

EDERCY GERALDO FERREIRA JUNIOR

Lean Construction:
caso de aplicação na construção de um edifício residencial

Edercy Geraldo Ferreira Junior

Lean Construction:

caso de aplicação na construção de um edifício residencial

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Mecânica.

Orientador: José Roberto Dale Luche

F383L	Ferreira Júnior, Edercy Geraldo Lean construction: caso de aplicação na construção de um edifício residencial / Edercy Geraldo Ferreira Junior – Guaratinguetá, 2018. 54 f : il. Bibliografia: f. 53-54 Trabalho de Graduação em Engenharia Mecânica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2018. Orientador: Prof. Dr. José Roberto Dale Luche 1. Construção civil - Qualidade. 2. Produtividade. 3. Produção enxuta. I. Título. CDU 69
-------	---

Luciana Máximo

Bibliotecária CRB-8/3595

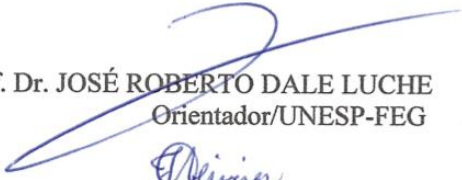
EDERCY GERALDO FERREIRA JUNIOR

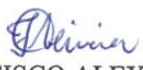
ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
"GRADUADO EM ENGENHARIA MECÂNICA"

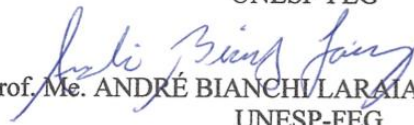
APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA


Prof. Dr. MARCELO SAMPAIO MARTINS
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO DALE LUCHE
Orientador/UNESP-FEG


Prof. Dr. FRANCISCO ALEXANDRE DE OLIVEIRA
UNESP-FEG


Prof. Me. ANDRÉ BIANCHI LARAIA
UNESP-FEG

Dezembro de 2018

dedico este trabalho
de modo especial, à minha família.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, criador do universo. Agradeço pela minha vida, minha inteligência, minha família e meus amigos.

Aos meus pais *Rosana Lúcia da Silva Ferreira* e *Edercy Geraldo Ferreira*, e a meus avós *Terezinha Rezende da Silva* e *Sebastião Domingos Moreira da Silva* – *in memoriam* – que apesar das dificuldades enfrentadas, sempre incentivaram meus estudos e são exemplos de garra e dedicação.

Aos meus irmãos *Natália Caroline Ferreira* e *Diego Augusto Ferreira*, que sempre me ajudaram nos momentos em que mais precisei.

À minha esposa *Mariana Corrêa Belato Ferreira* por acreditar que eu seria capaz e por estar sempre ao meu lado, sendo uma verdadeira companheira.

Ao meu sogro *Luiz Roberto Silva Belato* que me ajuda diariamente no aprendizado de Engenharia.

Ao meu orientador, *Prof. Dr. José Roberto Dale Luche* por ter me guiado durante a realização desse estudo.

A todo professor que tive durante minha graduação na Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá. Cada um, à sua maneira, me ajudou a amadurecer e a aumentar o meu conhecimento.

Aos amigos que fiz ao longo do curso que tiveram grande importância nessa conquista.

“Só sabemos com exatidão quando sabemos pouco;
à medida que vamos adquirindo conhecimento,
instala-se a dúvida.”

Goethe

RESUMO

O presente trabalho teve como tema central *Lean Construction*: caso de aplicação na construção de um edifício residencial. Para tanto, definiu-se como objetivos gerais de pesquisa propor melhorias na cadeia produtiva de uma empresa da área de construção civil, buscando eliminar desperdícios, reduzir o gasto orçamentário de execução de obras, diminuir tempo de execução e conter o preço final. Os desperdícios normalmente são enquadrados dentro de oito categorias básicas presentes em uma cadeia produtiva. Sua eliminação está diretamente relacionada ao conceito de *Just-In-Time* - os recursos e processos são disponibilizados e finalizados exatamente no momento em que devem ser entregues/concluídos. Se aplicarmos as teorias de sistemas de produção às etapas e processos pertencentes ao planejamento de obras, negociações, execuções, entregas de projeto e atendimento de clientes que buscam construir, reformar ou investir no mercado imobiliário, perceberemos a possibilidade de tratar esse ramo como um processo produtivo. Este trabalho se trata de um estudo de caso, o qual envolveu análise detalhada de alguns objetos de maneira que se permita o seu amplo conhecimento. Para levantamento dos dados, foi utilizado como objeto de estudo uma construtora de pequeno porte da cidade de Lorena, a qual está situada no Vale do Paraíba, Estado de São Paulo. A empresa atua somente na cidade de Lorena a mais de 15 anos. A maior parte das obras realizadas são casas populares e pequenos prédios de até três andares, com quatro apartamentos cada prédio. Baseado nos princípios de construção enxuta (*Lean Construction*), foi realizada uma análise comparativa de cada princípio com a obra em estudo, EDIFÍCIO B, indicando seus pontos positivos, negativos e as possíveis soluções aos pontos negativos levantados. Os esforços para a redução do desperdício e do aumento do valor do produto devem ocorrer de maneira contínua na empresa, trabalho em equipe e gestão participativa constitui os requisitos essenciais para a introdução deste princípio. Após o levantamento dos processos com problemas de desperdícios na obra citada, dos levantamentos e análises realizadas, acredita-se ser necessário desenvolver um plano de melhoria baseado no método PDCA e um plano de ação baseado no 5W2H, com os quais, entende-se que as melhorias e mudanças podem ser mais bem gerenciadas.

PALAVRAS-CHAVE: *Lean Construction*. Desperdícios. Construção civil.

ABSTRACT

The present work was centered on Lean Construction and its application on the construction of a residential building. For this purpose, it was defined as main objective of this study proposing improvements on the productive chain of a construction company, seeking to eliminate waste, reduce its budget expenditures on work executions, shorten its runtime and contain the final price. Waste is usually defined in eight basics categories within a productive chain. Its elimination is directly related to the Just-In-Time concept – the resources and processes are made available and finalized exactly at the moment in which they should be delivered/completed. Applying the production systems theory to the stages and processes belonging to the construction work's planning, negotiations, executions, project delivery and costumers service that seek do build, refurbish or invest in the real state market, it will be possible to handle this market as a production process. This paper portrait a case study which involved a deep and exhaustive research of one or a few objects in a way that allows its wide and detailed knowledge. The data collected on this study belongs to a small construction company operating in Lorena, a city on Vale do Paraíba, State of São Paulo. The company has been operating in Lorena for more than fifteen years. Most of its construction work are popular houses and three-storey buildings, about four apartments each. Based on Lean Construction principles, this study makes a comparative analysis of each one against the construction work at hand, assigned as BUILDING B, indicating its positive and negative aspects, as well as possible solutions to the negative aspects found. The efforts to reduce waste and increase de product value must happen continuously inside the company. Teamwork and participatory management are the essential requirements for the introduction of the principle. After having found problems of waste on this construction work, based on the data and analysis of this research, it is believed necessary to develop an improvement plan base on the PDCA method and an action plan based on the 5W2H method, with which it is understood that improvements and changes can be better managed.

KEYWORDS: Lean construction. Wastage. Civil construction.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	OBJETIVO	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
2.1	SITUAÇÃO DO MERCADO DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	13
2.2	A HISTÓRIA DO <i>LEAN MANUFACTURING</i>	15
2.3	OS CINCO PRINCÍPIOS DO <i>LEAN</i>	16
2.4	OS OITO DESPERDÍCIOS DO <i>LEAN</i>	17
2.5	<i>LEAN CONSTRUCTION</i>	19
2.6	<i>LEAN SERVICE</i>	21
2.6.1	Desperdício do <i>Lean Service</i>	23
2.7	MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR	25
2.8	LIDERANÇA EM <i>LEAN</i>	27
2.9	MÉTODO PDCA	28
2.10	DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO	30
2.11	DIAGRAMA DE PARETO	31
2.12	FLUXOGRAMA	32
2.13	MÉTODO 5W2H	33
3	METODOLOGIA DE PESQUISA	35
4	LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE DADOS	36
4.1	ANÁLISE COMPARATIVA DOS PRINCÍPIOS DE CONSTRUÇÃO ENXUTA	37
4.1.1	Reduzir a Parcela de Atividades que não Agregam Valor	37
4.1.2	Aumentar o Valor do Produto Através da Consideração das Necessidades dos Clientes	40
4.1.3	Reduzir a Variabilidade.....	41
4.1.4	Reduzir o Tempo de Ciclo.....	43
4.1.5	Simplificar Por Meio da Redução do Número de Passos ou Partes.....	43
4.1.6	Aumentar a Flexibilidade na Execução do Produto.....	45
4.1.7	Aumentar a Transparência do Processo	45
4.1.8	Focar o Controle no Processo Global	47
4.1.9	Introduzir Melhoria Contínua no Processo	49
4.1.10	Manter um Equilíbrio Entre Melhorias Nos Fluxos e Nas Conversões	50

4.1.11	Fazer <i>Benchmarking</i>	50
4.2	PROPOSTA MÉTODO PDCA	50
4.2.1	Plano de Ação – 5W2H	53
5	CONCLUSÃO	55
	REFERÊNCIAS	57

1 INTRODUÇÃO

Um dos problemas que mais afeta o setor de obras é a carência do aumento de produtividade por parte: da mão de obra, dos processos burocráticos inerentes às prefeituras e às instituições financeiras, tanto as instituições privadas (bancos) quanto as governamentais (cartórios, subprefeituras, secretarias) e dos processos internos das construtoras e incorporadoras (nas áreas de planejamento e na execução das atividades intermediárias necessárias para a entrega de uma obra finalizada). Essa situação é mais fortemente sentida pelas obras de pequeno porte, representadas pelas obras destinadas à moradia.

Uma das formas de se melhorar o processo produtivo no setor da Construção Civil é aplicando de uma das muitas vertentes do *Lean*, o *Lean Construction* (LC). Essa vertente do LC iniciou-se por meio da pesquisa de Lauri Koskela no ano de 1992, na qual era proposto pela primeira vez a adoção das técnicas da manufatura enxuta já consolidadas no sistema Toyota de Produção considerando as peculiaridades do setor da construção. Sob uma ótica panorâmica, o *LC* visa minimizar o quanto possível os desperdícios da construção civil, diminuir o tempo total de concepção de uma obra reduzindo o número e os tempos das atividades necessárias e, conseqüentemente, tornar o processo flexível o suficiente para atender as exigências de diferentes clientes.

Muitas ideias do tradicional *lean manufacturing* foram rejeitadas pela indústria da construção, pois havia a dificuldade de se enxergar a concepção de um projeto de construção civil como um processo produtivo. Acreditava-se que as diferenças entre uma linha de produção industrial como era conhecida e a confecção de obras eram suficientes para impossibilitar o tratamento de uma como outra. Dentre essas diferenças (HOWELL, 1999):

- Possuir um conjunto de especificações muito particulares em cima do processo de entrega. Especificações dadas pelo cliente, as quais cabem às partes envolvidas adaptar todo processo para obter o resultado esperado. É como se a linha lógica de uma obra fosse suficientemente diferente da outra, dificultando em muito a padronização como numa cadeia produtiva tradicional;
- Referente a maximizar o desempenho para o cliente a nível de projeto. Na concepção do projeto já constam “melhorias” em um processo que ainda nem foi concebido, esse raciocínio causa um certo conflito com o padrão de

como as melhorias são avaliadas e instauradas pelo *Lean*;

- Diferente do pensamento enxuto convencional, o controle de produção é aplicado ao longo de toda a vida do projeto. A etapa de controle ocorre o tempo todo, desde o início, quando ainda nem há processos definidos e padronizados, até seu encerramento com a entrega da obra.

