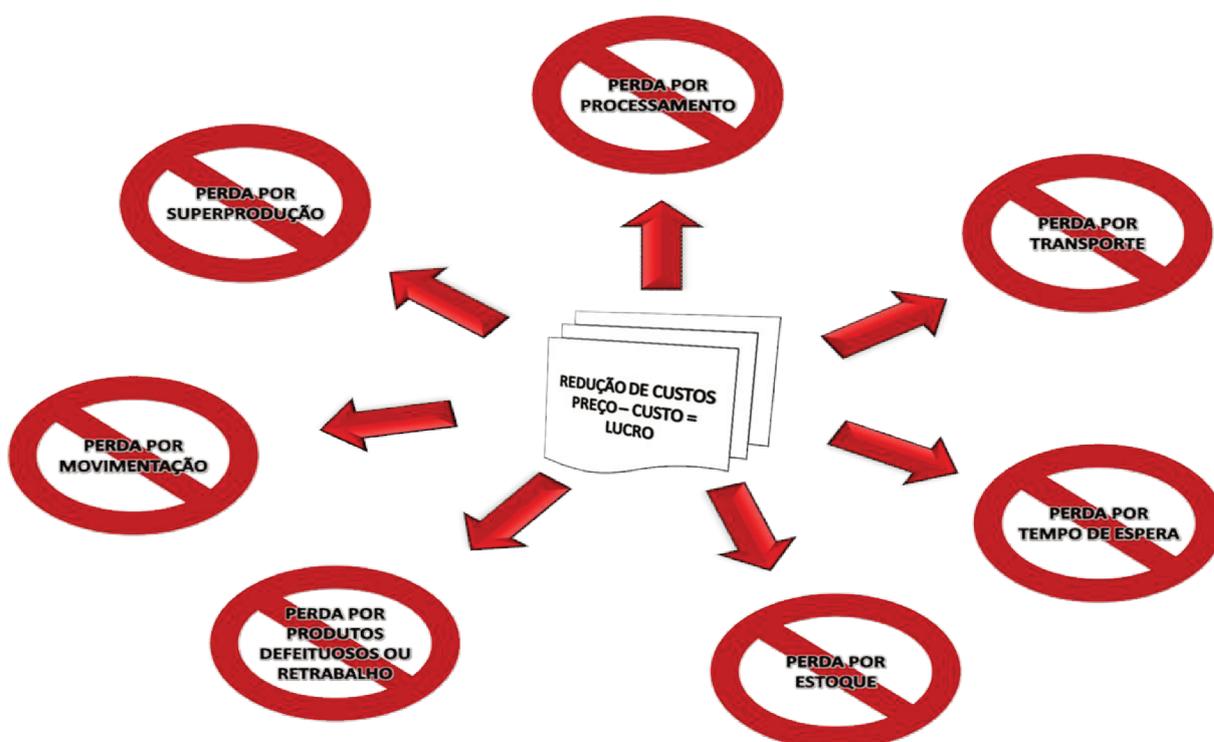


Figura 4 – Redução de custo através da eliminação das sete perdas
Fonte – Elaborado pelo autor, baseado em Riani (2006)

Dessa forma, relata Riani (2006), que a essência da filosofia *Lean* é a busca incessante da eliminação de toda e qualquer perda. Se conhece esse princípio como “princípio do não-custo”. Pela lógica tradicional, o preço era estabelecido pela empresa em que se somava o custo de produção ao lucro estimado ($\text{Preço} = \text{Custo} + \text{Lucro}$). Entretanto, com a concorrência cada vez mais acirrada e os consumidores cada vez mais exigentes, o preço passa a ser determinado pelo mercado ($\text{Preço} -$

Custo = Lucro). Analisando a segunda fórmula, chega-se à conclusão que a única maneira de se aumentar ou manter o lucro é reduzindo-se os custos.

Na busca pela eliminação destas atividades que não agregam valor, diversas técnicas foram desenvolvidas, estando muitas delas intimamente ligadas à Mentalidade Enxuta. Pode-se citar o Kanban, um sistema de cartões usados na produção; o Just-in-time, um sistema baseado na produção de somente o necessário, quando requerido pelo cliente, sem uso de estoques; 5S, utilizado para a organização e limpeza do ambiente de trabalho; o uso de dispositivos que impedem erros (KOSKELA, 1992).

Segundo Lima (2016, apud *Lean Construction Institute*, 2016), a metodologia Lean Construction é uma forma de gestão de produção baseada na entrega do projeto. Uma nova forma de gerar recursos financeiros. A metodologia tem causado uma revolução no design de produção, suprimentos e montagem, mudando a forma como o trabalho é realizado através do processo de entrega. Ela foi idealizada a partir dos objetivos do sistema do Lean Production, minimizar desperdício e maximizar valor, utilizando técnicas específicas e aplicando-as na nova ideia de processo de entrega. Como resultado tem:

- a) Esforços para gerir e melhorar a performance das atividades para consequentemente melhorar a performance do projeto inteiro, visto que isso é mais importante do que reduzir custos ou aumentar a velocidade de produção de qualquer atividade;
- b) O ato de controlar é redefinido de “monitorar resultados” para “fazer acontecer”, melhorando o planejamento e controle de produção;
- c) O trabalho passa a ser estruturado através do processo de redução de desperdícios e aumento de valor

2.3 Aplicação dos princípios da construção enxuta

Para Picchi (2004), as aplicações observadas até o momento da Mentalidade Enxuta, no fluxo de obra, também focam, principalmente, na aplicação isolada de ferramentas. Estas aplicações demonstram que as ferramentas lean podem ser aplicadas em canteiros de obras, apesar das características específicas da construção. Esta forma de aplicação leva a resultados limitados e ocorre, também, em setores manufatureiros mais próximos do ambiente onde o conceito lean foi desenvolvido. O grande desafio, tanto para pesquisas futuras, quanto para empresas e profissionais, que busquem a aplicação prática do Lean Thinking, no setor de

construção, é a busca de metodologias que traduzam formas de implementação dos princípios, para o ambiente da construção, sendo a aplicação específica de ferramentas uma decorrência. Na tabela 1 são mostrados os principais objetivos do Lean Construction e os meios para alcança-los.

Tabela 1 – Racionalização construtiva viabilizada por princípios do Lean Construction

Racionalização Construtiva (OBJETIVOS) (FRANCO, 1992)	Construção Enxuta (MEIOS) (KOSKELA, 1992)
Diminuição do consumo de materiais	Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor; <i>Benchmarking</i>
Diminuição do consumo de mão-de-obra	Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor; <i>Benchmarking</i> ; Redução do tempo de ciclo
Uniformização do produto	Reduzir a variabilidade
Preparação para a aplicação de técnicas racionalizadas em etapas posteriores	Introduzir melhoria contínua no processo
Aumento do nível organizacional do trabalho	Focar o controle no processo completo
Aumento da segurança (perdas materiais e humanas)	Aumentar a transparência do processo
Aumento do desempenho e qualidade	Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes
Redução das manifestações patológicas	Reduzir a variabilidade

Fonte – Novaes, Paliari e Vivian (2010)

Enfatiza Picchi (2004, apud Rother e Shook, 1999), que a aplicação do LeanThinking, em um ambiente produtivo, deve iniciar por uma análise do fluxo de valor porta a porta. Isto inclui todo o fluxo de informação e materiais, da matéria-prima ao produto acabado, dentro dos limites da unidade estudada, o que, no caso da construção, equivaleria a uma obra. Isso possibilita que todas as melhorias e aplicação de ferramentas fiquem subordinadas a uma visão sistêmica, cujo objetivo é melhorar o fluxo como um todo, e não melhorias pontuais. Sugestões, princípios e exemplos de ferramentas para a aplicação mais amplas e integradas:

Valor

- Iniciativas de racionalização construtiva, em geral, visando à redução de custos, sem partir de uma identificação sistemática do que é valor, para o cliente, como regra geral.
- Identificação do que é valor para o cliente.
- Revisão sistemática de processos construtivos visando aumentar o valor oferecido ao cliente, tanto reduzindo os desperdícios, quanto oferecendo novas características desejadas.

Fluxo

- Aplicação de mapeamento de processos.
- Mapeamento do fluxo de valor, considerando informações e materiais.
- Desenho de um estado futuro do fluxo de valor identificando as melhorias necessárias e ferramentas decorrentes.

Fluxo de Valor

- Aplicação de ferramentas específicas, tais como controles visuais, em aspectos de segurança.
- Uso de *last planner* para melhorar a estabilização de fluxos de trabalho.
- Uso de trabalho estruturado para identificação e minimização de desperdícios em processos.
- Criação de fluxo entre atividades, revendo a estrutura e divisão de trabalhos entre equipes e entre operadores, de forma a minimizar interrupção e espera entre atividades.
- Adoção de trabalho padronizado, definindo sequência, ritmo, estoques.

Puxar

- Aplicação de *just-in-time* entre serviços ou fornecimento de materiais específicos.
- Utilização extensiva de formas de comunicação direta, para puxar, no momento que sejam necessários, serviços, componentes e materiais.

Perfeição

- Uso de sistemas da qualidade com foco prioritário em padronização de aspectos do processo que afetam o produto.
- Adoção de processos que possibilitem a rápida exposição de problemas.
- Estabelecimento, na base da hierarquia funcional, de procedimentos sistêmicos de melhoria e aprendizado contínuos, acionados sempre que ocorra qualquer variação no trabalho padronizado.

De acordo com Guillou, Santos e Serra (2010), estes princípios são o fundamento teórico da filosofia e devem se transformar em diretrizes práticas que serão utilizadas pela empresa no canteiro de obras. Para que a filosofia seja desenvolvida de forma eficaz é importante que a empresa desenvolva estratégias administrativas e operacionais que facilitem a gestão da produção. Existem várias ferramentas de planejamento e controle que são utilizadas no intuito de organização

dos procedimentos e rastreabilidade das informações. Verifica-se que muitos pesquisadores reconhecem a importância da construção enxuta no cenário brasileiro.

