

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Amanda Léslye Simões Santos

**A INFLUÊNCIA DA METODOLOGIA *LEAN SIX*
SIGMA NA APLICAÇÃO DO *LPS* PARA GESTÃO DE
PROJETOS.**

Taubaté – SP

2022

Amanda Léslye Simões Santos

A INFLUÊNCIA DA METODOLOGIA *LEAN SIX SIGMA* NA APLICAÇÃO DO *LPS* PARA GESTÃO DE PROJETOS.

Trabalho de Graduação, modalidade de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Gestão e Negócios da Universidade de Taubaté para obtenção do Título de Bacharel em Administração.

Orientador: Prof. Me. Júlio Gonçalves

**Taubaté – SP
2022**

SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU

S237i Santos, Amanda Léslye Simões
A influência da metodologia Lean SIX sigma na aplicação do LPS para
gestão de projetos / Amanda Léslye Simões Santos - 2022.
60 f. : il.

Monografia (graduação) - Universidade de Taubaté, Departamento de
Gestão e Negócios, Taubaté, 2022.
Orientação: Prof. Me. Júlio Gonçalves, Departamento de Gestão e Negócios.

1. Gestão. 2. Administração de projetos. 3. Gestão da qualidade total. 4.
Lean Six Sigma. I. Título.

CDD 658.404

Amanda Léslye Simões Santos

**A INFLUÊNCIA DA METODOLOGIA *LEAN SIX SIGMA* NA APLICAÇÃO DO *LPS*
PARA GESTÃO DE PROJETOS.**

Trabalho de Graduação, modalidade de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Gestão e Negócios da Universidade de Taubaté para obtenção do Título de Bacharel em Administração.

Orientador: Prof. Me. Júlio Gonçalves

Data: _____

Resultado: _____

COMISSÃO JULGADORA

Prof. _____ Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Prof. _____ Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Prof. _____ Universidade de Taubaté

Assinatura _____

A mim, aos meus pais, familiares e amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por iluminar meu caminho e me dar saúde para concluir essa jornada intensa e cheia de novidades.

Agradeço também aos meus pais e a minha irmã, que sempre me apoiam e estão sempre presentes nos momentos de dificuldades e nos de conquistas e superações.

Ao Douglas, meu namorado, e sua família, por me acompanhar, incentivar e compreender as dificuldades enfrentadas nesse período.

Aos amigos e colegas, universitários e profissionais, com quem pude compartilhar momentos e conhecimentos dessa experiência.

Ao professor Júlio Gonçalves por aceitar me auxiliar, pela compreensão e pelas significativas contribuições.

"Os três grandes fundamentos para se conseguir qualquer coisa são, primeiro, trabalho árduo; segundo, perseverança; terceiro, senso comum." (THOMAS EDISON).

SIMÕES SANTOS, Amanda L.. **A influências da metodologia *Lean Six Sigma* na aplicação do LPS para gestão de projetos.** 2022. Trabalho de Graduação, modalidade Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do Certificado do Título em Administração do Departamento de Gestão de Negócios da Universidade de Taubaté, Taubaté.

O propósito deste estudo é o de desenvolver uma pesquisa bibliográfica descritiva, com foco em contribuir com o gerenciamento de projetos empresariais, que contam com a colaboração de diversos setores, a fim de obter resultados satisfatórios. Para melhor atingir essa finalidade, é de suma importância que tenha o devido acompanhamento das etapas do projeto e para isso, pode-se utilizar ferramentas que auxiliam a otimização de custo, prazo e satisfação do cliente. Com o auxílio da metodologia *Lean Six Sigma*, pode-se ter um acompanhamento mais enxuto, que não afete a qualidade das informações e das entregas, uma vez que a gestão de projeto de longo prazo ainda é uma questão pouco abordada na literatura atual. A otimização da gestão de projetos pode ser realizada por meio de diversas ferramentas e, algumas vezes, até mesmo com a integração delas. A finalidade destas ferramentas é tornar visível, real, prático e satisfatória a visão do andamento das atividades, de forma a encontrar e corrigir pontos críticos para que tenha o menor impacto possível no resultado. Espera-se que esta pesquisa possa contribuir para um melhor controle, gestão de cronogramas e otimização de projetos nas empresas.