Segundo Howell (1999), o ambiente desse setor é incerto e cada projeto possui muitas peculiaridades. Cada projeto se diferencia do seu anterior e cada produto segue a especificação de um cliente único, singular. O *Lean* propõe uma análise mais profunda que parte do seguinte: A meta de todo projeto é a entrega do produto ao cliente exatamente como especificado, em tempo idealmente zero. Para se alcançar essa meta dentro dessa área é que cabem as estratégias e observações peculiares a cada área de conhecimento.

Um caso no qual as ferramentas do *Lean* foram aplicadas especificamente em um ambiente da construção civil, caracterizando um caso de *LC*, foi o estudo de caso realizado em Ohio (SALEM, O., SOLOMON, J., GENAIDY, A., MINKARAH, I., 2006). Esse estudo teve o objetivo de implantar e avaliar seis diferentes ferramentas do *lean* em um ambiente de construção de um estacionamento por 6 meses. As seis ferramentas utilizadas foram: *last planner*, *increased visualization*, *first-run studies* (mais popularmente conhecido como *PDCA – plan, do, check, act*), *huddle meetings* (reuniões informais no próprio ambiente de obra), *5S (Sort, Straighten, Standardize, Shine, Sustain)* e *fail-safe for quality*.

Conforme apresenta o mesmo estudo, durante os seis meses de execução do projeto as técnicas de melhoria e controle foram utilizadas de forma adaptada ao ambiente da indústria da construção, eliminando gargalos de tempo, atrasos, identificando causas-raiz de problemas corriqueiros e resolvendo-os. Conforme as partes envolvidas iam tendo contato com esses novos métodos, um *feedback* ia sendo realizado de forma a qualificar a implantação do método. Ao final, a equipe de pesquisa relatou que houve conclusão das obras três semanas antes do prazo e dentro do orçamento pretendido, além da equipe de obras estar mais satisfeita quanto a nova relação com os contratantes.

Ainda segundo os estudos, outro indicador importante foi em relação a incidentes menor que a média para obras similares da mesma empresa num mesmo período. A maioria dos integrantes da equipe de planejamento atribuiu o ganho de performance na execução da obra às ferramentas do *Lean Construction*. Foi observado também que essa mesma maioria gostaria de continuar utilizando a maior parte das ferramentas.

1.1 OBJETIVO

Propor melhorias na cadeia produtiva de uma empresa da área de construção civil, buscando eliminar desperdícios através da utilização de princípios do *Lean Construction*, reduzir o gasto orçamentário de execução de obras, diminuir o seu tempo de execução e conter o preço final.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 SITUAÇÃO DO MERCADO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A indústria da construção é um dos setores mais representativos do país. Sua cadeia produtiva reúne construtoras, fabricantes e comerciantes de materiais, máquinas e equipamentos, serviços técnicos especializados, serviços imobiliários e consultorias de projetos, engenharia e arquitetura. A atividade movimenta diversas áreas e exerce influência direta e indireta no resultado econômico do Brasil. Sendo assim, a capacidade produtiva e o desenvolvimento nacional estão diretamente relacionados ao desempenho do setor. Além disso, a cadeia de construção tem importante papel social, pois cria oportunidades de trabalho para uma faixa da população com baixa escolaridade e pouca qualificação profissional. (SEBRAE, 2018)

Diante de inúmeras incertezas que se alteram rapidamente no ambiente macroeconômico, os empresários precisam de métodos que os auxiliem e garantam mais segurança na tomada de decisões estratégicas. Segundo a pesquisa do (SEBRAE, 2018), sobre as perspectivas do setor, a cadeia da construção passou por um momento de forte expansão, principalmente até o ano de 2012.

Esse resultado foi influenciado por financiamentos com taxas de juros atrativas que impulsionaram o mercado imobiliário e aos programas Minha Casa, Minha Vida e de Aceleração do Crescimento (PAC), significativos para as obras de infraestrutura.

Alguns indicadores apontaram renda nominal crescente (BRASIL, 2010), maiores índices de investimento (FORDELONE, 2010), maior quantidade de bens de capital sendo produzidos e vendidos (DAL POGETTO, 2011; NAPOLITANO, 2013). A longo prazo, as consequências são: endividamento, inflação de preços e entorpecimento do mercado (ROQUE, 2014), situação na qual o Brasil começou a se encontrar a partir de dois mil e doze.

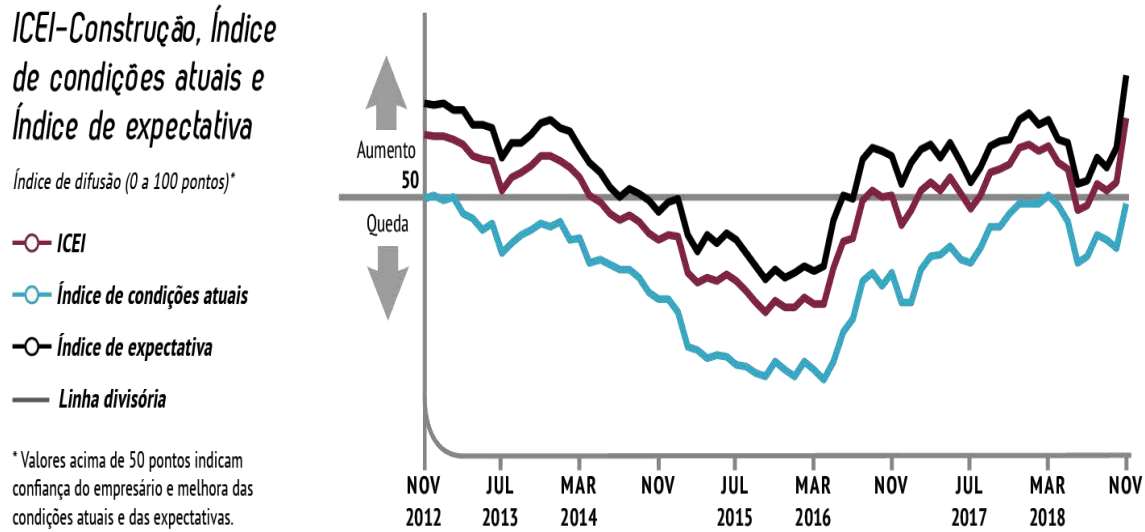
No segmento de imóveis comerciais e residenciais, excesso de estoque tem sido o maior dos problemas (AMORIN, 2015). Os estoques de imóveis residenciais gerados durante os anos de falsa prosperidade compõem uma oferta de bens não absorvidos pelo mercado e que atualmente representam passivos para as incorporadoras e construtoras. Algumas chegam a ter unidades equivalentes a até dois anos de vendas (AMORIN, 2015).

A fim de eliminar esses estoques para parar de perder dinheiro ou quitar suas dívidas, as empresas têm realizado liquidações, ou seja, diminuem o preço de venda de suas obras prontas. Com muitas incorporadoras realizando essa prática, ocorre uma desvalorização dos imóveis, gerando um problema ainda mais grave: aumento no número de distratos (QUINTÃO, 2017). Essa situação se torna insustentável: a medida que se tenta liquidar estoques pela redução dos preços de venda (ainda que esse não seja o único motivo pelo qual ocorre a prática de distrato), maior a quantidade de clientes realizando distratos dos imóveis adquiridos nos anos anteriores sendo entregues agora, pois os comprados previamente estão valendo menos. Aumentando a quantidade de distratos, maior é a quantidade de estoque. Outro problema vigente no setor é sua atual baixa da atividade econômica. Desde o início do ano de dois mil e dezesseis o setor só tem contraído. No segundo trimestre de dois mil e dezessete, houve recuo de dois por cento em relação ao anterior; já são seis quedas consecutivas. Dentre as principais causas está o baixo número de vendas de imóveis residenciais (VETTORAZZO, 2017).

A pesquisa do SEBRAE (2018), mostra uma perspectiva positiva para crescimento do setor, onde o cenário positivo apontado mostra crescimento de 3,3% do PIB do setor para 2018, enquanto o cenário conservador mostra crescimento de 2,6% e na pior das hipóteses, o cenário negativo mostra declínio de 0,5%.

Dados da Confederação Nacional da Indústria (Figura 1) mostram que o nível de atividade da indústria da construção caiu em 2014. Esse movimento de desaquecimento se acentuou em 2015, atingindo a mínima do indicador em março de 2016, conforme apresentado na figura 1 a seguir.

Figura 1: Índice de condições atuais e índice de expectativa



Fonte: Confederação Nacional da Indústria (2018)

Durante um curto período de tempo, as políticas intervencionistas fazem a economia responder positivamente. No segundo semestre de 2018, por exemplo, temos o “ápice” econômico mais atual. A confiança na indústria da construção é a maior dos últimos seis anos. O aumento do ICEI-Construção está acima da média histórica.

Diante de tal cenário para a construção civil, é fundamental desenvolver estratégias para tornar as empresas deste ramo mais competitivas. Um dos meios para se chegar a esta melhora é a aplicação das técnicas relacionadas ao *Lean Construction*, onde a empresa pode reduzir seus desperdícios e melhorar o seu desempenho, tanto em relação aos custos quanto ao prazo de entrega.

2.2 A HISTÓRIA DO *LEAN MANUFACTURING*

O *Lean Manufacturing*, conhecido na língua portuguesa pelo termo “Manufatura Enxuta” diz respeito a uma nova filosofia de produção. Uma mudança cultural das organizações (WOMACK; JONES; ROOS, 1992). Também chamado de Sistema Toyota de Produção (STP), nasceu no período pós-segunda guerra mundial, entre os anos de 1950 a 1952. Nesse período, o Japão sofria com uma economia um pouco defasada e necessitava

recuperar seu mercado, mas estava com pouca mão de obra, espaço e capital de reserva. Foi então que Eiji Toyoda e Taiichi Ohno (WOMACK; JONES; ROOS, 1992) perceberam que o sistema de manufatura empurrado não funcionaria igualmente como em outros países.

A ideia foi adotar uma abordagem diferente para a produção, partindo da eliminação de desperdícios, se utilizando de técnicas como produção em pequenos lotes, redução do tempo de *setup*, produção com estoque mínimo ou sem estoque algum, foco na qualidade dos produtos gerados, entre outras. Esse novo método é que levou o nome de STP. No entanto, muitos princípios já haviam sido tratados por Deming, Taylor e Skinner (JAMES-MOORE; GIBBONS, 1997).

2.3 OS CINCO PRINCÍPIOS DO *LEAN*

Koskela (1992) e Womack e Jones (1996) já haviam identificado os cinco princípios básico que mostra como os conceitos do STP podem ser aplicados para qualquer sistema produtivo, seja lá qual for o setor, o país ou a organização. São eles:

- Valor:

O que o cliente está disposto a pagar e qual a sua real necessidade, definida a partir do próprio ponto de vista do interessado pelo produto.

- Cadeia de Valor

Identificando e eliminando os desperdícios recorrentes ao longo de toda a cadeia de valor, da matéria-prima ao cliente final. Há inúmeras atividades resultantes em *outputs* dispensáveis para o cliente, empresas devem saber reconhecer essas etapas desnecessárias observando a cadeia produtiva de forma panorâmica.

- Fluxo Contínuo

Criar fluxo contínuo onde for possível. O fluxo contínuo ou *one-piece-flow* consiste em uma linha de produção ideal de um curso único ininterrupto, sem estoques intermediários e nem paradas durante o processo, minimizando o tempo de produção, gerando maior qualidade e eliminando desperdícios. O fluxo contínuo permite a redução do tempo de concepção

do bem ou serviço, possibilitando a mais rápida resposta aos pedidos dos clientes.