De acordo com Peretti (2013), a Construção Enxuta teve seu início na percepção da reprodutibilidade dos conceitos desenvolvidos na indústria automobilística, para o ambiente da Construção Civil. Para que se reproduzam os conceitos do pensamento enxuto na Construção Civil, foi necessário o entendimento dos conceitos já existentes, para só então, implementá-los no novo ambiente ainda que parcial.

Peretti (2013, apud Koskela 1992) apresenta onze princípios heurísticos para projeto e melhoria de fluxo de processo, que são a base da Construção Enxuta:

- 1) Reduzir atividades que não agregam valores: considerando que estas atividades no processo consomem tempo, espaço, material e mão-de-obra, não agregando valor e não atendendo o requisito desejado pelos clientes;
- 2) Aumentar o valor do produto: identificando as necessidades dos clientes, tanto internos quanto externos, para projeto do produto e na gestão da produção;
- 3) Reduzir a variabilidade da matéria prima (dimensão característica), do processo (tempo para a execução) e na demanda (necessidade dos clientes). A dificuldade de intervenção de cada aspecto, não é variável;
- 4) Reduzir o tempo de ciclo, que pode ser definido como a soma de todos os tempos (transporte, espera, processamento e inspeção) para produzir um determinado produto. A eliminação dos tempos improdutivos provocará a compressão do tempo total dessa série de atividades;
- 5) Simplificar por meio da redução do número de passos ou partes, relacionando aos sistemas construtivos a diminuição de elementos ou, principalmente, a padronização destes;
- 6) Aumentar a flexibilidade de saída, possibilitando aumentar as características finais dos produtos, conforme as necessidades dos clientes, vinculando ao conceito como gerador de valor;
- 7) Aumentar a transparência do processo, já que evidencia possíveis distorções no processo, facilitando sua correção e propiciando o envolvimento da mão-de-obra;
- 8) Manter o foco no controle como um processo, não por partes ou atividades isoladas, contribuindo para eliminar o surgimento de perdas por qualidade;
- 9) Gerar melhorias contínuas, promovendo redução do desperdício;

- 10) Criar o balanceamento de melhorias entre o fluxo e as conversões. O paradigma deve ser abordado tanto nas atividades produtivas quanto nas atividades de transformações;
- 11) Aplicar o benchmarking, consistindo como um aprendizado; podendo ser um estímulo para alcançar a devida melhoria do processo como um todo.

2.4 Ferramentas de implantação da Construção Enxuta

A construção civil sempre foi objeto de críticas em decorrência principalmente dos altos custos dos seus produtos, além de apresentar elevado índice de desperdício de material e baixa produtividade. Segundo Riani (2006), para que a Manufatura Enxuta consiga atingir os objetivos, é necessário aplicar algumas ferramentas que auxiliarão na obtenção dos resultados. As ferramentas são instrumentos utilizados para implementação de um Sistema de Manufatura Enxuta, que ditam “como” seguir seus princípios, conforme vemos na Figura 5.

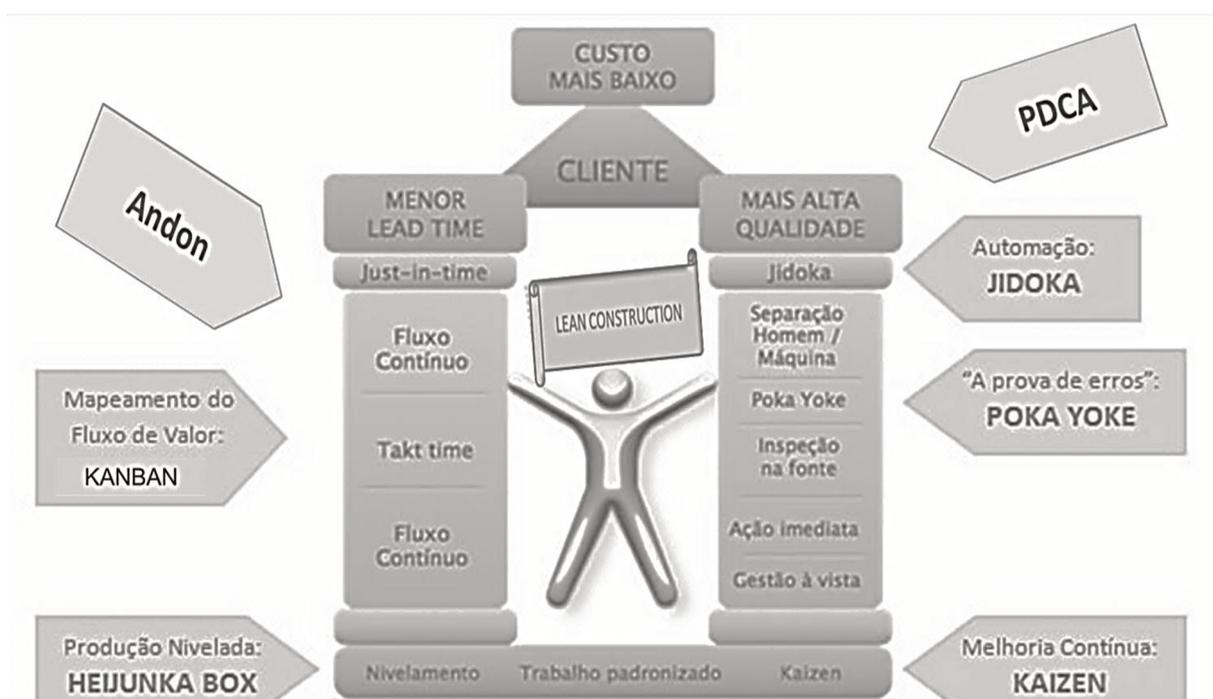


Figura 5 – A Casa Lean Construction
Fonte – Adaptado de Liker (2005)

Segundo Bulhões e Picchi (2011), para a obtenção do fluxo contínuo na construção civil é essencial que haja a eliminação ou redução de estoques, uma velocidade de produção para que os produtos sejam entregues no tempo solicitado

aos clientes e, uma estabilidade e disponibilidade constante em relação à mão de obra, materiais, máquinas e métodos. As obras de construção civil possuem problemas que justificam a aplicação da construção enxuta em seu sistema construtivo, tais como a falta de programação e de determinação da sequência de execução de tarefas, alta quantidade de estoque, atraso na entrega dos projetos, etc.

Para a implantação da construção enxuta, inúmeras implicações devem ser consideradas. Primeiramente, todas as partes envolvidas no projeto de construção devem estar cientes da aplicação enxuta, incluindo a mão de obra e os empreiteiros, de forma a criar uma cultura de combate de quaisquer perdas no processo construtivo incluindo erros de inspeção, transporte, espera e movimento. A variabilidade na performance do serviço, devido a irregularidades na mão de obra, equipamentos, informações e logística, deve ser uniformizada de modo a alcançar um fluxo de trabalho constante e sem interrupções. A entrega dos materiais de construção deve ser feita por meio do 'Just in time' de forma a manter um fluxo contínuo de trabalho (CAMPOS, 2013, apud AL-AOMAR, 2012).

De acordo com Campos (2013, apud Al-Aomar, 2012), durante a fase do projeto de planejamento a médio prazo, algumas práticas devem ser destacadas para o sucesso da construção enxuta:

- Dividir os pacotes de trabalho em tarefas menores, trazendo uma diminuição de variabilidade e de trabalho simultâneo, reduzindo o tempo de ciclo da atividade;
- Configurar a disposição do local de trabalho para alcançar o fluxo de trabalho contínuo e, utilizando a técnica dos 5S, mantê-lo limpo e organizado diariamente;
- Reduzir a alteração de uma tarefa para outra (aplicando a técnica SMED), e evitar falhas de equipamentos, (aplicando a ferramenta Total Manutenção Preventiva);
- Equilibrar os recursos de trabalho com base no fluxo de serviço, trabalhar com equipes menores e, ajustar as relações e lógica das tarefas de trabalho em conformidade;
- Providenciar a disponibilidade de recursos (materiais, equipamentos, mão de obra, etc.) para todas as atividades, reduzir o uso da logística interna, remover obstáculos e implementar as multitarefas. Ou seja, estar totalmente preparado antes do início de cada atividade (sem atrasos, falhas ou erros);
- Utilizar reservas (seja de custo, tempo, capacidade, espaço, etc.) para absorver variabilidade do fluxo de trabalho. Sem as reservas, o tempo de tarefa é estimado em seu máximo e com as reservas, é estimado em sua média, resultando em menos tempo para completar todas as atividades dentro do cronograma;

- Puxar ou liberar as atividades de um trabalhador para outro quando necessário e quando todos os recursos estão prontos, as tarefas antecedentes estão concluídas, e tarefas simultâneas estão sincronizadas;
- Prosseguir com o projeto até que esteja concluído e entregue ao cliente. Verificar a qualidade geral, cronograma e desempenho de custo e documentar as melhores práticas e lições assimiladas.

Segundo Campos (2013), a implantação dos princípios e ferramentas da produção enxuta no setor da construção deve ser feita de forma a englobar os diferentes tópicos com a construção enxuta, como a cadeia de suprimentos, planejamento e controle, gestão da produção, segurança, cultura e aspectos humanos. A aplicação fragmentada, focando em alguns princípios e técnicas, compromete o sucesso da construção enxuta. Existem diversas ideias chave da construção enxuta que podem ser implementadas às empresas do setor. Essas ideias incluem Just-In-Time (JIT), Gestão Total da Qualidade (TQM), Reengenharia de Processos (BPR), Engenharia Simultânea (CE), Sistema Last Planner (LPS), Trabalho em equipe e Gestão Baseada no Valor (VBM) e, OHSAS 18001.

Serão apresentadas nas próximas subseções as ferramentas do Lean Construction relevantes para os resultados e a conclusão deste.