Palavras-chave: Gestão de projeto, Cronograma, Planejamento, *Lean Six Sigma*, LPS.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Princípios do paradigma <i>Lean</i>	17
Figura 2 – Distribuição normal, mostrando a média (μ), o desvio padrão (σ) e os limites inferior e superior de especificação (<i>LIE</i> e <i>LSE</i>).....	19
Figura 3 – Distribuição normal centrada e desvio padrão de <i>Seis Sigma</i>	20
Figura 4 – Evolução do conceito <i>Lean Seis Sigma</i>	22
Figura 5 – Ciclo de melhoria DMAIC.....	23
Figura 6 – Ferramentas para o sistema DMAIC.....	25
Figura 7 – Etapas básicas <i>VSM</i>	27
Figura 8 – Comparativo entre os ciclos PDCA e DMAIC	29
Figura 9 – Exemplo de aplicação da ferramenta Kanban.....	30
Figura 10 – Kaizen	31
Figura 11 – Processo do gerenciamento de projetos	33
Figura 12 – Gráfico de interação entre fases de um projeto.....	33
Figura 13 – Cronograma de projeto detalhado	35
Figura 14 – Níveis de planejamento do <i>LPS</i>	38
Figura 15 – Processo de Planejamento <i>Last Planner System</i>	39
Figura 16 – Exemplo de Gráfico de Gantt.....	40
Figura 17 – Exemplo da técnica do caminho crítico	41
Figura 18 – Estrutura do LPS	47
Figura 19 – Exemplo de planilha de médio prazo.....	49
Figura 20 – Exemplo de planilha de curto prazo.....	50
Figura 21 – Processo de planejamento e proteção da produção	51

LISTA DE SIGLAS

SPT	Sistema Toyota de Produção
TQC	Total Quality Control - Controle da Qualidade Total
TQM	Total Quality Management - Gestão Total da Qualidade
VSM	Value Stream Map – Fluxo de Valor
IGLC	International Group for Lean Construction
LPS	Last Planner System – Último planejador do sistema
PPC	Percentual de Pacotes Completos
IRR	Índice de Remoção das Restrições
CPM	Critical Path Methods – Técnica do Caminho Crítico
PCP	Planejamento e Controle da Produção

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 TEMA DO TRABALHO	13
1.2 OBJETIVO DO TRABALHO.....	13
1.2.1 Objetivo Geral	13
1.2.2 Objetivos Específicos	14
1.3 PROBLEMA	14
1.4 RELEVÂNCIA DO ESTUDO	14
1.5 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO	14
1.6 METODOLOGIA.....	15
1.7 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	15
2 REVISÃO DA LITERATURA	16
2.1 A ORIGEM DO LEAN E DO SIX SIGMA.....	16
2.2 INTRODUÇÃO AO <i>LEAN SIX SIGMA</i>	21
2.3 APROFUNDAMENTO EM <i>LEAN SIX SIGMA</i>	24
2.3.1 Mapeamento do <i>VSM (Value Stream Map - fluxo de valor)</i> :	26
2.3.2 5S.....	27
2.3.3 Heijunka	28
2.3.4 SMED (Troca rápida de ferramenta)	28
2.3.5 Poka Yoke	28
2.3.6 Sigma.....	29
2.3.7 Kanban.....	30
2.3.8 Kaizen.....	31
3. APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DE <i>LEAN SIX SIGMA</i> EM GERENCIAMENTO DE CRONOGRAMA	32
3.1 GERENCIAMENTO DE PROJETOS	32
3.2 SISTEMA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE: LPS (<i>LAST PLANNER SYSTEM</i>) ...	36
3.3 TÉCNICA DO DIAGRAMA DE GANTT	40
3.4 <i>CPM - TÉCNICA DO CAMINHO CRÍTICO (Critical Pacht Methods)</i>	41
3.5 LPS INTEGRADO à GESTÃO DE PROJETOS.....	43
4 CONCLUSÕES.....	53

	12
4.1 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

1 INTRODUÇÃO

Para a realização de projetos de construção, manutenção ou reforma de sistemas tão complexos, conta-se com a colaboração de diversas empresas de diversos setores, tornando mais difícil a gestão das atividades envolvidas.