- **Produção Puxada**

Significa produzir na quantidade certa, na hora certa, para atender a uma demanda. Deve-se produzir somente quando demandado pelo cliente. Esta produção elimina suposições de falsas demandas, conforme dito anteriormente, e reduz os estoques ao mínimo (podendo, no caso da construção civil, ser estoque zero); ainda prevendo o contato constante com os clientes, permitindo identificar quais as necessidades antes do início da produção.

- **Perfeição**

A perfeição deve ser a meta constante dentro de uma companhia. Ao passar pelos princípios citados acima, a empresa consegue enxergar que as oportunidades de eliminação de desperdícios podem ser infinitas e essa busca deve ser incessante.

2.4 OS OITO DESPERDÍCIOS DO *LEAN*

Os desperdícios normalmente são enquadrados dentro de oito categorias básicas presentes em uma cadeia produtiva. Sua eliminação está diretamente relacionada ao conceito de *Just-In-Time* - os recursos e processos são disponibilizados e finalizados exatamente no momento em que devem ser entregues/concluídos.

A saber, os oito desperdícios estão explicitados a seguir, segundo Petenate (2016):

- a. A **superprodução** consiste em produzir mais do que a procura, ou fora do prazo de entrega. A produção deve basear-se na filosofia, já mencionada, *Just-In-Time*.
- b. Os **defeitos** são todas as irregularidades possíveis de se apresentar em um produto (reduzindo seu valor agregado) e todas as consequências relacionadas a essas irregularidades. De um modo geral, defeitos demandam reparos, gerando custos adicionais para a produção. Além do desperdício tanto do material utilizado como

do material adicional necessário para reparo. Há ainda os casos em que defeitos acarretam em perda total do valor de um determinado produto ou serviço, nesses casos, nenhum retrabalho seria capaz de tornar o bem utilizável ou viável de ser oferecido novamente ao cliente.

- c. O **transporte** em si consiste em uma etapa que não agrega valor, porém é necessária. Essa atividade deve ser evitada ao máximo principalmente porque todo transporte está diretamente ligado a gastos, tanto fixos como variáveis. Por não agregar valor ao bem final e ainda gerar gastos, é a etapa a que mais se deve estar atento.
- d. **Excesso de processamento** é qualquer etapa do processo que não gere valor ao produto. Por exemplo, aquelas etapas resultado de inadequada utilização dos recursos como quebra, perda ou reparos do produto (má utilização de maquinário, ferramentas ou recursos). Na construção civil, é o causador de desperdícios mais presente e o mais responsável pelos altos índices de perda de material.
- e. **Tempo de espera** inclui desde as esperas de material, equipamento, mão-de-obra e informação, até as atividades intermediárias a etapas agregadoras de valor. Esse tempo de espera quebra o *one-piece-flow* e bate de frente com o *just-in-time*. Provoca inatividade nos processos, ociosidade dos envolvidos na etapa do processo seguinte e, conseqüentemente, variações de fluxo indevidas e completamente desnecessárias.
- f. O **Estoque** é composto por matérias-primas ou produtos (em curso ou acabados) desnecessários para satisfazer as encomendas dos clientes. Todo excesso que ultrapassa a necessidade. Aquilo que não foi puxado pelas etapas de produção seguinte ou pela demanda do mercado é considerado estoque e deve ser eliminado. Na prática, estoque é sinônimo de desperdício.
- g. **Movimento** compreende o excesso de movimentação de trabalhadores, equipamentos, informação, ferramentas e recursos de todos os gêneros que não geram valor ao produto final.
- h. **Talento** refere-se à má gestão de pessoas. O negligenciamento, o ato de subestimar um profissional em um processo produtivo já caracteriza por si só um desperdício. Normalmente isso ocorre quando pessoas são tratadas como robôs dentro de ambientes corporativos, quando não há o nivelamento da carga de

trabalho entre os envolvidos em uma tarefa, quando não há o alinhamento das tarefas com o perfil de um funcionário ou até mesmo quando não são fornecidas orientações suficientes para a execução de uma determinada atividade. Trata-se do desperdício do potencial humano, na descrença ou negligência de que esse sempre pode ser superado.

2.5 LEAN CONSTRUCTION

A medida em que as técnicas de eliminação de desperdício, aumento da qualidade, redução de estoque, diminuição de retrabalho e todas as metodologias compreendidas pela filosofia da produção enxuta foram sendo aplicadas nas mais diversas áreas da economia e da sociedade, surgiram novas vertentes dessa linha de pensamento. Hoje, encontramos o *Lean Health*, o *Lean Safety*, o *Lean Construction* e muitas outras. Para cada especialização de conhecimento temos uma possível aplicação totalmente singular e dedicada da metodologia *Lean*.

No ano de 1992, Lauri Koskela, em seu trabalho publicado *Application of the New Production Philosophy to Construction*, adaptou os princípios do sistema Toyota de produção para a construção civil, tendo como objetivo beneficiar o setor da construção civil com um sistema de gestão da qualidade que foram bem sucedidas no sistema Toyota. (MATIAS, et al, 2012)

O *Lean Construction* pode ser traduzido como uma vertente da Manufatura Enxuta aplicada às particularidades do ramo da construção civil (HOWELL, 1999). Se aplicarmos as teorias de sistemas de produção às etapas e processos pertencentes ao planejamento de obras, negociações, execuções, entregas de projeto e atendimento de clientes que buscam construir, reformar ou investir no mercado imobiliário, perceberemos a possibilidade de tratar esse ramo como um processo produtivo. Temos clientes, etapas que agregam e não agregam valor ao cliente, atividades que seguem uma linha cronológica antes de darem origem a um produto que pode ser negociado a um determinado valor e todos os demais fatores necessários. A construção civil possui suas peculiaridades, por isso, segundo Koskela (1992, 2000), onze princípios devem ser seguidos para trabalhos em cima dessa nova filosofia:

- a. **Redução da quantidade de atividades não agregadoras de valor.** Ou seja, reduzir as atividades que consomem tempo, recurso e/ou espaço, mas

não contribuem para gerar as características finais ao produto (já definidas anteriormente pelos clientes);

- b. **Aumento do valor do produto final** através da consideração das necessidades do cliente. O valor é gerado satisfazendo os requisitos do cliente, considerando sempre os dois tipos de clientes para cada etapa produtiva: a próxima etapa e o cliente final. Ambas devem estar amarradas.
- c. **Redução da variabilidade:** Os processos produtivos são naturalmente variáveis por serem diferentes uns dos outros. A variabilidade aumenta a quantidade de desperdícios. Reduzir a variabilidade por conhecer que processos estão inerentes a que características do produto reduz esses desperdícios.
- d. **Redução do tempo de ciclo:** consiste na redução da soma dos tempos de processamento, espera, transporte e inspeção. Sendo apenas possível sua redução total por diminuição das três últimas;
- e. **Simplificação** do processo como um todo minimizando número de etapas intermediárias seguindo o pensamento da cadeia de valores;
- f. **Aumento da flexibilidade:** Tornar o produto final passível de receber alterações de acordo com os desejos do cliente sem grande aumento de custos;
- g. **Aumento da transparência** do processo facilitando o controle, eliminando fábricas ocultas (etapas do processo não discriminadas, mas que ocorrem na prática);
- h. **Foco no controle** do processo como um todo;
- i. Introdução de **melhoria contínua**;
- j. Manutenção do **equilíbrio** entre melhorias de fluxo e melhorias no processo de transformação;
- k. Realização de **benchmarking**. Implementando melhorias e adquirindo novas aprendizagens através da troca de conhecimento entre as empresas do mesmo setor ou segmento.

2.6 LEAN SERVICE

O Lean Service, segundo Davis et al (2001) surgiu a partir do Lean Production, porém, sua abordagem foi voltada para o setor de serviço. O pesquisador Theodore Levitt em seu artigo intitulado “Abordagem de Linha de Produção para Serviços”, foi um dos primeiros a reconhecer que muitos dos conceitos que haviam sido previamente desenvolvidos pelo Lean Production, poderiam ser aplicados a operações de serviços.

Com base nos estudos de Levitt (1972, 1976) e adicionalmente aproveitando o surgimento dos fundamentos da produção enxuta (Ohno, 1997), os pesquisadores Bowen & Youngdahl (1998) foram os primeiros a realizar estudos sobre a transferência das técnicas do Lean Production utilizados na produção das indústrias para o setor de serviços. Eles conduziram estudos de casos de aplicações de ferramentas enxutas e publicaram os resultados do que ficou conhecido como serviço enxuto. Este estudo apresentou as características do serviço lean aplicado em uma rede de restaurantes fast food, em um hospital e uma companhia aérea. Os resultados desses estudos levaram a novas aplicações no lean service no setor de serviços, permitindo novas formas de otimizar estes processos e melhorar sua eficiência.

Selau et al. (2009), comentam que todos os setores de uma empresa podem ser beneficiados com a adoção dos princípios enxutos, garantindo custos reduzidos, serviços com um alto grau de qualidade, entrega de serviços no tempo estabelecido e com os requisitos estabelecidos pelo cliente. Desta forma, a adequação dos conceitos de produção enxuta para o segmento de serviços é conceituada como *Lean Service* (Serviço Enxuto). No *Lean Service* muitas das ferramentas da produção enxuta são utilizadas nas empresas de serviço.

Para Nascimento & Francischini (2004), a definição de Lean Service é um sistema padronizável de operações de serviços composto apenas por atividades que geram valor para os clientes, com foco em tangíveis explícitos e visando atender as expectativas de qualidade e preço dos clientes.

Womack (2005) introduziu o conceito de *Lean Consumption* (ou Consumo Enxuto), que fomenta atitudes simples, mas de vital importância para o resultado da organização: resolver o problema do cliente completamente e da primeira vez; não desperdiçar o tempo do

cliente; fornecer exatamente o que o cliente quer, onde e quando ele queira (Just in Time para a área de serviços) e agregar continuamente soluções para reduzir o tempo do cliente.

Para Bowen & Youngdhal (1998), a grande semelhança com o modelo de Womack é gerar processo de fluxo de produção em serviços e também utilizar sistemas puxados pelo cliente. No entanto, outra importante contribuição desses autores é o fator humano envolvido no processo, quando eles sugerem o uso de “empowerment” para funcionários e equipes. O setor de serviços, diferentemente das indústrias, tem um grande envolvimento das pessoas, seja no atendimento ao cliente (front office) ou na preparação de algo que deve ser entregue a um distribuidor ou mesmo diretamente ao cliente no ponto de venda (back office).

Selau et al (2009), trazem os conceitos apresentados por diversos autores relacionados às características do Lean Service no setor de serviços, porém, observa-se que os autores apresentam vários pontos comuns, como eliminar, resolver, identificar, melhoria continua etc., ou seja, todos buscam minimizar as perdas relacionadas aos serviços e, automaticamente, diminuir custos e melhorar a eficiência dos mesmos.

Para o autor George (2004) o Lean Service se destaca em cinco frentes consideradas básicas para o sucesso desta filosofia, são elas:

Primeira: Eficiência de Processo – este ponto apresenta a quantidade de tempo adicionador de valor ao *lead time* total do processo, que é o tempo para que qualquer item do trabalho possa ser concluído, os quais podem ser os pedidos de clientes pendentes, faturas e duplicatas aguardando ou em processamento, relatórios pendentes, visitas a serem feitas etc.

Segunda: Redução de *Work in Process* ou Trabalho em processo – este ponto considera que todo e qualquer trabalho oficialmente no processo e que ainda não esteja concluído. Na aplicação desse conceito em serviços, em sua grande maioria, são as pessoas. Sempre que houver trabalho em processamento, haverá trabalho “esperando” para ser concluído, ou seja, na fila. Qualquer tempo de espera durante o qual esse trabalho fica na fila é considerado atraso, não importa qual a causa subjacente.