2.4.1 Melhoria contínua “Kaizen”

Segundo Maués et al. (2008), o Kaizen, em poucas palavras, significa a busca do melhoramento contínuo em todos os aspectos, refletindo na produtividade, na qualidade sem gasto ou com mínimo investimento. O empregado pensa em desenvolver seu trabalho melhorando-o sempre, continuamente, reduzindo custos para a empresa e alimentando a ideia de mudanças positivas e continuadas. O trabalho coletivo prevalece sobre o individual.

Para Ferreira e Monteiro (2008), o Kaizen permite que seja realizada uma avaliação de qualquer processo produtivo empresarial. Para isso, incentiva a potencialização de um recurso já obtido pela organização, o seu colaborador. A ideia principal é buscar no ser humano, o conhecimento para encontrar soluções para os problemas de qualidade nas atividades que realizam. A troca de experiências, o registro das informações e o compartilhamento do conhecimento são fatores

importantes para melhorar das organizações. Qualquer ação voltada para atingir este objetivo deve ser estimulada pelas pessoas responsáveis e pela alta administração.

A aplicação do Kaizen se dá pelo aperfeiçoamento metodológico, cujo ápice se encontra na otimização dos processos com ganhos sustentáveis a longo prazo, como vemos na Figura 6.

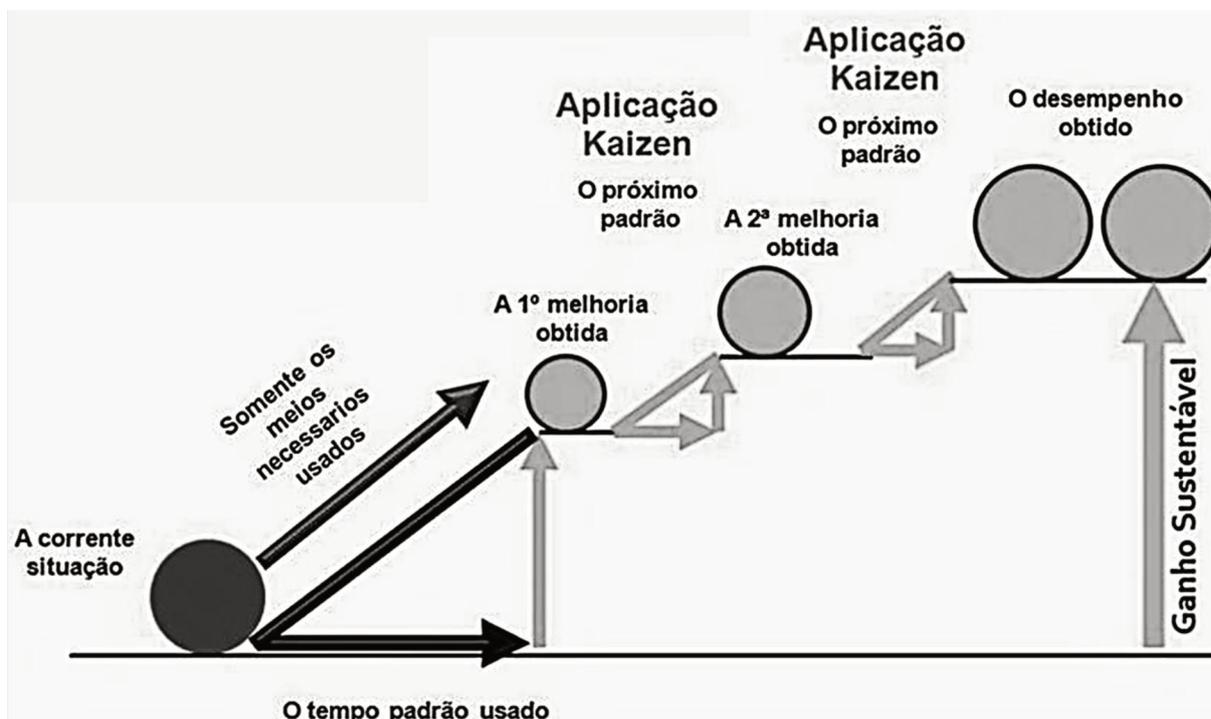


Figura 6 – Aplicação do Kaizen
Fonte – Oribe (2014)

“A melhoria contínua é um processo cíclico, e a quantidade de projetos não é o mais importante, mas sim o momento de sua ocorrência, sendo que a cada período de tempo, alguma melhoria tenha de fato ocorrida” (SLACK et al., 2013).

Aplica-se o método Kaizen a partir do uso de metodologias sistemáticas que permitem uma análise rigorosa dos problemas crônicos que afetam os resultados, detectando, assim, suas causas raízes e permitindo o desenvolvimento de planos de ação que rompem com os paradigmas e preconceitos instalados (GOMES NETO, MARIANO e PEREIRA, 2012).

Segundo Ferreira e Monteiro (2008), os fundamentos desta filosofia, que são a conscientização de que qualquer aspecto profissional ou pessoal pode ser melhorado, a eliminação dos desperdícios pela melhoria contínua e análise criteriosa dos processos, o aumento da eficácia e da produtividade dos resultados por meio de pequenas mudanças que trazem ganhos ao médio e curto prazo, dentre outras. Essa busca pela melhoria contínua tem como objetivo alcançar uma vantagem competitiva promovendo a criatividade, a integração, e o bem-estar de seus colaboradores.

2.4.2 PDCA

Segundo Bezerra (2016), o PDCA é uma ferramenta baseada na filosofia de melhora contínua, que visa o aperfeiçoamento dos processos de uma empresa, identificando as causas de seus problemas e implementando soluções para os mesmos. Seu método de funcionamento, através de um ciclo, se encaixa na definição de processo, que é uma atividade que repete, não tendo um fim pré-determinado.

De acordo com Periard (2011), o ciclo PDCA se desenvolve da seguinte forma:

- Planejamento (Plan): nesta etapa o gestor do projeto deve traçar metas e objetivos a ser alcançado, determinar indicadores que avaliem o resultado obtido, identificar os elementos causadores dos problemas, e definir o plano de ação.
- Execução (Do): são executadas as atividades previstas na etapa anterior.
- Checagem (Check): são monitorados e acompanhados os resultados das atividades que foram planejadas, através dos indicadores propostos na fase inicial, e verificados se esses resultados são satisfatórios ou não.
- Ação (Act): nesta etapa são propostas soluções ou alternativas para solucionar os problemas que causaram os resultados insatisfatórios, e melhorias para os que foram satisfatórios. Na Figura 6 é mostrado as ações tomadas em cada etapa do ciclo PDCA.



Figura 7 – Ciclo PDCA
Fonte – Periard (2011)

Segundo o Sebrae (2009), PDCA é uma ferramenta composta por etapas, e por se tratar de um ciclo, todas as fases devem caminhar continuamente para que o processo seja eficaz. Portanto, para implementar o ciclo PDCA a organização deve estar atenta aos seguintes tópicos:

1. Executar uma função sem antes planejá-la;
2. Executar e não checar;
3. Planejar, executar, checar e não agir corretamente;
4. No final dos 360º, ou seja, depois de completar o ciclo, jamais parar de realizar todas as etapas.

Segundo Souza (2016), qualquer empresa, de qualquer porte e ramo aderir à ferramenta PDCA, desde que seja aberta a modificações e que todos os envolvidos tenham uma visão processual e disponibilidade para interagir no cumprimento de metas e objetivos. Ainda é comum observar pequenas empresas com dificuldades ao implementar o ciclo PDCA, pois cada colaborador “incorpora” sua função limitando-se ao trabalho em equipe, ou a aprender uma nova habilidade, porém, essa ferramenta fornece a opção de fazer um trabalho “pausado” em etapas, ou seja, uma reeducação no ambiente de trabalho que permite modificar lentamente a cultura de uma empresa.

2.4.3 Andon

Segundo o Kamada (2011), o Andon é uma importante ferramenta de gestão visual, mas desde que bem administrada, pois ele mostra o ritmo do Takt-time para todas as estações de trabalho (padrão a ser seguido), regula o Trabalho padronizado dos operadores, identifica onde o problema está ocorrendo ou aconteceu e aciona toda uma “Cadeia de Ajuda”, começando o ciclo pelo líder da área, passando pelo supervisor, gerentes, diretores e até chegando a um grupo multifuncional composta de responsáveis de várias áreas de apoio.

Segundo Spósito (2003), o Andon é conhecido como luzes indicadoras, sendo colocada em local visível para toda a fábrica com o objetivo de informar a todos onde está o problema. Quando as operações estão normais, a luz verde está ligada. Quando um operário deseja ajustar alguma coisa na linha ou está com alguma dificuldade em cumprir com sua tarefa no tempo especificado e solicita ajuda, ele acende uma luz amarela. Ao solicitar ajuda os operadores do processo precedente e

subsequente, caso já tenham terminado sua tarefa, são treinados para ajudar o operador com problemas. Os equipamentos são dispostos de forma a permitir que os operadores não fiquem isolados e possam se ajudar. Em algumas plantas são mantidas equipes de apoio que constam de operadores treinados a ajudar o processo em dificuldade para que não haja necessidade de parar a linha e comprometer todo o processo.

Segundo Plenert (2006, apud Ribeiro, 2016), o Sistema Andon é baseado na utilização de luzes para indicar o status do procedimento que está sendo executado em um ou mais centros de trabalho, a quantidade de luzes e cores podem variar de acordo com a necessidade de cada empresa, e até mesmo por cada centro de trabalho no processo produtivo. No Sistema Andon tradicional apresenta as cores vermelha, amarela e verde, conforme a Figura 9.



Figura 8 – Sistema Andon na Construção Civil
 Fonte – Elaborado pelo autor, baseado em Spósito (2003)

Relata Plenert (2006, apud Ribeiro, 2016), que o Sistema Andon é composto pelas luzes e um painel, que é o dispositivo de controle visual em uma área de produção, que normalmente apresenta um display suspenso iluminado, de forma que todos os colaboradores ligados aos processos produtivos possam visualizá-lo, mostrando o atual status do sistema produtivo, alertando todos responsáveis pelo setor sobre os problemas ou anomalias do sistema.