Dessa forma, procura-se o melhor modelo de cronograma para realizar o acompanhamento de projetos de alta complexidade com questionamentos como a granularidade ideal do cronograma de gestão; quais as atividades precisam de mais atenção para garantir que os prazos e custos estipulados sejam atendidos; quais ferramentas pode-se utilizar para colaborar com a visualização dos possíveis cenários e situações; quais indicadores serão utilizados para representar o avanço das atividades.

A fim de colaborar com a qualidade das informações e otimizar o gerenciamento de projetos, utiliza-se a metodologia *Lean Six Sigma* para atuar de forma enxuta nessa melhoria.

1.1 TEMA DO TRABALHO

O gerenciamento de projetos de longo prazo é um problema muito comum no meio industrial, porém algumas dúvidas ainda fazem com que os projetos de curto prazo não tenham os melhores resultados. Dessa forma, torna-se importante analisar a melhor estrutura para um cronograma e as melhores ferramentas para ajudar a visualizar e otimizar o gerenciamento e conclusão de projetos.

1.2 OBJETIVO DO TRABALHO

1.2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste estudo é desenvolver uma pesquisa bibliográfica descritiva, com foco na otimização de cronograma de projetos complexos através da metodologia *Lean Six Sigma*, a fim de facilitar a visualização e o reporte de resultados intermediário a entrega final como exemplo prático da ferramenta *LPS (Last Planner System)*.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar melhorias referentes a gestão de cronograma como granularidade.
- Atualizar e acompanhar as atividades do cronograma.
- Acompanhar e identificar indicadores de avanço.
- Verificar procedimento de atualização e reporte.
- Acompanhar o *cash in* e *cash out*.

1.3 PROBLEMA

Qual a melhor maneira de elaborar, gerenciar e atualizar cronogramas de longo prazo de forma a informar situações reais, impactos, soluções e previsões? Para elaboração de relatórios de projetos mais completos e satisfatórios, deve-se considerar a melhor estrutura para analisar e gerenciar o projeto. Para isso, deve-se definir a melhor granularidade (forma a qual o projeto será desmembrado para acompanhamento), formas de visualizar a previsibilidade de *cash in* e *cash out*, indicadores para apresentar a evolução do projeto a fim de atender a expectativa do cliente e dos parceiros, assim como da própria empresa responsável.

1.4 RELEVÂNCIA DO ESTUDO

Este estudo apresentará formas de melhorar a utilização do cronograma e demais ferramentas para gerenciamento de projetos de longo prazo, uma vez que, atualmente, para esse cenário não possui bibliografia e metodologia definida, embora seja uma realidade das indústrias, em especial, de energia.

1.5 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

O estudo é realizado com base na gestão de projetos de indústrias de energia e na metodologia *Lean Six Sigma*.

Os resultados apresentados refletem possíveis melhorias a serem aplicadas no segmento citado a fim de colaborar com o gerenciamento de projetos e apresentação de resultados.

1.6 METODOLOGIA

O trabalho foi realizado através de estudo bibliográfico descritivo, baseando-se na metodologia *Lean Six Sigma*.

A pesquisa foi direcionada ao ambiente gerencial de uma indústria de energia, buscando gerenciar as etapas de um projeto de construção, reforma ou manutenção de usinas energéticas.

1.7 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

No Capítulo 1, apresenta-se uma introdução abordando algumas das dificuldades encontradas na gestão de projetos através de cronogramas, os objetivos deste trabalho, a importância do tema, da metodologia aplicada e a organização do trabalho.

O Capítulo 2 trata da revisão bibliográfica, necessária para fundamentar a pesquisa, acerca de temas como histórico e definição da metodologia *Lean Six Sigma* com suas ferramentas e conceitos, assim como o aprofundamento da mesma.