Terceiro: Apenas 20% das atividades causam 80% do atraso - isto significa que é necessário melhorar a velocidade de 20% do processo para se obter uma redução de 80% no tempo de ciclo. É relevante ressaltar que quanto mais tempo em processo, maior o custo;

Quarto: Trabalho invisível não pode ser melhorado - Ferramentas de gestão visual podem ser utilizadas, para identificar e/ou sinalizar as tarefas que não agregam valor, como por exemplo, o mapeamento do fluxo do processo. Estes mapas destacam onde o trabalho fica

esperando que alguém faça alguma coisa com ele. Devem ser afixados em locais estratégicos, de grande circulação, para que todos compreendam o processo como um todo. Dessa forma, eliminar os desperdícios fica mais fácil.

Quinto: Estabelecer e exibir prioridades de trabalho; – Exibir visualmente o desempenho diário de processos; – Dar suporte a comunicações em uma área de trabalho ou entre gerência e funcionários; – Oferecer *feedback* a membros de equipe, supervisores e gerentes, e tornar possível que todos os funcionários contribuam para a melhoria contínua.”

Ainda George (2004), complementa afirmando que os benefícios de tornar o trabalho em processo, desperdício e responsabilidade visíveis são o motivo pelo qual Lean abrange ferramentas de gestão visual utilizadas para estabelecer e exibir prioridades de trabalho, exibir visualmente o desempenho diário de processos, dar suporte a comunicações em uma área de trabalho ou entre gerência e funcionários, oferecer feedback a membros de equipe, supervisores e gerentes e tornar possível que todos os funcionários contribuam para a melhoria contínua.

Segundo Fortes (2010), o *Lean Service*, busca por meio de um conjunto de ferramentas tornar a empresa mais competitiva no mercado em que atua. Cabe ressaltar que são transferidas para a *Lean Service* as práticas da produção enxuta e não a lógica da linha de montagem. Desta forma o pensamento enxuto precisa atuar com o valor do serviço, por meio da capacidade da empresa de oferecer o serviço ao cliente em seu tempo certo, com um preço apropriado diante das expectativas apresentadas pelo cliente.

2.6.1 Desperdícios do *Lean Service*

O *Lean Service* visa atender à demanda dos clientes, com serviços perfeitos, e sem desperdícios, utilizando o mínimo de materiais, equipamentos, instalações e recursos humanos. Ainda que o desempenho de qualquer organização possa estar bem longe desses ideais, uma crença fundamental do Sistema Lean é a de que é possível aproximar-se deles ao longo do tempo, ou seja, o *Lean Service* busca, através de suas ferramentas, diminuir desperdícios nos processos de prestação de serviços.

Como já visto, os desperdícios mais frequentes apontados pelo *Lean Manufacturing* são a superprodução, o excesso de processamento, estoque, defeitos, espera, movimento e

transportes, os quais podem ser considerados para o Lean Service conforme apresenta George (2004):

- **Superprocessamento:** Segundo o autor George (2004), existem duas situações de superprocessamento: adicionar mais valor do que os clientes estejam dispostos a pagar, ou permitir que trabalho não adicionador de valor se infiltre em um processo. Qualquer atividade que adiciona custo, e não valor, é candidata à investigação e eliminação. Um modo de evitar este desperdício em serviços, segundo Hall (1988) é pensar além da Economia de escala ou de velocidade quando falamos em serviços.
- **Transporte:** Este desperdício está ligado a movimentação desnecessária de produtos, materiais de consumo ou de informação. Ghinato (2000) apresenta que uma das formas de minimizar este desperdício são alterações de *layout* com melhoria significativa em termos de redução das perdas por transporte. Outro ponto importante apontado pelo autor, refere-se à organização do espaço físico, pois a disposição de máquinas fora de uso e/ou outros materiais desnecessários, pilhas de papéis espalhados sobre as mesas, longas filas de atendimento, ligações em espera, etc., contribuem diretamente para o desperdício de tempo em funções de serviços.
- **Movimento:** Diferente do transporte, o desperdício de movimento está relacionado as pessoas, ou seja, movimentos ou deslocamentos desnecessários para executar um tarefa. Para minimizar este desperdício, Hall (1988) comenta que os gestores devem avaliar os movimentos objetivando a economia e consistência, pois a economia melhora a produtividade, e a consistência melhora a qualidade.
- **Espera:** Qualquer atraso que venha a ocorrer em qualquer atividade de prestação de serviços, gera um atraso para as próximas, ou seja, no caso de atendimento a clientes, estes atrasos geram filas e os clientes ficam em espera. George (2004) comenta que a maioria das pessoas em aplicações de serviços pensa que suas atividades não têm qualquer tempo de setup, ou seja, parada para descanso ou troca de funcionários, porém, se é necessário um período finito de tempo para fazer a transição de servir um cliente para servir outro, ou se leva algum tempo para atingir a produtividade normal, a pessoa terá tempo de setup.
- **Estoque:** Este desperdício, no caso dos serviços, considera qualquer trabalho que esteja em processo que não esteja concluído, um pedido, um atendimento, um faturamento. Slack et al (2002) destacam que em vez de filas de materiais (estoque), em um contexto de manufatura, uma organização de prestação de serviços tem que lidar com filas de clientes.

- **Defeitos:** Todo e qualquer serviço que não seja bem executado, ou que esteja abaixo dos padrões mínimos de qualidade, podem ser considerados como defeito, tendo como exemplo uma instrução de trabalho errada ou incompleta, a falta de informações de um cliente específico para aprovação de cadastro, um pedido que foi emitido de forma errada etc. Segundo George (2004) os custos de retrabalho ou ajuste de um erro em serviços pode ser tão pequeno quanto pressionar uma tecla, mas o custo de oportunidade no próximo processo pode ser muito maior, como a perda de um cliente para um concorrente, por exemplo.

- **Superprodução:** - Este desperdício refere-se ao excesso de produção de serviços, como afirmado por George (2004), que relata que a produção de saídas de serviços ou produtos além daquilo que é necessário para uso imediato, é considerado uma superprodução.

Para a identificação dos desperdícios é necessário classificar as atividades de acordo com o seu valor. Dennis, (2008), apresenta uma proposta de fluxo para levantamento dos desperdícios em serviços:

- Atividade que agrega valor: atividade que o cliente percebe o valor e está disposto a pagar por isso.
- Atividade que não agrega valor: correspondem as atividades que não são percebidas pelo cliente e não são necessários no processo, resultando apenas em desperdício.
- Atividade que não agrega valor, porém é necessária: são as atividades em que não possuem valor para o cliente, entretanto são necessárias no processo.

2.7 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR

O fluxo de valor é o conjunto de todas as ações específicas necessárias para se levar um produto específico a passar pelas três tarefas gerenciais críticas em qualquer negócio: a tarefa de solução de problemas, a tarefa de gerenciamento da informação e a tarefa de transformação física (WOMACK; JONES, 2004). O mapeamento eficiente do fluxo de valor deve criar uma situação onde seja possível identificar os desperdícios, ou seja, as atividades que não geram valor para o cliente.

De acordo com Andrés-López et al (2015), gerir o fluxo de valor de uma empresa de serviços possibilita identificar os pontos críticos, melhorando seu desempenho. Essa gestão

foi adaptada de acordo com as especificações dos serviços, em que o processo é considerado menos tangível por falta de visibilidade do processo em si.

O Mapeamento do Fluxo de Valor permite desenvolver uma forma mais lógica e simples de visualização do fluxo da produção atual e de sua cadeia de valor, composta pelos fluxos de processo/pessoa, material e informação, podendo mostrar também a relação entre o fluxo de informação e o de material. Essa ferramenta auxilia a identificação dos desperdícios, bem como suas fontes, além de ajudar na determinação dos processos que agregam valor no sistema de produção (ROTHER, M.; SHOOK, J., 1999).

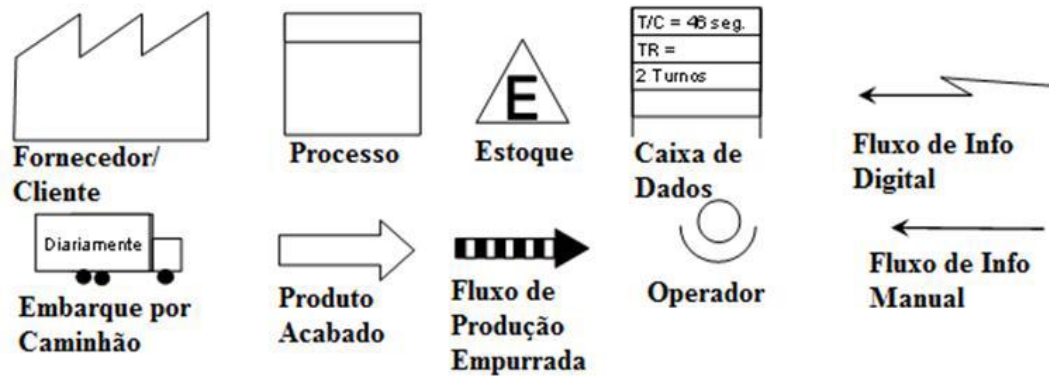
As principais técnicas existentes para a representação das atividades de um processo são os fluxogramas, os mapofluxogramas, o *blueprint*, as técnicas IDEF e o mapeamento do fluxo de valor (SALGADO et al, 2009). Este último é a principal ferramenta utilizada quando o objetivo é identificar ou implantar os princípios subjacentes ao pensamento enxuto no âmbito de sistemas produtivos.

Para Rother e Sook (2003) o MFV é dividido em quatro etapas. A **primeira** está ligada com a formação de famílias de produto, ou seja, produtos que possuem processos e características semelhantes. A **segunda** é o desenho do estado atual a partir de dados que são coletados no chão de fábrica. Com a identificação da realidade com o mapa atual, consegue-se identificar problemas, oportunidades e consequentemente, melhorias no processo. Assim, surge a **terceira** etapa, a construção do mapa do estado futuro com a apresentação de propostas de melhorias. Por fim, a **quarta** etapa, o plano de trabalho e implementação, descreve como colocar as propostas de melhoria em prática com uma melhoria contínua no nível do fluxo de valor.

Com base na premissa de que o fluxo de valor é representado pelo conjunto de ações existentes no processo produtivo que (agregando valor ou não) são responsáveis por levar o produto até o cliente, Rother e Shook (2003) apresentam o mapeamento do fluxo de valor (MFV) como uma ferramenta que dá suporte à estruturação de um sistema de produção enxuta (SANTOS et al, 2011).

As principais simbologias para modelar o fluxo de valor são mostradas na Figura 2 a seguir, onde esses símbolos são pré-definidos, mas também permitem a criação ou a inclusão de outros ícones por parte da equipe, ou seja, podem ser adaptados de acordo a realidade do problema que está sendo analisado.

Figura 2 – Simbologias principais para o MFV



Fonte: Adaptado de Freitas (2006)

O MFV é um método funcional com o objetivo de reorganizar sistemas de produção a partir da visão lean (LASA et al, 2008). O mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta essencial para o sistema de produção enxuta, que permite às empresas enxergarem todo o fluxo de valor do seu processo produtivo. O mapeamento é uma ferramenta de comunicação, planejamento e gerenciamento de mudanças, que direciona as tomadas de decisões das empresas em relação ao fluxo, possibilitando ganhos em indicadores de qualidade e produtividade interessantes (ELIAS et al, 2011).