Por fim, de acordo com Helo et al. (2014, apud Ribeiro, 2016), a ferramenta Lean serve de apoio ao controle de qualidade, principalmente em situações de *ramp-up* de volume e melhoria contínua. As linhas de produção apresentam sistemas de

Andon independente, para alertar o estado de funcionamento e recolher informações acerca da linha de produtos. O Andon ao expor e documentar periodicamente a ocorrência de problemas no processo produtivo fornece uma melhor análise dos dados e respostas mais eficazes as anomalias presentes no fluxo de atividades na produção, a fim de contribuir com a eliminação e redução de ociosidade, fornecendo informações imediatamente após a detecção dos problemas de forma constante para as equipes de manutenção e qualidade, os gerentes, ao utilizar as ferramentas de manufatura enxuta, assim como o Andon, dispõe a possibilidade de controle em tempo real da situação do meio ambiente produtivo fabril.

2.4.4 Kanban

Segundo Mariani (2014), os primeiros registros sobre a utilização do Sistema Kanban no Brasil datam das décadas de 80 e 90, mas é nos dias atuais que tal conceito vem sendo amplamente difundido e empregado pelas indústrias brasileiras. O termo Kanban, em japonês, significa cartão visual. O Sistema Kanban foi desenvolvido a partir do conceito simples de aplicação da gestão visual no controle de produção e estoques com a função primordial de viabilizar a produção "Just in Time". Portanto o ganho real no sistema produtivo advém do funcionamento "Just in Time" da operação e não necessariamente da aplicação ou não de Kanban.

De acordo com Lima, Mendes e Paulista (2015), o principal objetivo da Kanban é organizar e otimizar a produção tornando simples a maneira de entender a produção empurrada, não gerando refugo, reprocesso ou retrabalho. Para o bom funcionamento do sistema, é necessária uma mão de obra qualificada que esteja apta para trabalho em equipe, e motivada para alcançar metas e objetivos.

A premissa básica do Sistema Kanban está na possibilidade de puxar os itens da linha de produção a partir da demanda final de um produto, por meio de cartões indicativos que fornecem informações a respeito do produto ou item em questão. A característica do método de puxar se traduz em produzir apenas os materiais necessários, quando solicitados pelas atividades subsequentes, sendo o material retirado na quantidade demandada (SHINGO, 1996).

Para Spósito (2003), a ferramenta Kanban funciona como uma forma de controle visual que objetiva a obtenção de alta produtividade através de práticas eficazes, sem desperdício de tempo, atingindo o balanceamento da produção entre todas as células, sendo um cartão de sinalização que controla os fluxos de produção

em uma indústria. O cartão pode ser substituído por outro sistema de sinalização, como luzes, caixas vazias e até locais vazios demarcados. As informações da programação diária são gerenciadas pelo sistema Kanban, utilizando cartões informativos. Através deste sistema, o processo precedente fabrica somente a quantidade utilizada pelo processo subsequente, eliminando a necessidade de uma programação para todos os processos de produção e impedindo a superprodução.

Segundo Moura (1989, apud Mariani, 2014), o Kanban é responsável por estimular as iniciativas por parte dos empregados; controlar as informações e controlar o estoque; acentuar o senso de propriedade entre os empregados; simplificar os mecanismos de administração do trabalho por meio do controle de estoque e de informações; e através desse controle possibilitam a administração visual do trabalho na área. Segundo Alvarenga e Novaes (200), outro fator que merece destaque é o fato do Sistema Kanban estar baseado em três princípios:

1. Um Kanban para cada contentor;
2. Nunca produzir sem um Kanban estar aberto;
3. A prioridade de produção é dada à referência cujo Kanban está mais perto do sinalizador.

Conforme vemos na Figura 10, que mostra o fluxo de materiais e cartões Kanban que fazem o controle, possibilitando o gerenciamento visual do trabalho na área até sua execução final.



Figura 9 – Mecanismo de funcionamento do Kanban
Fonte – Meneghello (2011)

De acordo com Shingo (1996), o sistema Kanban é um método que visa reduzir o tempo de espera e os estoques, melhorando a produtividade e interligando as

operações em um fluxo uniforme ininterrupto. É uma ferramenta de controle concebida para operar no chão de fábrica, utilizando um sistema de realimentação visual por cartões de demanda circulantes, os quais são denominados Kanban.

2.4.5 Heijunka Box

Segundo Ballé (2010, apud Castro, 2016), a importância de uma Heijunka Box numa organização lean reside no fato de, ao produzir cada produto, durante o instante de tempo relevante, ser possível reduzir o lead time e aproximar o negócio da procura real. Para a implementação desta ferramenta lean é necessário um estudo prévio das famílias de produtos.

Conforme relata Liker (2005), o foco mais comum das implementações de ferramentas enxutas está na identificação de perdas, porém, muitas organizações não conseguem alcançar o processo de estabilizar o sistema e criar uniformidade ou um verdadeiro fluxo de trabalho enxuto equilibrado. O princípio talvez mais contra-intuitivo do modelo Toyota é o Heijunka ou nivelamento do plano de trabalho, pois ele é fundamental para eliminar o desnivelamento, cuja existência não permite que sejam evitadas as perdas e sobrecargas do sistema produtivo.

Heijunka segundo Barbosa et al. (2013), é o nivelamento do tipo e quantidade de produção em um período fixo de tempo. Ele permite que a produção atenda à demanda do cliente, por meio de lotes, e resulta em diminuição de estoques, custos, mão de obra e tempo de produção. Defende Niimi (2004), que a solução no caso do nivelamento de volume é juntar todos os pedidos de um período (mês, dia ou semana), dividindo-os igualmente no tempo para conseguir nivelar a produção. Embora não se obtenha uma linha reta de produção, os altos e baixos têm menor variação e são mais previsíveis.

Como pode ser observado na Figura 11, em cada linha horizontal estão dispostas as famílias de produtos e em cada coluna são identificados intervalos de tempo, podendo corresponder a horas de produção ou a dias da semana. Desta forma a produção é nivelada de acordo com a procura do cliente e a organizada de forma a otimizar os recursos.

QUADRO DE PRODUÇÃO SEMANAL								
Produto	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab	Dom	Total
A	159	146	100	200	193	186	0	984
B	250	200	180	175	175	148	0	1128
C	123	145	132	120	115	115	0	750
D	130	152	174	145	145	130		876
E	145	155	157	179	158	142	0	936
F	300	154	171	182	165	150	0	1122
G	174	123	180	185	150	112	0	924
Total	1281	1075	1094	1186	1101	983	0	6720

QUADRO DE PRODUÇÃO SEMANAL								
Produto	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab	Dom	Total
A	164	164	164	164	164	164	0	984
B	188	188	188	188	188	188	0	1128
C	125	125	125	125	125	125	0	750
D	146	146	146	146	146	146		876
E	156	156	156	156	156	156	0	936
F	187	187	187	187	187	187	0	1122
G	154	154	154	154	154	154	0	924
Total	1120	1120	1120	1120	1120	1120	0	6720



Figura 10 – Exemplo de nivelamento de produção pelo Heijunka
Fonte – Elaborado pelo autor

Segundo Maués (2008), Heijunka é a criação de uma programação nivelada através do sequenciamento de pedidos em um padrão repetitivo e do nivelamento das variações diárias de todos os pedidos para corresponder à demanda no longo prazo. Dito de outra maneira, Heijunka é o nivelamento das quantidades e tipos de produtos. A programação da produção através do Heijunka permite a combinação de itens diferentes de forma a garantir um fluxo contínuo de produção, nivelando também a demanda dos recursos de produção. O Heijunka, da forma como é utilizado na Toyota, permite a produção em pequenos lotes e a minimização dos inventários.

3.4.6 Jidoka

Segundo Rodrigues (2012), a origem do Jidoka está ligada à automação da máquina de tear inventada por Sakichi Toyoda (1867-1930), a palavra japonesa significa “automação com toque humano”. O problema do tear, identificado por Toyoda, era que este continuava a funcionar mesmo que um fio se rompesse, sendo o defeito detectado só no fim da produção, resultando em grandes quantidades de tecido não conforme. A solução implementada por Toyoda passou por dotar a máquina com a capacidade de parar quando detectasse defeito na linha, assim como, dando “liberdade” à máquina para parar quando atingisse o fim da linha ou a quantidade de produção programada. Isto deu origem ao Jidoka, que na sua essência significa munir os equipamentos de dispositivos ou recursos e os operadores de

autonomia, com o intuito de serem capazes de parar a produção ao detectar anomalias, evitando custos de retrabalho, conforme detalhado na Figura 12.