O Capítulo 3 trata dos conceitos de gerenciamento e características de projetos e cronograma, aplicando os temas tratados anteriormente sobre a metodologia *Lean Six Sigma*.

No Capítulo 4, aponta-se os resultados da análise bibliográfica feita durante o trabalho transcrito.

No Capítulo 5 realiza-se as conclusões, apresentando sugestões de melhorias na rotina de gerenciamento de projetos de longo prazo e sugestões para futuros estudos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A ORIGEM DO *LEAN* E DO *SIX SIGMA*

Após a segunda guerra mundial, o sistema de produção de Henry Ford, já não atendia mais as necessidades da época. Iniciou-se, então, em 1955 no Japão, o desenvolvimento de um novo sistema de produção para o âmbito automotivo que posteriormente foi denominado *SPT (Sistema Toyota de Produção)*, caracterizado como uma evolução da produção em massa, ajustando as necessidades da época através de inovações, como o sistema produtivo à fluxo contínuo e possibilidade de produção de grande variedade de produtos.

Em um contexto de baixo crescimento econômico, como o cenário pós-guerra, era necessário limitar a produção ao atendimento da demanda, reduzindo desperdícios como mão de obra, matéria prima, superprodução. Limitar o tamanho dos lotes, além de reduzir desperdícios, permitia modificar mais vezes a linha de produção e flexibilizá-la, facilitando uma produção diversificada.

Segundo Moreira (2011), o sistema *Lean* surgiu da combinação dos modelos de produção artesanal e em massa, evitando os altos custos e a rigidez dos processos. Este termo, *Lean*, significa “manufatura enxuta” e surgiu pela primeira vez no livro “A Máquina que Mudou o Mundo” (*The Machine that changed the world: the story of Lean Production*, James P. Womack, Daniel T. Jones e Daniel Ross), em 1990, em um programa de pesquisas que tinha como objetivo criar um modelo de produção de automóveis, mais eficiente, flexível, ágil e inovador, de modo a superar a concorrência das montadoras japonesas, que na época já haviam adotado novas práticas de produção.

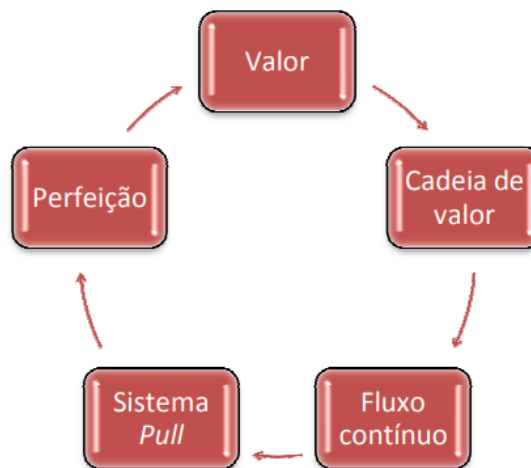
O *Lean* foi consolidado como um modelo de comportamento e organização do processo produtivo que permite às empresas fazer melhor, mais rápido e com menores custos, tudo isso de uma maneira bem estruturada e durável no tempo, implementada através da eliminação dos desperdícios.

Segundo Liker (2004) em um processo genérico, o desperdício pode representar até 95% do seu tempo total, sendo que, tradicionalmente, após a detecção das atividades que apresentam desperdícios, os esforços passam a ser direcionados às atividades que já acrescentam valor aos produtos, ao invés de eliminar as atividades que não o fazem.