2.8 LIDERANÇA EM *LEAN*

Os líderes na Toyota combinam conhecimento profundo do trabalho a ser realizado com habilidade para desenvolver, treinar e liderar pessoas (Liker, 2005). Segundo Inamizu et al. (2014), o entendimento acerca do sistema *Lean* só é possível quando se analisa o comportamento do líder *Lean*. Yukl (2010) também compartilha dessa mesma abordagem, e definiu as seis diretrizes para o líder transformacional:

- liderar pelo exemplo
- explicar como a visão pode ser alcançada;
- usar ações dramáticas e simbólicas para enfatizar valores chave;

- d) agir de forma confiante e otimista;
- e) expressar confiança nos seguidores;
- a) articular visão clara e apelativa;

O papel da liderança é fundamental para o sucesso da implementação do lean nas empresas. É a liderança a responsável por patrocinar um processo de mudança baseado na filosofia lean. É um processo “top-down”, de cima para baixo. Empresas cujo “patrocinador” do lean é o presidente tem mais chances de sucesso do que aquelas cujo “patrocinador” é um gerente de uma determinada área (na maioria das vezes, da produção). É importante deixar claro que “patrocinar” não significa falar apenas e deixar as pessoas trabalharem. É estar junto com a equipe. É falar “Siga-me. Vem comigo que eu estou junto com você”. É o líder participativo do processo. (INAMIZU et al. 2014),

Como o sistema *Lean* é fortemente baseado em estabilização de processo, Imai (1996) define uma espécie de padrão de conduta para o líder *Lean*, chamado de *Gemba Genbutsu*, especificando o seu comportamento frente a problemas:

- a) ir para o *Gemba*, ou traduzindo-se, chão fábrica: líderes devem ir aonde o problema surgiu;
- b) analisar: a análise deve ser imediatamente após ter ocorrido o problema;
- c) tomar medidas de contenção: antes de gastar muito tempo na próxima regra, tomar algumas ações para conter o problema e atender o cliente;
- d) encontrar a causa raiz: é fundamental para que a resolução seja efetiva;
- e) padronizar: o processo atual deve ser revisado e definido um novo padrão.

Aqui, Imai (1996) traz o conceito de *Gemba*, que pode ser traduzido como o chão de fábrica na realidade de indústrias, mas é antes de tudo o local onde ocorre a operação. É o lugar onde o valor é gerado ao cliente. Imai (1996) coloca que ir ao *Gemba* observar a operação é algo essencial para qualquer gestor, visto que é na operação que a geração de valor pode ser identificada, bem como os desperdícios presentes na cadeia.

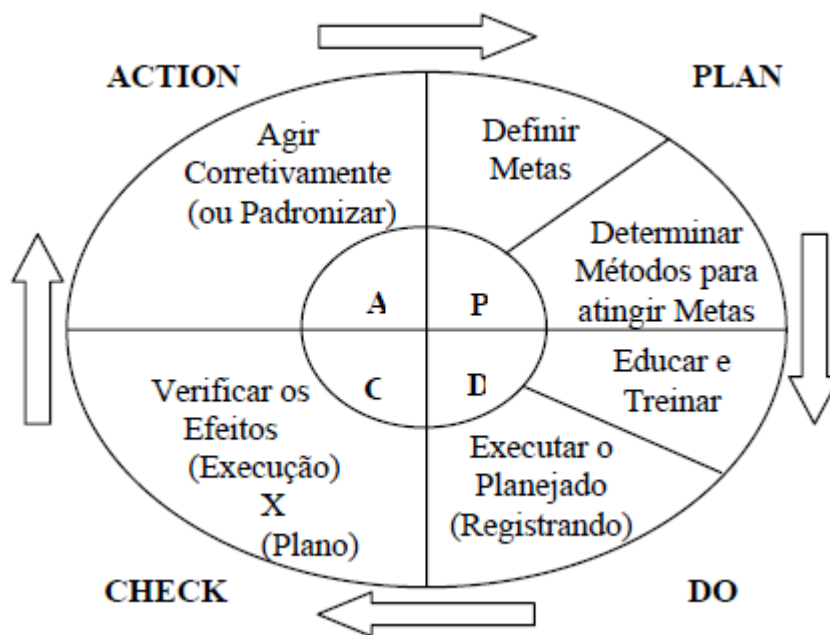
2.9 MÉTODO PDCA

O método PDCA (que inglês significa *Plan, Do, Check, Act* – Planejar, Fazer,

Checar e Agir), segundo Silva (2006) é considerado um modelo que os gestores mais utilizam para controlar e melhorar processos, sendo desenvolvido nos anos de 1930 por Shewart, mas quem mais divulgou e utilizou o método foi Deming nos anos de 1950, o qual se popularizou pela aplicação nos ciclos de qualidade no Japão.

Silva (2006), comenta que o ciclo PDCA é utilizado para controlar os processos de melhoria, ou seja, Lima (2006), apresenta que o método PDCA é utilizado controlar as ações nos processos, oportunizando soluções para melhoria da qualidade, padrões de controle dentre outras, sendo estas ações divididas em quatro etapas que são repetidas em ciclo e continuamente, as quais são constituídas em 6 fases como apresenta a figura 3 a seguir:

Figura 3 - Método PDCA



Fonte: Adaptado de Silva (2006)

Analisando as fases do método PDCA apresentadas na Figura 3, observa-se que o ciclo é contínuo iniciando do plano que abrange as metas e métodos, seguindo pelo fazer que envolve o educar, treinar e executar, o checar que verifica os efeitos da execução e o agir que busca corrigir os erros e definir novas metas se necessário. A seguir, serão apresentados, segundo Silva (2006) os principais fatores e atividades para cada etapa do método PDCA:

- Primeiro Passo: *Plan* (P) – Planejar – Esta é a fase que o plano é desenvolvido, dando uma diretriz de controle, definindo o que será controlado com as metas para cada etapa. Os

métodos para se alcançar as metas também são traçados nesta fase, sendo utilizadas ferramentas como Gráfico de Pareto, Diagrama de Causa e Efeito, *brainstorming* e 5W2W. (CAMPOS, 1994).

Vale-se destacar que esta é considerada a principal etapa do plano, sendo exigida maior atenção e o maior numero de detalhes possíveis, porém, quanto mais informações forem utilizadas, mais ferramentas devem ser utilizadas para organizar tais informações. (WERKEMA, 1995).

- Segundo passo: *Do* (D) – Executar – Nesta fase, como o próprio nome diz, é a execução do plano conforme determinado, observando os procedimentos operacionais definidos e padronizados, porém, é importante deixar claro o plano para toda a equipe envolvida.

- Terceiro Passo: - *Check* (C) – Verificar – Neste pondo do PDCA se verifica os principais resultados planejados e executados, fazendo a comparação com a fase anterior, sendo fundamental que dados estatísticos sejam utilizados para esta fase, indicando assim se o processo esta conforme o planejado.

- Quarto Passo: *Act* (A) – Atuar – Com os dados disponíveis das fases anteriores, pode-se comparar e verificar as melhorias necessárias, podendo assim, adotar um padrão para o PDCA, ou seja, finalizando esta fase, os dados e informações alimentarão o novo ciclo, iniciando novamente pelo planejar e seguindo a sequência.

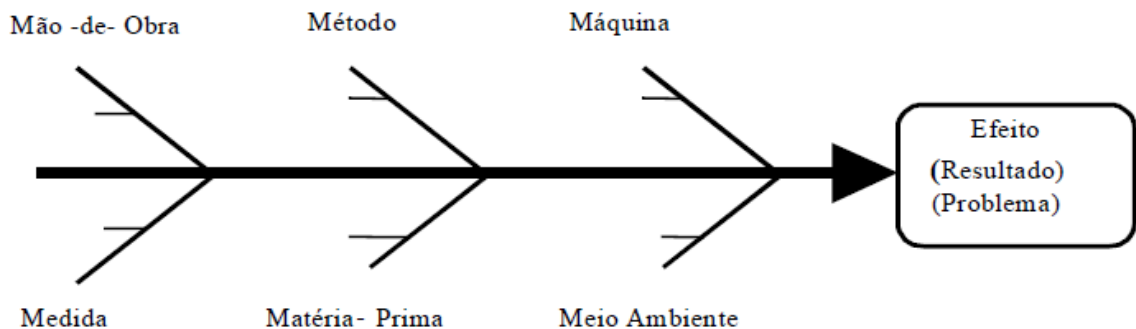
2.10 DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO

O diagrama de causa e efeito é conhecido também como Gráfico de Ishikawa, ou como gráfico de espinha de peixe, por seu formato ser similar a uma espinha de peixe. O eixo central mostra um fluxo de informações e os laterais que são as espinhas, ligam ao fluxo e representam as contribuições secundárias ao processo que está analisando. Ele permite a identificação das causas que contribuíram para determinados efeitos que são os problemas levantados.

Para o autor Werkema (1995), o diagrama de Causa e Efeito é uma ferramenta utilizada para apresentar a relação existente entre um resultado de um processo (efeito) e os fatores (causas) do processo que por razões técnicas, possam afetar o resultado considerado.

Paladini (1997), complemente afirmando que a construção do diagrama Causa-efeito começa com a identificação do efeito que se pretende considerar, colocando-o no lado direito do diagrama. A seguir está representado na Figura 4, o modelo do diagrama de causa e efeito elaborado por Ishikawa.

Figura 4 - Diagrama de Causa e Efeito



Fonte: Adaptado de Campos (1992)

Segundo Campos (1992), esta ferramenta, apresenta nos eixos laterais os 6 M, os quais representam as fontes de informações geradoras dos efeitos, ou seja, mão de obra, método, máquina, medida, matéria prima e meio ambiente. Conforme as informações forem identificadas no processo, é possível anexar a informação coerente a cada M no diagrama.

Para que seja apresentado um diagrama mais completo, é necessário buscar a participação do maior número possível de pessoas envolvidas com o processo e que as causas relevantes não sejam omitidas. Para levantar quais as causas do problema, é interessante que a técnica chamada de *brainstorming* seja utilizada durante a reunião. Segundo Werkema (1995, p.102).

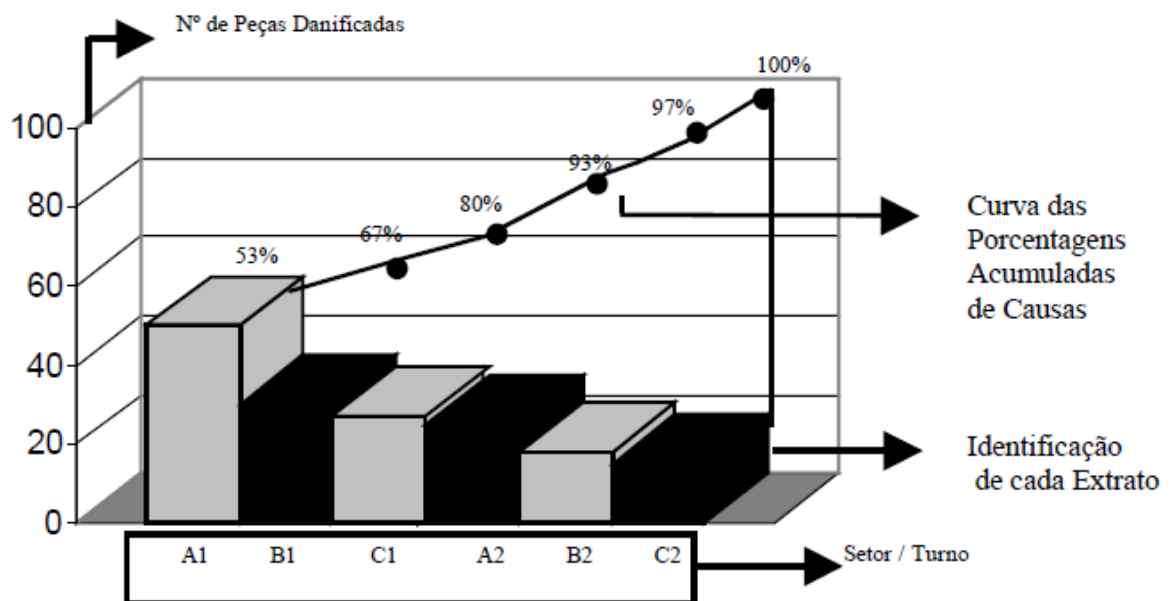
2.11 DIAGRAMA DE PARETO

O diagrama de Pareto, tem por objetivo estratificar os dados classificando-os de modo que permite priorizar quantitativamente os itens mais importantes. Este diagrama ou gráfico, classifica os problemas da qualidade nos poucos vitais e muitos triviais, é muito utilizado na estratificação de dados referentes a refugos nos processos produtivos (SALEM et

al, 2006).