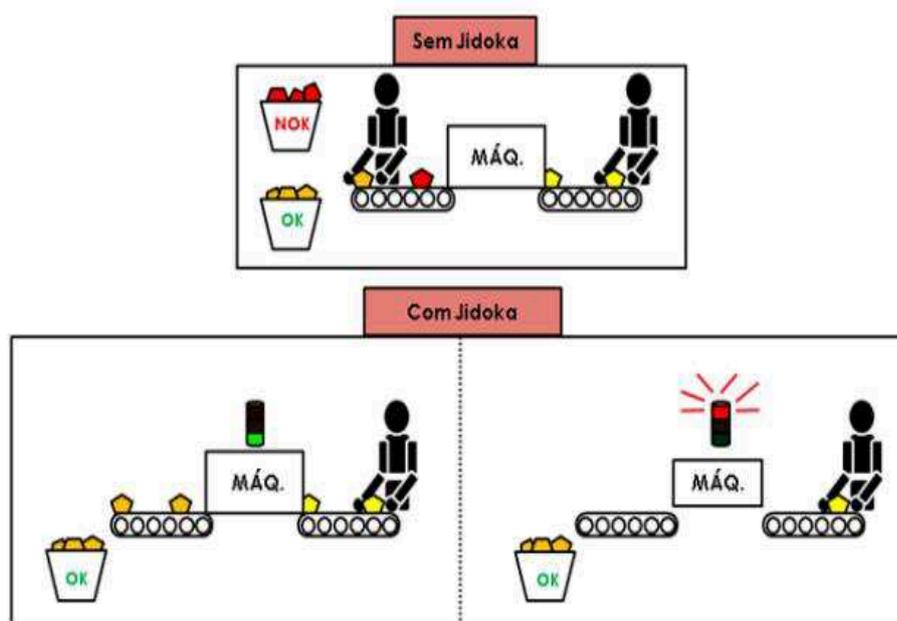


Figura 11 – Modo de funcionamento do conceito Jidoka
Fonte – 4lean (2012, apud Rodrigues, 2012)

Segundo Passos Júnior (2004, apud Silva 2016), sistemas autônomos podem contribuir, ainda, para a redução de desperdícios energéticos, desvinculando a atuação das pessoas em funções como, por exemplo, ligar e desligar a alimentação de equipamentos quando estão inoperantes ou a construção de ambientes automatizados que colaboram com os objetivos propostos.

Mecanismos de detecção de problemas e interrupção do processamento podem ser aplicados, conforme conceitos do Jidoka, para a eliminação das quebras de máquinas. A Manutenção Produtiva Total - MPT (*Total Productive Maintenance* - TPM) é elemento central para o alcance e sustentação da quebra zero, maximizando a efetividade dos equipamentos no sistema produtivo (SHINGO, 1996).

Com a dissociação entre o homem e a máquina, mais os sintomas associados, torna-se possível uma análise crítica dos chamados circuitos do Jidoka, os cinco que são citados, segundo Passos Júnior (2004, apud Silva, 2016), são:

1. Circuito 1 – envolve a análise específica da máquina, com a mensuração através do conceito de Índice de Eficiência Operacional Global dos Equipamentos (IROG), conceito relacionado à Manutenção Produtiva Total - MPT (*Total Productive Maintenance* - TPM);
2. Circuito 2 – refere-se à medição do Índice de Multifuncionalidade do sistema considerado e da eficiência específica de utilização da mão de obra;

3. Circuito 3 – relacionado com a redução/eliminação dos defeitos e retrabalhos do sistema produtivo através da implantação de *Poka-Yoke*;
4. Circuito 4 – envolve a questão da segurança industrial (exemplo: sistemas de desligamento automático de máquinas através de sensores de presença, travamento de portas, chaves de fim de curso, sensores de peso...);
5. Circuito 5 – relacionado com a redução dos desperdícios energéticos (exemplo: portas automáticas, comando de luzes...).

A Figura 12 representa, de forma esquemática, os cinco circuitos do Jidoka.

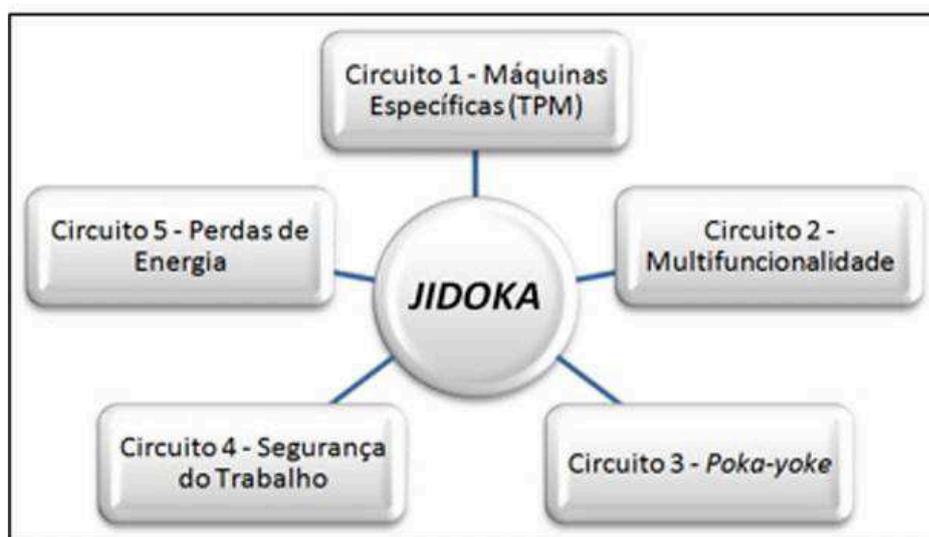


Figura 12 – Os circuitos do Jidoka
 Fonte – Passos Júnior (2004, apud Silva, 2016)

Conforme Passos Júnior (2004, apud Silva, 2016), os circuitos do Jidoka se relacionam com os resultados da empresa. O circuito 1 está ligado com a melhoria da eficiência da máquina crítica nos processos gargalos para gerar ganho e nos “não gargalos” visando à redução dos custos operacionais. Já o circuito 2 com o aumento do grau de multifuncionalidade dos espaços produtivos gera à redução das despesas operacionais. No circuito 3 é tratado a redução dos defeitos e retrabalhos, tanto nas operações gargalos que retornam em ganho, como em outras etapas do processo produtivo que reduzem as despesas operacionais. No circuito 4 as ações estão associadas à segurança industrial e afetam positivamente os ganhos gerados nos circuitos 1 e 3. Além disso, reduzem as despesas operacionais relacionadas com custos de acidentes e afastamento de trabalhadores. O circuito 5 tem relação com a redução das despesas operacionais associadas à redução dos custos energéticos em toda a empresa.

“Além disto, o conceito engloba também a autonomia dada aos operadores para pararem a linha, caso encontrem alguma anomalia” (RODRIGUES, 2012). Para Grout e Toussaint (2010, apud Silva, 2016) os passos básicos do *jidoka* podem ser resumidos da seguinte forma:

1. Detectar o problema;
2. Parar o processo;
3. Restaurar o processo para funcionamento adequado;
4. Investigar a causa raiz do problema;
5. Tomar as medidas para solucionar o problema.

“O conceito de Jidoka está mais vinculado com autonomia do que com automação. Concede ao operador ou a máquina a autonomia de bloquear o processo sempre que detectar qualquer anormalidade” (GHINATO, 1996).

3.4.7 Poka-Yoke

Expõe Ghinato (2004), que Shigeo Shingo no início da década de 60 lançou a ideia de discriminar todas as operações passíveis de falhas humanas, para assim evitá-las. Ele constatou que essas falhas em sua maioria eram associadas a falta de atenção ou esquecimento dos operários, por isso o nome Poka-Yoke, do japonês dispositivos a prova de erro. Portanto, usa-se esta ferramenta Lean como mecanismo de detecção de anomalias, que ao ser acoplado a uma operação, impede que a atividade seja realizada incorretamente. O autor reforça que além de detectar erros, o recurso deve apontar ao operador a maneira correta de se realizar a operação.

Segundo Shingo (1996), há duas maneiras de se corrigir os erros utilizando o Poka-Yoke, são eles:

1. Método de Controle: a máquina é paralisada ao se ativar o Poka-Yoke, permitindo a correção do problema;
2. Método de Advertência: ao ser ativado, o Poka-Yoke emite um sinal (luz, sirene, alarme) visando apenas alertar o operador.

Ressalta Shingo (1996), que o Poka-Yoke de controle é o dispositivo corretivo mais efetivo, pois paralisa a operação até que a anormalidade seja corrigida, sendo que o de advertência permite que o defeito continue, no caso de não serem atendidos os alertas ao trabalhador. Ele classifica o Poka-Yoke de controle em três tipos:

1. Método de contato: identifica não conformidades em relação à forma ou dimensão do produto;
2. Método de conjunto: avalia a execução das atividades e sua quantidade, para determinar se o número previsto de atividades foi realmente efetuado;
3. Método de etapas: identifica se os estágios ou operações pré-estabelecidos são seguidos.

A sustentação para o conceito “zero defeitos” é composta pelos métodos de inspeção na fonte ou inspeção 100%, o feedback e ações simultâneas e a utilização de Poka-Yoke, conclui que o “zero defeitos” é basicamente inspeção na fonte e utilização de dispositivos de Poka-Yoke. O feedback imediato é uma decorrência do Poka-Yoke e não haveria sentido em utilizá-lo de outra forma que não fosse em regime de inspeção 100% (GHINATO, 2004).

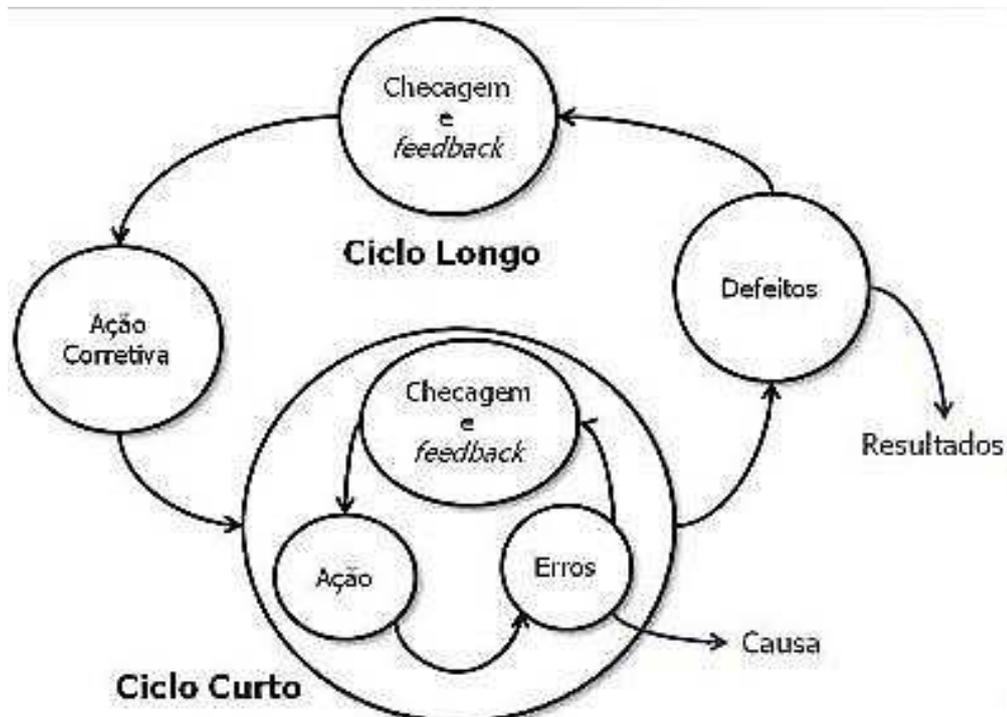


Figura 13 – Ciclo de Controle Poka-Yoke
Fonte – Shingo (1996)