Desperdício é definido como tudo aquilo que é realizado em excesso ou sem necessidade, gastando recurso que não acarretará valor no produto final, seja mão de obra, tempo, matéria prima, custo. De acordo com Womack e Jones (2003), o *Lean* é o “antídoto” para guiar a mudança em busca à extinção desses desperdícios e desenvolver uma manufatura enxuta, eles listaram os cinco princípios fundamentais do *Lean*, apresentados na Figura 1, que devem ser incorporados em uma nova cultura:

- Valor: especificar o valor do produto a partir da compreensão do desejo do cliente e o que acrescenta ou cria valor no processo;
- Cadeira de valor: identificar e analisar qual o caminho que o produto percorre (atividades e processos) para receber o valor que é agregado a ele e definir o que é necessário;
- Fluxo contínuo: definir um fluxo contínuo que atenda somente o necessário, a fim de evitar desperdícios;
- Sistema *Pull* (puxar): deixar o cliente liderar os processos, uma vez que produção será de acordo com a demanda;
- Perfeição: buscar a perfeição do processo através da melhoria contínua, reduzindo continuamente o número de etapas, a quantidade de informação e o tempo necessário para entregar o produto ao cliente.

Figura 1 - Princípios do *Lean*.



Fonte: Domingues, 2013

Em resumo, pode-se concluir que o principal objetivo do programa *Lean* é reduzir os desperdícios e, por consequência, aumentar o valor do produto, ou seja, criar mais valor utilizando menos recursos. Para isso é necessário entender o que é valor para o cliente e como é o processo de criação desse valor, e a partir disso, adequar o processo para que ele seja o mais “enxuto” possível, ou melhor, com menos perdas, construído em fluxo contínuo e com ritmo de produção definido pela necessidade do cliente, buscando melhoria contínua e objetivando alcançar a perfeição (DOMINGUES, 2013).

Portanto, o *Lean* é a melhoria do processo e implementá-lo em uma organização é torná-la eficaz e harmoniosa, capaz de atender às exigências do mercado e de seus clientes, definidas por uma cultura capaz de mudanças radicais e de melhoria contínua, se apoiando sobre um sistema de organização ao justo e necessário e orientada à satisfação dos clientes.

Entretanto, com o aumento da produção em massa, as habilidades específicas e o cuidado da manufatura artesanal foram se perdendo. Com a necessidade da produção em massa, não era possível a inspeção de qualidade de todos os itens produzidos, então surgiu o controle estatístico de qualidade, que se tratava de inspeção por amostragem, melhorando o fluxo do processo produtivo. Segundo Almeida J. (2017), esse sistema de controle foi criado em 1961 por Feigenbaum e denominado *TQC (Total Quality Control - Controle da Qualidade Total)*.

Segundo Feigenbaum (1983) *apud* Almeida J. (2017), a qualidade de um produto ou serviço pode ser definida como um conjunto das características do produto ou serviço que satisfazem as expectativas do cliente, como, por exemplo, características de marketing, engenharia, fabricação e manutenção.

A partir de então, os sistemas de qualidade foram sendo aperfeiçoados e normatizados, resultando no movimento chamado *TQM (Total Quality Management - Gestão Total da Qualidade)*. Segundo Reis (2003), esse movimento era caracterizado por um processo de melhoria contínua através de grupos, porém não visava, diretamente, ganhos financeiros, o que dificultava o interesse e o engajamento da alta gerência.

Em 1980, com a necessidade de alavancar a competitividade no mercado frente as concorrentes Japonesas, a Motorola desenvolve o sistema *Six Sigma* (Seis Sigma), que foi consolidado como uma forte cultura de gestão, focada no aperfeiçoamento dos processos empresariais impactando significativamente os resultados financeiros da companhia, no

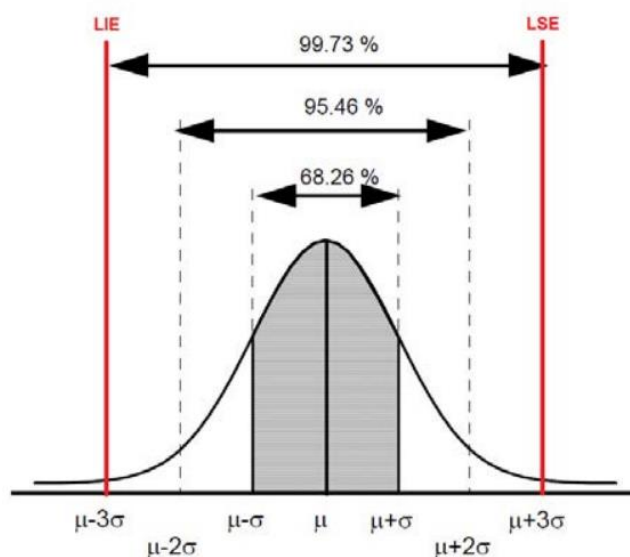
aumento da satisfação dos clientes e na ampliação da participação no mercado. (ALMEIDA J., 2017)