Segundo Salem et. al (2006) o gráfico de Pareto tem o aspecto de um gráfico de barras, onde as causas são quantificadas em termos da sua contribuição para o problema e colocada em ordem decrescente de influência ou ocorrência, como mostra a Figura 5 a seguir.

Figura 5: Gráfico de Pareto



Fonte: Adaptado de Silva (1995)

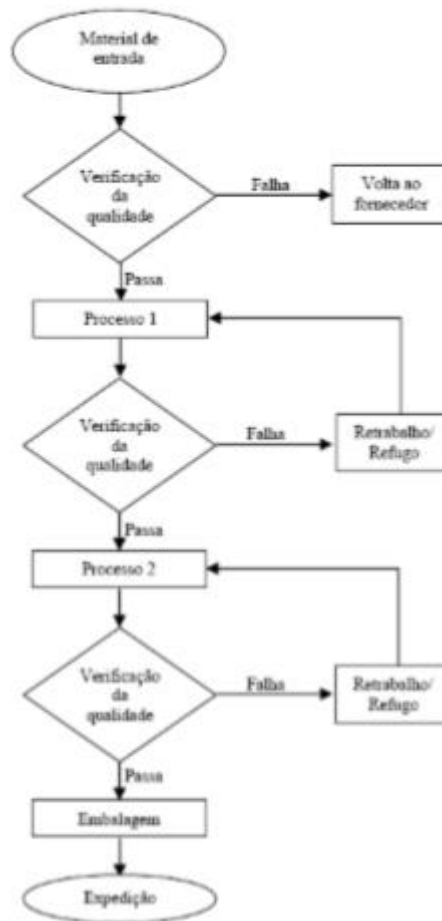
Segundo Silva (1995), o gráfico de Pareto serve para apontar e quantificar as causas mais significativas, em sua ordem decrescente, identificadas a partir da estratificação, a figura 5 apresenta um exemplo com a estratificação dos dados.

2.12 FLUXOGRAMA

Segundo Paladini (1997), os fluxogramas são ferramentas recomendadas em qualquer atividade de programação computacional. Sua utilização na área da qualidade refere-se à determinação de um fluxo de operações bem definido. O fluxo permite visão global do processo por onde passa o produto e, ao mesmo tempo, ressalta operações críticas ou situações em que haja cruzamento de vários fluxos (que pode, por exemplo, constituir-se em ponto de

congestionamento). Os fluxogramas, como no exemplo da figura 6 a seguir, tendem a empregar símbolos padrões que irão identificar cada operação básica ou secundária de um processo.

Figura 6: Fluxograma



Fonte: Adaptado de Paladini (1997)

2.13 MÉTODO 5W2H

A técnica do 5W2H, de acordo com Zerano (2014), surgiu ainda na década de 1920, nos Estados Unidos, na busca pela qualidade total, como um mecanismo simples, rápido e de custo baixo. O 5W2H é um checklist, onde constam respostas para as atividades planejadas pela organização, com prazos definidos e os responsáveis pelas funções que irão executar o processo.

Ainda segundo Zerano (2014), esta metodologia pode ser vislumbrada através da confecção de uma tabela, ou formulário, em forma de planilha, que é utilizado para levantar ações, que levarão ao cumprimento dos processos do controle da qualidade; onde os 5W representam as cinco perguntas básicas em inglês, que são: *What?* (O quê?); *Why?* (Por que?); *Where?* (Onde?); *When?* (Quando?) e *Who?* (Por quem?), já o 2H representam *How?* (Como?) e *How much?* (Quanto?).

Peinado e Graeml (2007), comentam que o 5W2H, tem a função de reduzir a ocorrência de dúvidas com relação a uma atividade, tanto por parte do supervisor chefe quanto dos subordinados.

Meireles (2001) aponta que grande parte dos problemas administrativos podem ser atribuídos aos processos, ficando uma porcentagem muito pequena de erros, a cargo dos colaboradores; portanto, nem sempre as ferramentas administrativas corrigem esses gargalos por muito tempo; no entanto elas ensinam a variabilidade ao que se refere a qualidade, como também a administração acaba aprendendo a usar as ferramentas de qualidade total.

O método 5W2H, segundo Peinado e Graeml (2007) e Freitas (2012), faz-se necessário primeiramente a elaboração de um questionário, posteriormente uma planilha baseada nessas respostas, as quais serão definidas o significado de cada ação:

- *WHAT?* (O quê?) – Qual tarefa? O que será feito? Quais são as contramedidas para eliminar as causas do problema?
- *WHERE?* (Onde?) – Onde será executada a tarefa?
- *WHY?* (Por que?) – Por que esta tarefa é necessária?
- *WHO?* (Quem?) – Quem vai fazer? Qual departamento?
- *WHEN?* (Quando?) – Quando será feito? A que horas? Qual o cronograma a ser seguido?
- *HOW?* (Como?) – Qual o método? De que maneira será feito?
- *HOW MUCH?* (Quanto?) – Quanto custará?

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

Este trabalho trata-se de um estudo de caso, o qual segundo Silva e Menezes (2005), é quando envolve o estudo profundo e detalhado de um ou poucos objetos de maneira que se permita o seu amplo conhecimento.

No caso deste trabalho, o estudo de caso é adequado devido a maneira em que será conduzido: serão levantados os desperdícios no processo de prestação de serviços de uma construtora de pequeno porte, onde os envolvidos irão apurar as situações baseadas no processo da empresa utilizando como referência os conceitos da filosofia *Lean Construction*, onde, após o levantamento dos referidos desperdícios, os mesmos serão avaliados e será proposto um projeto de melhoria para diminuí-los.

A pesquisa realizada pode ser classificada quanto a três aspectos: quanto à abordagem do problema; quanto aos seus objetivos; e quanto aos procedimentos técnicos utilizados.

No que tange à abordagem do problema, esta pesquisa se classifica como qualitativa, pois traduz as características observadas na empresa estudada. De acordo com Raupp e Beuren (2013) a pesquisa qualitativa contempla análises aprofundadas do fenômeno estudado e que esta metodologia de estudo objetiva destacar características que não são observadas através de um estudo quantitativo. Richardson (1999) expõe que a abordagem qualitativa de um problema pode ser um método adequado para ter conhecimento sobre a natureza de um fenômeno social.

Quanto aos seus objetivos, a pesquisa é caracterizada como descritiva, pois tem o intuito de descrever se a empresa em estudo, a construtora de pequeno porte, segue os princípios de *Lean Construction*.

Com base nos procedimentos técnicos utilizados, o estudo pode ser classificado como estudo de caso realizado em uma Construtora de Pequeno Porte. Gil (2008, p. 73) caracteriza esse tipo de pesquisa como um “estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira a permitir conhecimentos amplos e detalhados do mesmo”.

4. LEVANTAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

Como foi observado na literatura fundamentada, o *Lean Construction* (construção enxuta), buscou, através das ferramentas já consolidadas do *Lean Manufacturing* (produção enxuta), desenvolver uma estratégia de redução de desperdícios e aumento da produtividade na construção civil, a qual, se utilizar estas ferramentas, poderá reduzir seus custos, melhorar sua produtividade e diminuir o tempo de execução de obras.

Para levantamento dos dados, foi utilizado como estudo de caso uma construtora de pequeno porte da cidade de Lorena, a qual está situada no Vale do Paraíba, Estado de São Paulo. A empresa atua somente na cidade de Lorena a mais de 15 anos. A maior parte das obras realizadas são casas populares e pequenos prédios de até 3 andares, com 4 apartamentos cada prédio. No segundo semestre do ano de 2018, a empresa deverá finalizar a segunda obra de grande porte: ambas já estavam em andamento quando a empresa assumiu, em meados de 2015. O estudo se concentrará nos dados da segunda obra que está em andamento com conclusão prevista para dezembro de 2018.

Atualmente, a empresa conta com cinco colaboradores, sendo eles um mestre de obras, dois pedreiros e dois ajudantes. Um detalhe importante foi que quando a empresa assumiu a obra, o empreendimento contava com mais de trinta funcionários, entre pedreiros, ajudantes, mestre de obra. A empresa foi selecionando os melhores conforme a obra foi se desenvolvendo, ou seja, a cada mês foram feitas demissões para diminuir a quantidade de funcionários registrados, fato este que oportunizou a contratação de prestadores de serviço terceirizados, a maioria com registro como MEI (Sistema MEI – Microempreendedor Individual).

O primeiro edifício, chamado EDIFÍCIO A, foi entregue no início de 2017. São vinte e quatro apartamentos de 76 m² e 74m², sendo sete andares (seis de apartamentos e um de salão de festas e academia), quatro apartamentos por andar. Nesta primeira obra de médio porte, foram constatadas as primeiras falhas na administração e na execução da obra. Este fato motivou o desenvolvimento deste estudo, onde se pretende propor melhorias diretas para evitar futuros problemas de desperdícios, produtividade e custos desnecessários para o EDIFÍCIO B.

Em relação a construção atual, o EDIFÍCIO B, o empreendimento possui dez andares (nove de apartamentos e um de salão de festas, academia e *solarium*) e seis apartamentos por

andar. As plantas dos apartamentos variam de 64m² a 62m² e a obra está em fase de acabamento.

Observando as falhas no EDIFÍCIO A, buscou-se avaliar melhor a execução do EDIFÍCIO B, ou seja, foi utilizada a experiência negativa da primeira grande obra da empresa para melhorar os processos e determinar alguns pontos de melhoria que podem ser aplicados com baixo custo e grande retorno para a empresa.

Diante disto, a seguir será apresentado o levantamento feito nos edifícios A e B, durante a execução dos mesmos para que, *a posteriori*, sejam apresentados pontos de melhoria que podem ser utilizados pela empresa. Ao final, se pretende chegar a um plano de ação para aplicar as estratégias sugeridas.

4.1 ANÁLISE COMPARATIVA DOS PRINCÍPIOS DE CONSTRUÇÃO ENXUTA

Baseado nos princípios de construção enxuta (*Lean Construction*), foi realizada uma análise comparativa de cada princípio com a obra em estudo, EDIFÍCIO B, indicando seus pontos positivos, negativos e as possíveis soluções aos pontos negativos.

4.1.1 Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor

Uma boa organização do canteiro de obra, projetos bem definidos e disponíveis na obra com a versão correta facilitam muito na aplicação deste princípio. Principalmente no recebimento e liberação de material evitando espera para início de uma atividade, retrabalho e desperdício de material.

No EDIFÍCIO B, como a obra tem uma grande extensão horizontal e outras atividades complementares em volta da edificação, na maioria das vezes não é possível que se faça o armazenamento dos materiais próximo ao local de aplicação. Uma solução seria definir uma equipe para, depois do horário, transportar o material até o local de aplicação, portanto no dia seguinte evitaria a espera do material para iniciar a atividade. Um exemplo prático para esta obra, já que estão na fase de acabamento, seria o transporte de cerâmica e argamassa em

quantidades já calculada para cada apartamento, além de reduzir atividades que não agregam valor, facilita o controle de material e perdas.

Um problema bastante comum nesta obra que contradiz com este princípio da construção enxuta, é o retrabalho causado por indefinições ou mudanças nos projetos já executados, conforme ilustrado na Figura 7.