Segundo Martins (2006), os efeitos do Poka-Yoke na redução dos defeitos dependem do método de inspeção utilizado: inspeção na fonte, auto inspeção ou inspeção sucessiva. Existem diversos tipos de sensores que podem ser usados para desenvolver sistemas à prova de erros. Esses sensores podem ser divididos basicamente em: sensores de presença, sensores de proximidade, sensores de deslocamento e velocidade, sensores de aceleração, sensores de força, torque e pressão, sensores de temperatura, sensores de vazão e sensores de campo

magnético. Na Figura 14 estão descritos alguns desses sensores, seus objetivos e funcionamento resumido.



Figura 14 – Sensores do Sistema Poka-Yoke
Fonte – Costa (2008)

“O poka-yoke atua de forma simples e direta nos processos, sendo de fácil aplicação, análise, construção e manutenção. Portanto, caberá à empresa a definição do tipo de poka-yoke a ser utilizado” (COSTA, 2008).

3 MÉTODOS

Segundo De Oliveira (2013), na verdade, método, em ciência, não se reduz a uma apresentação dos passos de uma pesquisa. Não é, portanto, apenas a descrição dos procedimentos, dos caminhos traçados pelo pesquisador para a obtenção de determinados resultados. Quando se fala em método, busca-se explicitar quais são os motivos pelos quais o pesquisador escolheu determinados caminhos e não outros. São estes motivos que determinam a escolha de certa forma de fazer ciência. O método científico é fundamental para validar as pesquisas e seus resultados serem aceitos.

O universo da pesquisa é uma renomada construtora de edifícios residenciais na cidade de Pindamonhangaba, o grande diferencial da construtora são os seus 36 anos dedicados exclusivamente a construção e incorporação de unidades residenciais populares numa única e consolidada malha de negócios, tendo profissionais, tecnologia e experiência de sucesso em imóveis com elevado custo benefício. O modelo integrado de gestão com grande capacidade para prospecção e aquisição de terrenos, produção industrializada, padronização dos imóveis e ciclo operacional mais curto torna a construtora a maior e mais experiente empresa nesse ramo que concentra grande parte da população brasileira e da demanda por novas moradias. Para implantação deste projeto foi escolhida sua unidade no interior de São Paulo, Vale do Paraíba, a unidade está construindo 450 apartamentos, contando com uma equipe de 250 funcionários e 24 meses de prazo para entrega da obra, aonde serão estudados e analisados seus processos produtivos, em busca de oportunidades de otimização com ferramentas da filosofia de gestão Lean Construction.

Conforme relata Silva (2005), na pesquisa qualitativa é considerado que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. É descritiva. Os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem.

A presente pesquisa será qualitativa de cunho exploratório, a pesquisa exploratória, segundo Silva (2005), visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses. Envolve levantamento bibliográfico; entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; análise de exemplos que estimulem a compreensão. Assume, em geral, as formas de Pesquisas Bibliográficas e Estudos de Caso.

Lembrando que, segundo Severino (2007), pesquisa bibliográfica é aquela que se realiza a partir do registro disponível, decorrente de pesquisas anteriores, em documentos impressos, como livros, artigos, teses etc. Utiliza-se de dados ou de categorias teóricas já trabalhadas por outros pesquisadores e devidamente registrados. Os textos tornam-se fontes dos temas a serem pesquisados. O pesquisador trabalha a partir das contribuições dos autores dos estudos analíticos constantes dos textos. Conforme escolhido o tema Lean Construction, foram feitas pesquisas em sites confiáveis, acervos de artigos acadêmicos de instituições de ensino superior, livros de autores especialistas.

Segundo Silva (2005), o estudo de caso, envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento. Diante do exposto, observa-se que o trabalho em questão se caracteriza como um estudo de caso, com intervenção, pois apresenta fases definidas; há observação participante e intervenção, cujo objetivo é o desenvolvimento de instrumentos e ferramentas, visando à medição de desempenho. A unidade de análise do estudo é uma empresa de construção civil e a investigação é a introdução da Filosofia de Construção Enxuta na produção da obra da empresa.

4 ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS NO ESTUDO

4.1 Discussão

A Construtora, universo desta pesquisa incentiva os gestores a procurar soluções criativas e estratégias inovadoras para a construção e comercialização de seus empreendimentos, sem sair de seu foco principal, imóveis para a classe média. Além de exigir qualidade em seus empreendimentos, a empresa possui vários diferenciais de sucesso, como suas parcerias de alta qualidade e o uso de arquitetura inovadora. Constatou-se que os fundamentos da construção enxuta por meio das propostas de se conquistar vantagens competitivas, agregar valor aos clientes internos e externos e a incessante busca pela melhoria contínua harmoniza com a mentalidade da cultura da construtora. Então, a partir do aprofundamento dessa filosofia, o processo de implantação do Lean Construction iniciou-se.

É imprescindível ressaltar que o sucesso na implantação do Lean Construction ou Construção Enxuta, passa pelo uso adequado das ferramentas Lean, é importante que se analise o processo sistematicamente, sabendo quais são as melhores práticas a serem utilizadas. Visando expor os dados obtidos e evidenciar a relevância do Lean Construction para alcançar novos diferenciais e vantagens, será descrito a seguir os processos analisados que oportunizaram as propostas de implantação das ferramentas desta filosofia de gestão neste estudo de caso.

A primeira oportunidade de implantação de ferramentas lean foi observada pois há reclamações e um nível alto de reprovação da qualidade após a entrega dos apartamentos. Nesse caso, o problema é que o almoxarifado recebe os materiais solicitados pelo departamento de compras de acordo com o planejamento do setor de suprimentos que analisa a quantidade necessária que o profissional consome por apartamento, os materiais em questão utilizados são (cerâmica, esquadrias e janelas) para concluir o acabamento final do apartamento, porém não há controle e padronização correta pelo uso necessário que cada apartamento vai consumir de cada item necessário.

A segunda oportunidade foi considerado, pois, o processo de produção de argamassa da empresa era solicitado através da necessidade de cada equipe e repassado pessoalmente ao betoneiro, porém a produção de argamassa não atendia

a demanda, fabricando argamassa após o horário necessário e desperdiçando excessivamente matéria prima, traços de argamassa com dosagens errôneas interferindo diretamente na realização do serviço determinado, perdas durante o transporte, devido aos trajetos algumas vezes longos já que um ponto de produção abastece várias frentes.

Depois da observação e análise das operações em loco, foi feita uma investigação teórica em sites confiáveis artigos científicos, livros de especialistas na área, sobre quais conceitos da filosofia Lean Construction podem dar a sustentação para o bom desempenho dessas atividades. O foco dessa análise foi em se conquistar vantagens competitivas através das ferramentas do Lean Construction, algumas dessas vantagens levam a otimização dos processos, que buscam:

- ✓ Aumento no nível de atendimento aos clientes internos e externos;
- ✓ Redução do custo total da produção;
- ✓ Redução dos Custos Operacionais;
- ✓ Acuracidade da Operação;
- ✓ Segurança Operacional;
- ✓ Velocidade Operacional;
- ✓ Acuracidade de Localização;
- ✓ Intensidade de Fluxo;
- ✓ Movimentação livre de perdas;
- ✓ Acuracidade de Estoque;
- ✓ Movimentação livre de perdas.

Os padrões de gerenciamento estabelecidos nos princípios e métodos da construção enxuta são primordiais para se adaptar ao novo cenário da economia global, os clientes buscam sempre mais qualidade a preços cada vez mais baixos, pois, as ferramentas do Lean Construction são totalmente executáveis a qualquer tipo de operações na Construção Civil, e tornam mais competitivas as organizações que detém a vontade de fazer posse e uso dessa filosofia, que busca não só a excelência, mas também a melhoria contínua de todo o processo produtivo, desde a concepção do projeto até a entrega da obra ao cliente final.

Essas ferramentas auxiliam a gestão na construção civil para que haja um maior controle na produção e na gestão da cadeia de suprimentos, procurando evitar retrabalhos e desperdícios que eram tratados como comuns na área. Como a Construção Enxuta não se baseia em implantação de novas tecnologias, ela indica

convicções e soluções alternativas para o aperfeiçoamento das operações dentro do processo construtivo através da racionalização das atividades e otimização dos fluxos existentes, necessárias para a execução de forma eficaz da obra.

Portanto, a filosofia Lean Construction pode ser destacada como uma das soluções ótimas para o sistema de gestão da construção civil, porém, para que seus resultados sejam alcançados com sucesso, é imprescindível a dedicação, empenho e organização para a aplicação dos conceitos dessa metodologia.

4.2 Análise dos Resultados

No âmbito da pesquisa qualitativa com cunho exploratório, será exposto a análise de resultados da observação do fenômeno estudado, que é a implantação de ferramentas do Lean Construction em uma construtora de edifícios residenciais, sem a pretensão de esgotar o assunto, mas colaborar para evidenciar suas potencialidades para a gestão na construção civil.