Pande e Holpp (2001) afirmam que o sistema *Six Sigma* direciona seus esforços em três áreas principais: satisfação do cliente, redução do tempo de ciclo e redução dos defeitos. Ainda segundo Pande e Holpp (2001), *Six Sigma* é a maneira mais inteligente de gerenciar um negócio ou um departamento. O *Six Sigma* prioriza os clientes, utilizando fatos e dados para impulsionar as melhores soluções.

O *Six Sigma* baseou-se nas metodologias da qualidade já existentes, mantendo o que era de fato eficaz, assim como os conceitos da qualidade total e do gerenciamento de processos, inserido em uma metodologia bem estruturada e coerente, pautada na lógica e em ferramentas estatísticas. O *Six Sigma* objetiva o sucesso do negócio por meio da satisfação do cliente focando no retorno financeiro (GALVANI, 2010).

A letra grega *Sigma*, representada pelo símbolo σ , é utilizada pela matemática estatística para simbolizar o desvio padrão de uma população. Dentro de uma distribuição normal dos dados de uma população, desvio padrão é a medida da dispersão dos dados em relação à média, ou seja, é o quanto um dado pode ser distante do valor médio ou ideal, como ilustrado no gráfico da Figura 2 (CORREA, 2003).

Figura 2 – Distribuição normal, mostrando a média (μ), o desvio padrão (σ) e os limites inferior e superior de especificação (LIE e LSE).

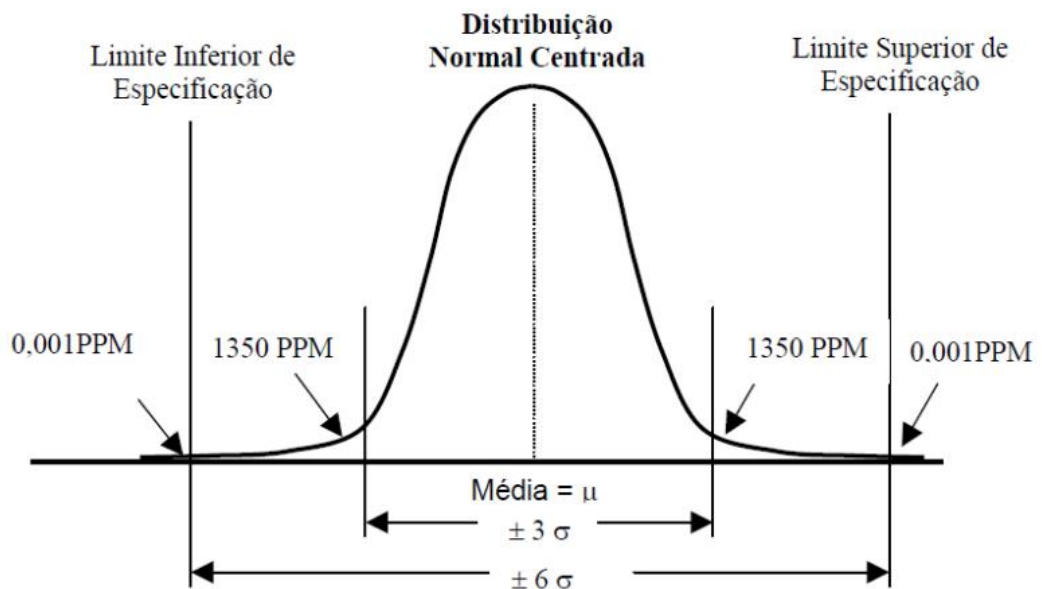


Fonte: Almeida, J (2017).