Figura 7 – Retrabalho do Jardim



Fonte: Produção do próprio autor

Um pequeno jardim depois de pronto, teve seu tamanho reduzido devido a uma mudança no projeto. Podemos ver outro exemplo de retrabalho na Figura 8 abaixo.

Figura 8— Alvenaria feita para substituir a porta



Fonte: Produção do próprio autor

Neste caso a parede já estava pronta e decidiram mudar o projeto fechando com alvenaria o vão da porta. Podemos ver mais um exemplo de retrabalho na Figura 9 a seguir.

Figura 9 – Revestimento pronto



Fonte: Produção do próprio autor

Após a parede estar pronta e revestida, foi preciso fazer alguns cortes no revestimento gerando desperdício de material e mão de obra, devido a uma nova mudança no projeto.

Quanto a este problema relacionado ao retrabalho, o desperdício pode estar sendo causado por dois motivos principais, o primeiro está relacionado ao profissional que executa a obra, o outro pode estar relacionado a diretoria da empresa, a qual, muitas vezes, faz mudanças no projeto durante a execução da obra, gerando retrabalhos em partes já executadas, favorecendo assim o desperdício. Uma solução que pode ser adotada é um estudo mais aprofundado e analítico dos projetos antes do início da obra, isso minimizará este problema.

Outras soluções deverão ser implantadas normalmente com o sistema de qualidade, como exemplos temos os procedimentos de execução de serviços (PES) e ficha de verificação de serviço (FVS) que, sendo bem aplicados, criam uma sequência de serviços, onde a próxima atividade só é liberada com a verificação do serviço anterior e caso necessário com suas possíveis correções. A Figura 10 ilustra outro caso de retrabalho.

Figura 10 – Corte no forro para passagem da tubulação



Fonte: Produção do próprio autor

Observando a foto acima podemos identificar o corte no forro de gesso para passagem da tubulação. A solução para este caso seria a verificação de serviço, ou seja, o forro de gesso só poderia começar após inspeção e liberação dos serviços que o precediam.

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

A melhor maneira para as empresas implantarem este princípio é introduzindo o sistema de qualidade, pois assim a empresa está se comprometendo não só com os clientes, mas também com ela mesma em garantir a qualidade do produto, portanto o valor do mesmo pode ser diferenciado em relação às outras empresas que não tem uma política de qualidade.

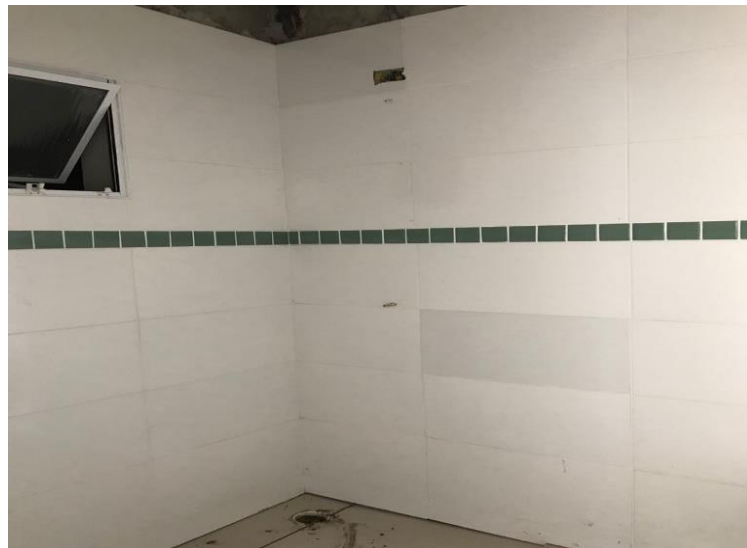
Um bom exemplo são os procedimentos de execução de serviço (PES) e as fichas de verificação de serviço (FVS). Estas fixas devem ser elaboradas pela empresa, ou ela pode adquirir um software de gestão de obras que atenda a esta necessidade.

4.1.3 Reduzir a variabilidade

Um dos principais objetivos da construção enxuta é padronizar os processos e as atividades, assim evita-se a variação dos serviços executados no canteiro de obra e em consequência facilita o controle de qualidade e a verificação dos mesmos.

Na obra em estudo existe a ficha de verificação de material (FVM), utilizada para garantir a padronização e qualidade dos materiais, mesmo com este procedimento foi verificado um problema com os lotes de cerâmicas onde existe uma variação na tonalidade, como pode observar na figura abaixo. As Figuras 11 e 12 abaixo mostram exemplo de diferença na tonalidade da cerâmica.

Figura 11 – Diferença na tonalidade da cerâmica



Fonte: Produção do próprio autor

Figura 12 – Diferença na tonalidade da cerâmica



Fonte: Produção do próprio autor

Como a variação de tonalidade existe entre um lote e outro, a melhor solução seria no momento da inspeção de recebimento do material, identificar e separar os lotes para que fossem utilizados em apartamentos diferentes.

Outra causa para a variação dos serviços, são as diferenças de qualidade da mão de obra, ou seja, cada profissional tem seu próprio jeito de trabalhar. Um exemplo claro pode ser notado nas fotos abaixo apresentadas na Figura 13.

Figura 13 – Variação na aplicação do porcelanato



Fonte: Produção do próprio autor

O revestimento externo de porcelanato tipo madeira, por definição do projeto, deve ter o alinhamento vertical das placas irregular garantindo assim maior semelhança com a madeira. No caso das fotos dois pedreiros executaram o mesmo serviço, porém um garantiu a irregularidade do alinhamento e o outro não, gerando uma variação do serviço.

A melhor maneira de solucionar estes problemas e garantir a padronização das atividades, tem início assim que o funcionário é admitido, participando do treinamento de integração da empresa e do procedimento de execução de serviços (PES), e mesmo assim sempre o responsável pelo setor verificar o serviço (FVS).

4.1.4 Reduzir o tempo de ciclo

Para que este princípio seja atendido com mais eficiência, é interessante usar equipes polivalentes, ou seja, equipes capazes de exercer vários tipos de serviço. Um exemplo prático encontrado na obra para este princípio é utilização do mesmo pedreiro para fazer o cimentado, aplicar a cerâmica e colocar as bancadas, evitando espera durante os serviços e movimentos de pessoas, facilitando o controle da atividade.

4.1.5 Simplificar por meio da redução do número de passos ou partes

As principais formas de atingir esta simplificação são: a utilização de elementos pré-fabricados, o uso de equipes polivalentes e com um planejamento eficaz dos métodos de produção.

Para que este princípio seja atendido, a obra compra o aço já cortado e dobrado identificados por etiquetas que relaciona o aço ao projeto e a peça estrutural, como mostra a figura abaixo.

Figura 14 – Aço cortado e dobrado



Fonte: Produção do próprio autor

Uma boa solução adotada pela obra para o tempo ocioso dos armadores no momento que os carpinteiros montam as formas é a montagem e estoque de peças menores que possam ser carregadas e aplicadas no local, como mostra a figura a seguir.

Figura 15 – Montagem e estocagem da armação



Fonte: Produção do próprio autor

4.1.6 Aumentar a flexibilidade na execução do produto

Na obra avaliada este princípio não é bem aproveitado, pois o produto tem uma linha de execução já definida pela diretoria, a única opção que a empresa fornece aos clientes é a opção de ter mobília padrão ou não.

Uma boa solução para implantar este princípio seria permitir aos clientes fazerem alterações nos projetos como substituição de revestimento, cor da pintura ou até mesmo modificar a mobília.

4.1.7 Aumentar a transparência do processo

O aumento do fluxo de informação facilita a transparência e evita erros nos processos. Algumas formas de aumentar a transparência no processo são dispositivos visuais, tais como cartazes, sinalização e demarcação de áreas e emprego de indicadores de desempenho, que tornam visíveis atributos do processo.

No estudo realizado nota-se que existe uma grande deficiência na sinalização, dificultando o acesso de terceiros na obra, recebimento de material e principalmente nas prateleiras do almoxarifado que estão sem etiquetas, como mostram as Figuras 16 e 17 a seguir.

Figura 16 – Prateleira do almoxarifado sem etiqueta



Fonte: Produção do próprio autor

Figura 17 – Tubos sem identificações



Fonte: Produção do próprio autor

Além dos materiais serem agrupados por tipos e características, é indicado uma etiqueta ou placa, como o exemplo mostrado na Figura 18 a seguir.

Figura 18 – Placa de segurança do trabalho



Fonte: Produção do próprio autor

Pode-se observar uma preocupação a mais por parte da obra na sinalização referente à segurança do trabalho e na área de vivência.

4.1.8 Focar o controle no processo global

A obra avaliada demonstrou um bom desempenho relacionado a este princípio, pois utiliza uma ótima ferramenta para o gerenciamento físico-financeiro da obra. O sistema possibilita através de conexão remota a solicitação de material, cotação e emissão de ordem de compra, além dos lançamentos de notas fiscais, programação de pagamento e previsão financeira, permitindo a diretoria emitir a qualquer momento tabelas e gráficos para melhor análise da obra. O gerenciamento e planejamento da obra podem ser feito neste sistema padronizando a maneira dos engenheiros trabalharem, como mostrado na Figura 19 a seguir.

4.1.10 Manter um Equilíbrio Entre Melhorias Nos Fluxos e Nas Conversões

Este princípio está focado no estabelecimento de melhorias de fluxo no canteiro de obras através de um mapeamento dos processos e identificação de seus requisitos para cada estágio.

A obra em estudo diverge deste princípio, pois existe certa desorganização e falta de logística no canteiro. Muitas são as soluções, porém a maior dificuldade é a grande extensão do canteiro.

4.1.11 Fazer Benchmarking

Este princípio relaciona um processo de aprendizado a partir de referências de outras empresas consideradas “líderes” em determinados aspectos ou segmentos. Sugere-se que a empresa organize visitas a outras obras que tenham uma melhor organização ou que já tenha implantado as ferramentas da construção enxuta. Nas visitas, é importante envolver o maior número de colaboradores possíveis, para que os mesmos, observem as diferenças da obra que eles estão executando com a obra que estão visitando, possibilitando assim que os próprios colaboradores observem o que podem melhorar no seu dia a dia.

4.2 PROPOSTA MÉTODO PDCA

Após o levantamento dos processos com problemas de desperdícios na obra citada, dos levantamentos e análises realizadas, acredita-se ser necessário desenvolver um plano de melhoria baseado no método PDCA e um plano de ação baseado no 5W2H, com os quais, entende-se que as melhorias e mudanças podem ser melhores gerenciadas.

Para tanto, a seguir será apresentado o PDCA para os desperdícios identificados:

Primeiro Passo: *Plan* (P) – Planejamento - Fase em que o plano é traçado. Nesta fase se fixa a diretriz de controle, ou seja, definem-se os itens de controle e se estabelecem metas para estes itens. Ou seja, no caso apresentado, o planejamento refere-se a forma que foram

levantados os desperdícios, os quais foram feitos através de observação, medição de tempos e movimentos e análise no setor que esta sendo realizada a atividade.

A principal ferramenta utilizada para o planejamento destas melhorias deverá ser o 5W2H, o qual, apresenta a situação atual e a desejada para o levantamento feito, ou seja, ela apresenta os principais pontos que a empresa precisa prestar atenção e os envolvidos no processo. O plano de ação baseado no 5W2H será apresentado após o ciclo PDCA.

Segundo passo: *Do (D)* – Execução - Fase em que se executa o plano traçado na fase anterior, exatamente como previstas, de acordo com o procedimento operacional padrão. Deve-se educar e treinar todas as pessoas envolvidas.