Foi realizado o estudo prévio com foco nos processos produtivos, seguido da identificação das etapas críticas, assim como, a origem e causas dos problemas relacionados as operações, objetivando propor melhorias no processo para sua otimização, utilizando o referencial teórico estudado como base para a sugestões de tais melhorias, incorporando e aplicando os conceitos e ferramentas do Lean Construction na elaboração de um plano de ação estruturado, colocando-o em prática para se destacar sua eficiência. Como resultados esperados deste projeto, pode-se citar o mapeamento das perdas de processo, clara identificação das etapas críticas do processo e das perdas, padronização de atividades, redução das perdas de processo e plano de ação estruturado. O retorno financeiro que este projeto representa para a construtora é significativo.

Durante o progresso deste estudo de caso, foram constatados tanto obstáculos que dificultaram, como fatores que favoreceram a implantação e operacionalização das melhorias dentro da obra. É importante salientar, que a constatação desses fatores se deu através da convivência diária com as equipes de produção, além é óbvio, do acompanhamento dos processos e atividades relacionadas ao fluxo da obra, através de formulários, reuniões com os gestores e conversas com os responsáveis de cada processo.

Citando primeiramente os fatores que dificultaram a implantação e operacionalização da pesquisa:

- ✓ Cultura tradicional de priorizar o custo, dando menor importância ao planejamento da obra;
- ✓ A falta de rotinas padronizadas para maioria das atividades relacionadas com a produção;
- ✓ A gestão da produção que centralizava todas as informações relacionadas com a produção;
- ✓ A resistência inicial da equipe de produção e seus líderes em não acreditar que tais melhorias poderiam realmente fazer algum diferencial no andamento da obra;
- ✓ A resistência inicial das equipes de produção que achavam que as melhorias a serem implantadas trariam benefícios apenas para a empresa;
- ✓ A dificuldade inicial apresentada pelos envolvidos diretamente com os processos na utilização das ferramentas.

Podemos citar como facilitadores a implantação e instrumentalização da pesquisa:

- ✓ O apoio pleno da construtora e seus gestores, que encorajou e cooperou no processo de implantação das melhorias dentro da empresa. Asseguradamente, o fator preponderante que contribuiu para a implantação e operacionalização das melhorias;
- ✓ O acompanhamento diário no canteiro de obras, verificando oportunidades de implantação das ferramentas do Lean Construction e auxiliando na implantação das melhorias;
- ✓ A realização do benchmarking, com visitas e análise documental dos processos em canteiros de obras onde as melhorias que desejávamos implantar já estavam sendo operacionalizadas. As análises obtidas por essa ferramenta foram importantes para evidenciar os resultados e quebrar a resistência dos gestores perante o novo modelo; A apresentação de dados comprovando os problemas que estavam ocorrendo na obra, com o intuito de despertar a gestão para os fatos. Neste sentido, os indicadores foram bem eficientes;
- ✓ A implantação das ferramentas motivou, notadamente, os gestores da obra que compreenderam a importância de suas aplicações no planejamento da obra;
- ✓ A implantação do painel e dos cartões de Kanban motivou as equipes de produção pois o sucesso de sua operacionalização diminuiu a desconfiança inicial

apresentada pelos operários, de achar que os benefícios seriam somente para a empresa;

- ✓ O envolvimento dos supervisores na implantação das melhorias, visto que se esforçaram bastante para cumprir com as funções estabelecidas.

Para a primeira operação vista como passível de melhoramentos através de ferramentas da filosofia Lean Construction, o acabamento final do apartamento, foi feita a padronização correta e constatado a necessidade de uma ferramenta que possamos periciar, analisar e planejar a curto prazo para não haver desperdício de materiais, instalações incorretas e tempo de espera desnecessário, com isso estabelecemos como meta a qualidade continua nas instalações dos produtos, precisão, agilidade e eliminação de desperdícios, optou-se pelo quadro Heijunka box Kanban no qual nivelamos e programamos a mão de obra através do almoxarifado onde iniciamos a separação do material necessário em cada apartamento e a quantidade exata de cada item formando um “KIT” de instalação, onde o encarregado pelo setor de acabamento identifica o dia e o horário que será necessário estes materiais em um determinado apartamento, esta informação é encaminhada ao almoxarife que alimenta o quadro Kanban no dia anterior a esta solicitação, assim é entregue o kit no local e hora exato onde o profissional realiza as atividades para concluir esta instalação.

Após a implantação do Kanban eliminamos o desperdício de materiais, e tempo de espera, padronizamos a instalação e conseqüentemente a aprovação contínua da qualidade, elevamos o índice de eficiência da produção do acabamento nos apartamentos, economizando gastos adicionais com a mão de obra e desperdícios em 11,18 % do custo total do processo. A Figura 15 mostra o quadro instalado na empresa.



Figura 15 – Quadro Heijunka-Box Kanban para controle dos kits de instalação
Fonte – Elaborado pelo autor

Para a segunda operação, a produção de argamassa, optou-se por uma ferramenta que gerencie e nivele, nesse caso, o Kanban, que é uma ferramenta bastante consolidada, trata-se de um painel que organiza a produção por tempo e quantidade, os funcionários colocam em um cartão (Kanban) informações relacionadas à quantidade, traço, local de entrega e nome da equipe. Em seguida, o inserem em um quadro com indicações do horário em que será usado. Assim, o betoneiro já tem em mãos pela manhã as solicitações e não ocorrem atrasos, possibilitando ao betoneiro nivelar a produção e garantindo abastecimento uniforme. Ao longo do dia, ele carrega e identifica os caixotes de massa quanto ao tipo de argamassa e o pavimento de destino. Assim, o fluxo de informações independe da comunicação oral, o que evita mal-entendido gerando organização no fluxo de informações e gerenciamento dos pedidos, diminuindo desperdícios devido à falta de identificação e má comunicação. Os principais ganhos com o uso dessa ferramenta foi a diminuição no tempo de produção de pedidos e menos material foi desperdiçado, reduzindo o custo do processo e aumentando a velocidade da operação. Na Figura 16 é mostrado o painel de cartões Kanban que viabilizou a otimização do processo de produção de argamassa.



Figura 16 – Painel de cartões Kanban do processo de produção de argamassa
Fonte – Elaborado pelo autor

Por fim, percebeu-se uma mudança comportamental depois do projeto iniciado, onde os gestores envolvidos a nível administrativo interagiram com maior intensidade com os colaboradores, visualizando através dessa interação oportunidades para melhoria e racionalização do trabalho, levando em consideração suas opiniões para

exemplificar com maior clareza o trabalho a ser desenvolvido. Esse cooperativismo entre setores administrativos e operacionais comprometidos na execução do projeto, ou seja, com objetivo em comum a cultura e metas da empresa, forma o conceito de célula de produção imposto pela filosofia estudada como fundamental para o sucesso da organização. No entanto, faz-se necessário intensificar o entendimento dos conceitos das outras ferramentas, como o PDCA, Heijunka, Kanban, gerência de fluxo e linha de balanço visando consolidar um sistema de produção otimizado e padronizado, voltado para a melhoria contínua, aumentando os benefícios que esta filosofia pode proporcionar ao gerenciamento da produção na construção civil.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho evidenciou a eficiência deste método de gestão chamado de Lean Construction. Foi comprovada sua capacidade de oportunizar a melhoria contínua, através da redução de custos produtivos, com a otimização dos processos e racionalização da mão-de-obra e outros recursos produtivos, conseqüentemente, aumentando o lucro e os níveis de atendimento aos clientes internos e externos.

A Lean Construction, aplicada de forma correta, conforme recomendações dos pesquisadores da área, traz vários benefícios, como economia de tempo e dinheiro, simplificação e padronização do trabalho realizado, diminuindo a variabilidade e número de passos que compõe o processo, uma melhor capacidade de controle, conscientização e envolvimento de todos na busca pela melhoria contínua.

A Filosofia Lean Construction pode ser uma das filosofias de gestão que mais se destacam no setor da construção civil em questão de redução de custos e otimização das operações, mas é o julgamento e esforços de implementação dos gestores que a faz poderosa, analisando quais de suas ferramentas se encaixam ao cenário de sua empresa. É função dos gestores com ajuda dos colaboradores, identificar a ferramenta adequada e rentável, que atenda as reais necessidades da empresa, sabendo que irá influenciar toda a cultura e estrutura organizacional. É necessário um planejamento identificando os benefícios e possíveis falhas na implantação para haver ganho real a longo prazo.

Os conceitos e métodos de gestão mostram-se cada vez mais inovadores, porém, acessíveis, atentando os profissionais da área a importância de pesquisas e constante atualização, pois, surgem a cada momento novas teorias ou adaptações de antigas para aumentar a eficácia dos processos, se as organizações não souberem utilizá-las a seu favor, perderão espaço.

A implantação dos preceitos e ferramentas Lean voltadas a construção civil e a operacionalização das melhorias na obra ainda estão no princípio. Com certeza, outras dificuldades e facilidades apareceram no decorrer dessa implementação. É fundamental, no entanto, sempre ajustar o processo, adequando-o às peculiaridades existentes. Evidenciando, dessa forma, a importância das ferramentas de gestão da filosofia Lean Construction na procura de um sistema de produção adequado às características do setor, deixando dedutivamente claro, que uma das maiores

vantagens sobre a filosofia é a capacidade em adaptar-se às peculiaridades apresentadas pelo setor da construção civil. Por fim, afirma-se que os resultados apresentados nessa pesquisa, ainda que limitados ao universo do estudo de caso, contribuíram tanto para novos estudos acadêmicos, quanto para consulta de gestores do segmento da construção civil em organizações de qualquer porte que desconheçam os princípios da construção enxuta.