É possível analisar no gráfico da Figura 2 que 68,26% dos valores medidos encontram-se no intervalo entre -1σ e $+1\sigma$, ou seja, a probabilidade, de um valor estar entre -1σ e $+1\sigma$ é de 68,26%. Em consequência, se estipulado limites inferior e superior, conforme o número de *sigmas*, maior é a probabilidade de um valor estar dentro destes limites (CORREA, 2003).

Logo, em um projeto, a probabilidade de um valor estar dentro dos limites é a probabilidade de ocorrência em conformidade. Enquanto a probabilidade de um valor estar fora dos limites especificados é a probabilidade de ocorrência de não conformidades. Dessa forma, se os limites englobam seis desvios padrão, conforme mostrado na Figura 3, significa que 99,9999998% dos itens produzidos estão dentro do intervalo especificados, ou seja, há apenas 0,0000002% de chance (0,002 falhas por milhão) de ocorrência de problemas de qualidade. Esse é o objetivo do programa *Six Sigma*, aproximar-se de zero falha no processo produtivo (REIS, 2008).

Figura 3 – Distribuição normal centrada e desvio padrão de Seis *Sigma*.



Fonte: Reis (2008).

Segundo Rotondaro (2002), o *sigma* é uma medida para determinar nível de qualidade. Quando o processo apresenta uma baixa capacidade *sigma*, o nível de qualidade não é tão alto

se compararmos com níveis de processos quatro ou seis sigma, os quais possuem uma qualidade maior.

Em resumo, o termo “*sigma*” mostra o quão variável pode ser um processo produtivo. Uma baixa capacidade *sigma* reflete uma alta variação do processo produtivo, o que por sua vez significa uma maior possibilidade de produzir um item fora do especificado inicialmente, seja em termos de qualidade, custo ou prazo de entrega. Dessa forma, segundo Feitor (2008), ao analisar a variação de um processo, é possível verificar a inconsistência entre o valor alvo, ou seja, o que foi previamente especificado pelo cliente, e o desempenho real do processo.

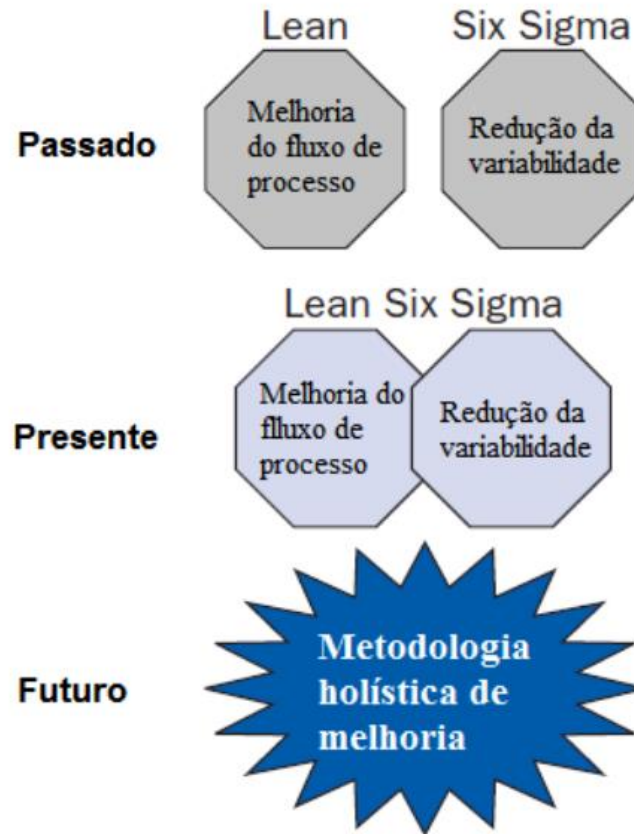
2.2 INTRODUÇÃO AO *LEAN SIX SIGMA*

No decorrer dos anos, as empresas buscam programas de qualidade e melhoria contínua para aplicar em processos, a fim de manter-se competitivo no mercado. Com o intuito de aprimorar e aproveitar técnicas existentes, a nova proposta que integra os conceitos de *Six Sigma* aos de manufatura *Lean*, vem sendo cada vez mais discutida e incorporada por muitas empresas. O *Lean Six Sigma*, baseia-se nos métodos e ferramentas de ambos os programas.