Quanto a execução das propostas, sugere-se que todas sejam feitas pelos próprios envolvidos no desperdício identificado, através de um treinamento e acompanhamento dos colaboradores, acredita-se que a empresa poderá realizar estas melhorias com o mínimo de esforço e investimento. O envolvimento dos colaboradores na melhoria, permite que os mesmos participem do processo e desenvolvam um senso crítico em relação a sua atividade, possibilitando a participação e novas melhorias que podem ser identificadas no futuro.

Terceiro Passo: - *Check (C)* – Verificação – Fase em que se verifica os resultados da tarefa executada e os compara com a meta planejada, a partir dos dados coletados na fase anterior.

Para verificação, sugere-se para a construtora que o mestre de obras e o engenheiro ou arquiteto responsável pelo projeto, acompanhe o processo de mudança e, após a realização destas, ele acompanhe mensalmente se o processo de melhoria possibilitou a redução do desperdício identificado, ou seja, a verificação precisa ser continua, pois além de manter os resultados, será possível identificar novos processos que necessitem de acompanhamento e estudo.

Quarto Passo: *Act (A)* – Atuar corretivamente – De posse das análises realizadas na etapa anterior (verificação), decide-se atuar no sentido de adotar como padrão o plano proposto.

No caso de as metas terem sido alcançadas pela construtora, o próximo passo é acompanhar, através da verificação, os procedimentos que precisam de novos projetos e novas análises, criando assim um sistema contínuo de verificação para o processo não voltar da forma que era anteriormente e para que novas melhorias sejam implantadas.

Neste ponto, sugere-se que a empresa adote como padrão a melhoria contínua dos processos, sempre focando na redução de desperdícios, os quais, podem estar prejudicando os

resultados financeiros, e como visto, com poucos investimentos, poderá trazer bons resultados para a empresa.

4.2.1 Plano de Ação – 5W2H

Quadro 1 – Plano de ação baseado na ferramenta 5W2H

O QUE?: Etapa / atividade	QUEM?: Responsável	QUANDO?: Prazo	ONDE?: Local	POR QUE?: Motivo	COMO?: Insumos	QUANTO?: Investimento (R\$)
1 - Plan (P): Planejamento da redução de desperdícios	Engenheiro Responsável, Arquiteto, Mestre de Obras	Antes do início da obra ou da fase de acabamento	Na empresa ou na obra	Identificar e eliminar desperdícios.	Projeto da obra, layout da obra, escritura do terreno (para verificar qualquer anomalia no local de execução, orçamento etc.)	R\$ 0,00
2 - Do (D): Execução do planejamento	Engenheiro Responsável, Arquiteto, Mestre de Obras	Durante a execução da obra.	Na obra	Acompanhar a eliminação dos desperdícios identificados e identificar novas fontes de desperdício.	Acompanhar o planejamento de redução de desperdícios e a execução de cada atividade, para assim, além de reduzir os desperdícios já identificados, identificar novas fontes de desperdício.	R\$ 0,00
3 - Check (C): Verificar os resultados da tarefa executada e os comparar com a meta planejada na primeira fase	Mestre de obras, engenheiro e executores (pedreiro, ajudante etc.)	Durante a execução da obra, do início ao fim	Na obra	Identificar e eliminar desperdícios.	Acompanhar o planejamento de redução de desperdícios e a execução de cada atividade, para assim, além de reduzir os desperdícios já identificados, identificar novas fontes de desperdício.	R\$ 0,00
4 - Act (A) – Atuar corretivamente no sentido de adotar como padrão o plano proposto e evitar que novos desperdícios aconteçam	Mestre de obras, engenheiro e executores (pedreiro, ajudante etc.)	Durante a execução da obra.	Na obra	Acompanhar a execução do plano e do projeto e evitar novos desperdícios	Acompanhar o planejamento de redução de desperdícios e a execução de cada atividade, para assim, além de reduzir os desperdícios já identificados, identificar novas fontes de desperdício.	R\$ 0,00

Fonte: Produção do próprio autor

Como se pode observar, o plano de ação baseado da ferramenta 5W2H, proporciona um roteiro claro de execução de uma atividade ou de um planejamento, oportunizando aos executores e gestores o acompanhamento lógico das etapas de um projeto, podendo assim, além de minimizar os problemas evidenciados no decorrer do trabalho, evitar futuros desperdícios.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como tema central o estudo da execução de obras de um edifício residencial focando nos desperdícios e nas ferramentas do *Lean Construction*, onde definiu-se como objetivo geral em propor melhorias na cadeia produtiva de uma empresa da área de construção civil, buscando eliminar desperdícios, reduzir o gasto orçamentário de execução de obras, diminuir o seu tempo de execução e conter o preço final.

No decorrer dos estudos, observou-se que um dos problemas que mais afeta o setor de obras é a carência do aumento de produtividade por parte tanto da mão de obra, dos processos burocráticos inerentes às prefeituras e às instituições financeiras, tanto as instituições privadas (bancos) quanto as governamentais (cartórios, subprefeituras, secretarias) e dos processos internos das construtoras e incorporadoras. A indústria da construção é um dos setores mais representativos do país. Sua cadeia produtiva reúne construtoras, fabricantes e comerciantes de materiais, máquinas e equipamentos, serviços técnicos especializados, serviços imobiliários e consultorias de projetos, engenharia e arquitetura

Como foi observado na literatura fundamentada, o *Lean Construction* (construção enxuta), buscou, através das ferramentas já consolidadas do *Lean Manufacturing* (produção enxuta), desenvolver uma estratégia de redução de desperdícios e aumento da produtividade na construção civil, a qual, se utilizar estas ferramentas, poderá reduzir seus custos, melhorar sua produtividade e diminuir o tempo de execução de obras

Em relação a construção atual, o EDIFÍCIO B, tem dez andares (nove de apartamentos e um de salão de festas, academia e *solarium*) e seis apartamentos por andar. As plantas dos apartamentos variam de 64m² a 62m² e a obra está em fase de acabamento.

Observando as falhas no edifício A, buscou-se avaliar melhor a execução do edifício B, ou seja, foi utilizada a experiência negativa da primeira grande obra da empresa para melhorar os processos e determinar alguns pontos de melhoria que podem ser aplicados com baixo custo e grande retorno para a empresa.

Após o levantamento dos processos com problemas de desperdícios na obra citada, dos levantamentos e análises realizadas, acredita-se ser necessário desenvolver um plano de melhoria baseado no método PDCA e um plano de ação baseado no 5W2H, com os quais, entende-se que as melhorias e mudanças podem ser melhor gerenciadas.

A principal ferramenta utilizada para o planejamento destas melhorias deverá ser o 5W2H, o qual, apresenta a situação atual e a desejada para o levantamento feito, ou seja, ela apresenta os principais pontos que a empresa precisa prestar atenção e os envolvidos no processo.

Quanto a execução das propostas, sugere-se que todas sejam feitas pelos próprios envolvidos no desperdício identificado, através de um treinamento e acompanhamento dos colaboradores, acredita-se que a empresa poderá realizar estas melhorias com o mínimo de esforço e investimento.

Para verificação, sugere-se para a construtora que o mestre de obras e o engenheiro ou arquiteto responsável pelo projeto, acompanhe o processo de mudança e, após a realização destas etapas do plano, acompanhe mensalmente a fim de verificar se o processo de melhoria resultou na redução do desperdício identificado.

Para estudos futuros e no caso de as metas planejadas neste estudo terem sido alcançadas pela construtora, sugere-se que o próximo passo é acompanhar, através da verificação, os procedimentos que precisam de novos projetos e novas análises, criando assim um sistema contínuo de verificação para o processo não voltar da forma que era anteriormente e para que novas melhorias sejam implantadas, principalmente, em obras futuras, para assim, minimizar o desperdícios, diminuir os custos e melhorar o tempo de execução de cada obra futura.

REFERÊNCIAS

BRASIL, Portal. IBGE: renda média do trabalhador cresce 20% em 5 anos e reduz desigualdade. **Governo do Brasil**, 28 set. 2014. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/governo/2010/09/ibge-renda-media-do-trabalhador-cresce-20-em-5-anos-e-reduz-desigualdade>>. Acesso em: 13 ago. 2018.

DAL POGGETTO, Priscila. Brasil registra novo recorde de vendas de veículos, diz Fenabreve. **G1**, São Paulo, 05 jan. 2011. Disponível em: <<http://g1.globo.com/carros/noticia/2011/01/brasil-registra-novo-recorde-de-vendas-de-veiculos-diz-fenabreve.html>>. Acesso em: 17 ago. 2018.

FORDELONE, Yolanda. Bovespa se aproxima de recorde histórico. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 07 nov. 2010. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,bovespa-se-aproxima-de-recorde-historico,42247e>>. Acesso em: 11 ago. 2018.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GROHMANN, Z. Redução do desperdício na construção civil: levantamento das medidas utilizadas pelas empresas de Santa Maria. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 18., 1997, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, 1997.

Howell, G.A. What is lean construction. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 7., Berkeley / USA, 1999. **Proceedings...** Berkeley, 1999.

JAMES-MOORE, S. M.; GIBBONS, A. Is lean manufacture universally relevant? an investigate methodology. **International Journal of Operations and Production Management**, Coventry, v. 17, n. 9, p. 899-911, 1997.

LONGARAY, André Andrade; BEURUN, Ilse Maria (Org.). **Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática**. 2. ed. ampl. e atual. São Paulo: Atlas, 2004.

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

KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction. **CIFE Technical Report**, California, n. 72, 1992.

LEVITT, T. Production-line approach to service. **Harvard Business Review**, Brighton Watertown, set. 1972. Disponível em: <<https://hbr.org/1972/09/production-line-approach-to-service>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

MATIAS, Bergson da Silva et. al. **Lean contrutiction**: primeira temporada de minicursos. 2012. Disponível em: <https://petcivil.ufc.br/portal/?page_id=521>. Acesso em: 16 ago. 2018.

NAPOLITANO, Giuliana. Vivemos uma bolha imobiliária no Brasil? **Exame**, São Paulo, 15 jul. 2013. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/revista-exame/vivemos-uma-bolha/>>. Acesso em: 16 ago. 2018.

PETENATE, Marcelo. Como evitar os 8 desperdícios da produção. **Escola EDTI**, São Paulo, 2 jun. 2016. Disponível em: <<http://www.escolaedti.com.br/8-desperdicios-em-empresas/>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

QUINTÃO, Chiara. Distratos de médio e alto padrão somaram R\$7,5 bilhões em 2016. **Valor Econômico**, São Paulo, 25 abr. 2017. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/empresas/4948232/distratos-de-medio-e-alto-padrao-somaram-r-75-bilhoes-em-2016>>. Acesso em: 16 ago. 2018.

RAUPP, Fabiano Maury; BEUREN, Ilse Maria. Metodologia da pesquisa aplicável às ciências sociais. In: BEUREN, Ilse Maria (Org.) **Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade**: teoria e prática. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2013, p. 76-97.

RICHARDSON, Roberto Jarry. **Pesquisa social**: métodos e técnicas. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

ROQUE, Leandro. O que houve com a economia brasileira? **Instituto Ludwig Von Mises Brasil**, São Paulo, 26 out. 2014. Disponível em: <<http://www.mises.org.br/Article.aspx?id=1943>>. Acesso em: 16 ago. 2018.

SALEM, O. et al. Lean construction: from theory to implementation. **Journal of Management in Engineering**, Cincinnati, v. 22, n. 4, p.168-175, 2006.

SILVA, Jane Azevedo da; **Apostila de controle da qualidade I**. Juiz de Fora: UFJF, 2006.

SIMONSEN, M. H. **30 anos de indexação**. São Paulo: FGV, 1995.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo, SP: Cortez, 2008.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean thinking**: banish waste and create wealth in your Corporation. Ney York: Simon and Schuster, 1996.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. 14. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.