5.1 Sugestões para Futuras Pesquisas

Como sugestão para futuras pesquisas, abordar como a filosofia Lean Construction pode ajudar na integração total dos processos na construção civil, principalmente ao novo problema do setor, as operações de logística reversa e descarte dos resíduos sólidos gerados pela produção, que segundo o novo Plano Nacional de Resíduos Sólidos fica a cargo do gerador, ou seja, da construtora, se tornando parte do custo e dos processos e por consequência passível de otimização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BARBOSA, George et al. HEIJUNKA DE MÁQUINAS MANIPULADORAS UTILIZANDO TABLETS NO CANTEIRO DE OBRAS1. In: III Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído. VI Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção, Campinas, São Paulo, Brasil, 24 a 26 de julho de 2013.

BARROS, J. **Excelência Operacional & Lean Construction: Princípios e Conceitos.** Revista Grandes Construções, Edição 56. Disponível em: http://www.grandesconstrucoes.com.br/br/index.php?option=com_conteudo&task=vi_ewMateria&id=1694. Acesso em: 10 de dezembro de 2016.

BARROS NETO, J. P. **The relationship between strategy and lean construction.** In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 10, 2002, Porto Alegre: Gramado, 2002. p. 427-438. Artigo técnico.

BEZERRA, F. Ciclo PDCA: Conceito e Aplicação. Portal-Administração. 2016. Disponível em: < <http://www.portal-administracao.com/2014/08/ciclo-pdca-conceito-e-aplicacao.html> > Acesso em: 29 de agosto de 2016.

BULHÕES, I. R.; PICCHI, F. A. **Diretrizes para a implementação de fluxo contínuo em obras de edificações.** Porto Alegre: Ambiente Construído, Vol. 11, No.4, pp. 205-223, out./dez. 2011.

CAMPOS, Patrícia Cesare. **Adoção de práticas da produção enxuta na construção civil. 2013.** Guaratinguetá: Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2013.

CABETTE, Regina Elaine S. SOUZA, Beatriz C. **Gerenciamento da Construção Civil:** Estudo da Aplicação da “Lean Construction” no Brasil. Revista de Gestão & Tecnologia, v. 2, n. 1, 2014.

CASTRO, Ana Patrícia Barros. **Implementação de Metodologias Lean e Desenvolvimento de Processos de Medição do OEE.** Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica, especialização em Gestão da Produção na Faculdade de Engenharia do Porto, 2016. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/82966/2/120471.pdf>. Acesso em: 13 de dezembro de 2016.

DE OLIVEIRA, Maxwell Ferreira. Metodologia científica: um manual para a realização de pesquisas em Administração. Catalão- Goiás: Universidade Federal de Goiás, 2011.

FORMOSO, Carlos Torres. **Lean Construction**: princípios básicos e exemplos. Porto Alegre: NORIE/UFRGS, 2002.

GHINATO, P. **JIDOKA**: A Essência da Qualidade e Equilíbrio do TPS – Lean Summit. Caxias do Sul: EDUCS, 2004

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção**: mais do que simplesmente just-in-time. Caxias do Sul: EDUCS, 1996.

GUILLOU, Felipe A.; SANTOS, Adriana O.; SERRA, Sheyla MB. **Avaliação da Utilização dos Princípios da Construção Enxuta**: Caso de duas Construtoras de Médio Porte. XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2010.

GOMES NETO, B. J.; PEREIRA, F. L. G.; MARIANO, S. R. H. **Melhoria dos serviços de TI através da aplicação de um modelo de governança e ferramentas de qualidade: um estudo de caso**. Revista Sistemas & Gestão, vol. 7, n. 4, p. 546-553, 2012.

HEINECK, L. F. M. MACHADO R. L. **A Geração de cartões de produção na programação enxuta de curto prazo e obra**. In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO -SIBRAGEC, 2, 2001, Fortaleza. Anais... Fortaleza: 2001.

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

KAMADA, S. Como operar um ANDON. 2011. Disponível em: www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo_36.pdf. Acesso em: 20 jun. 2016.

KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. *Technical Report*, Finlândia: CIFE, 1992.

LIKER, J. K. **O modelo Toyota**: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Tradução de Lene Belon Ribeiro. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LIMA, Eduardo de Andrade Moura. **Estudo da Contribuição das Metodologias do Lean Construction e do Gerenciamento de Projetos do PMI para o Planejamento e Controle da Produção de Obras**. 2016. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

MATTOS, A. **Planejamento e Controle de Obras**. São Paulo: Editora Pini, 2010.

MARIANI, Adler Antonio. **Sistema Kanban: sua utilização em uma fábrica de ração comercial, visando a redução de custos por meio da organização e controle de estoques**. 2014. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4148/1/PB_ESEP_I_2014_02.pdf. Acesso em: 12 de dezembro de 2016.

MARTINS, H. A. **Estudo sobre os conceitos da autonomia e aplicação de PFMEA para auxílio na implementação de sistemas à prova de erro**. Monografia

de graduação em Engenharia Mecânica pela Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos: Universidade de São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAFMwEAA/tcc-heitor-martins-autonomacao-pfmea-poka-yoke>. Acesso em: 10 de dezembro de 2016.

MARUOKA, L.M.A. **Estratégias de produção adotadas pelas construtoras no ambiente contemporâneo**. 2003. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Carlos, São Paulo, 2003.

MAUÉS, L. M., NEGRÃO, A. A., PEIXOTO, A. D. C., & PAIXÃO, L. **Nível de utilização das ferramentas da filosofia Lean construction em empresas construtoras**. In: XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Fortaleza-CE, Brasil: ENTAC, 2008.

MENEGHELLO, G. C. **Utilização do sistema kanban no controle de materiais em pequenas e médias empresas**. 2013. Disponível em: <http://gcmeneghellologistica.blogspot.com.br/2011/07/utilizacao-do-sistema-kanban-no.html>. Acesso em: 13 de dezembro de 2016.

MESSEGUER, A. G. **Controle e garantia da qualidade na construção**. São Paulo: Sinduscon, 1991.

NIIMI, A. **Sobre o nivelamento (Heijunka)**. Lean Institute Brasil, 2004. Disponível em: http://www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo_109.pdf. Acesso em: 15 de dezembro de 2016.

NOVAES, C. C. PALIARI, J. C. VIVAN, A. L. **Vantagem produtiva do sistema light steel framing: da construção enxuta à racionalização construtiva**. Disponível em: <http://www.metallica.com.br/vantagem-produtiva-do-sistema-light-steel-framing>. Acesso em: 12 de dezembro de 2016.

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

ORIBI, C. **MASP na prática do Kaizen**. Disponível em: <http://engenhariadeproducaoindustrial.blogspot.com.br/2014/04/masp-na-pratica-do-kaizen.html>. Acesso em: 12 de dezembro de 2016.

PALIARI, José Carlos. **Metodologia para a coleta e análise de informações sobre consumos e perdas de materiais e componentes nos canteiros de obras de edifícios**. 1999. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

PERETTI, L. C. **Aplicação das Ferramentas da Construção Enxuta em Construtoras Verticais na Região Metropolitana de São Paulo: Estudo de casos múltiplos** / Luiz Celso Peretti. São Caetano do Sul: USCS, 2013.

PERIARD, G. **Matriz GUT: Guia Completo Sobre Administração**. 2011. Disponível em: <http://www.sobreadministracao.com/matriz-gut-guia-completo/> Acesso em: 24 de agosto de 2016.

PICCHI F. A. GRANJA A. D. **Aplicação do Lean Thinking ao fluxo de obra** In: I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – ENTAC 2004, São Paulo. *Anais...* São Paulo, 18-21 julho 2004.

PICCHI, F. A. **Lean Thinking (Mentalidade Enxuta): avaliação sistemática de potencial de aplicação do setor da construção.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO -SIBRAGEC, 2, 2001, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: 2001.

RIANI, Aline Mattos. **Estudo de caso:** o lean manufacturing aplicado na Becton Dickinson. Tese de Doutorado. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2006.

RIBEIRO, Guilherme Faria da Silva. **Projeto conceitual de um sistema de acompanhamento e controle de operações baseado na manufatura enxuta.** 2016. Disponível em: http://dspace.ufgd.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/355/GUILHERME_RIBEIRO.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 12 de dezembro de 2016.

ROLIM, C. **Filosofia Lean.** In: Prêmio CBIC de Inovação e Sustentabilidade, Fortaleza, CE, Brasil, 2012.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico. 23. ed. rev. e atual.** São Paulo: Cortez, 2007.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Formação de multiplicadores para atuação no local de trabalho. 2009. Disponível em: [http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/49B285DDC24D11EF83257625007892D4/\\$File/NT00041F72.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/49B285DDC24D11EF83257625007892D4/$File/NT00041F72.pdf). Acesso em: 18 nov. 2014.

SLACK, N. CHAMBERS, S. JOHNSTON, R. BETTS, A. **Gerenciamento de Operações e de Processos:** Princípios e práticas de impacto estratégico. 2ª edição. Porto Alegre: Editora Bookman, 2013.

SILVA, Macáliston Gonçalves. **Jidoka:** conceitos e aplicação da autonomia em uma empresa da indústria eletrônica. Revista ESPACIOS| Vol. 37 (Nº 02) Año 2016, 2016. Disponível em: <http://www.revistaespacios.com/a16v37n02/16370218.html>. Acesso em: 10 de dezembro de 2016.

SILVA, Edna L. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. 4ª ed. rev. atual. – Florianópolis: UFSC, 2005.

SOUZA, Jefferson Mariano. **PDCA e Lean Manufacturing:** Estudo de Caso de Aplicação de Processos de Qualidade na Gráfica Alfa. Revista de Ciências Jurídicas e Empresariais, v. 17, n. 1, p. 11-17, 2016. Disponível em: <http://pgsskroton.com.br/seer/index.php/juridicas/article/view/3705/3153>. Acesso em: 15 de dezembro de 2016.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do Ponto de vista da Engenharia de Produção**. 2ª edição. Porto Alegre: Editora Bookman, 1996.

SPÓSITO, G. Thiago. **O sistema Toyota de Produção**: Uma abordagem prática dos resultados esperados e às dificuldades inerentes à sua implantação. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto – Departamento de Engenharia de Produção, Administração e Economia, 2003.