De acordo com Werkema (2006), a integração do *Lean* com o *Six Sigma* é uma estratégia poderosa. A filosofia em que se baseia o *Lean* é a de transformar o modo como as organizações trabalham, eliminando desperdícios e contribuindo para o aumento da produtividade, para que haja um retorno financeiro mais ágil. Enquanto o *Lean* propõe a produção enxuta, o *Six Sigma*, propõe a otimização de produtos, serviços e processos, a fim de satisfazer os clientes e consumidores.

Reduzir os desperdícios e o tempo de ciclo não é suficiente para se atingir a excelência do processo, assim como somente reduzir a variação não fará a empresa atingir níveis desejáveis de eficiência. Nesse caso, o ideal é utilizar um enfoque holístico, uma visão mais ampla de melhoria do processo. Ou seja, para se alcançar o máximo rendimento e desempenho, *Lean* e *Six Sigma* devem ser utilizados em conjunto, como parte de um método holístico de melhoria, em um sistema no qual um complementa e reforça o outro (SNEE, CONSULTING, HOERL, 2007), conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4 – Evolução do conceito *Lean Six Sigma*.



Fonte: Almeida, J. (2017).

Lean Six Sigma é uma metodologia que atinge a taxa de melhoria mais rápida em satisfação do cliente, custo, qualidade, velocidade de processo e capital investido (GEORGE, 2004).

Segundo Fernandes (2005), os objetivos estratégicos da organização devem estar ligados a qualquer iniciativa de melhoria para os resultados não venham a perderem sua importância para a organização futuramente.

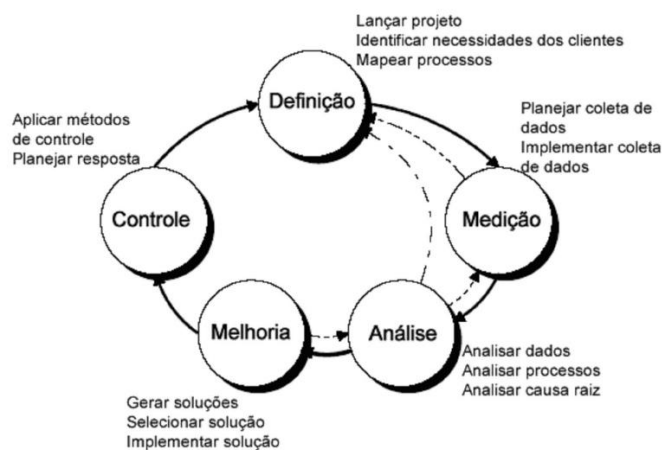
O processo de implementação do *Lean Six Sigma* dentro de uma organização, de acordo com Fernandes (2005), deve seguir as seguintes etapas:

1. Definir a infraestrutura e o plano de implementação;
2. Promover um evento de lançamento que representa um marco para iniciar o engajamento dos líderes da organização;

3. Como consequência da etapa anterior, os líderes chave da organização devem definir os principais agentes do processo, como *Deployment Managers*, *Master Black Belts* e os primeiros *Black Belts*;
4. Como resultado da uma análise estratégica das unidades de negócio, devem ser selecionados os primeiros projetos *Lean Six Sigma*;
5. Os *Master Black Belts* e *Black Belts* devem receber treinamento intensivo. Normalmente são treinamentos de quatro a seis semanas com intervalos, onde os participantes já devem começar a trabalhar nas atividades de projetos;
6. No decorrer das atividades de treinamento, os líderes continuam participando dos mesmos e do fechamento de etapas de projetos e eventos de comunicação;
7. O processo deve ser definido para começar a gerar benefícios e suportar o investimento realizado, à medida que se desenvolve. Caso já aconteçam ganhos, a partir dos primeiros projetos, o programa fica bastante fortalecido.

O *Lean Six Sigma* segue o esquema DMAIC (Definir – Medir – Analisar – Implementar – Controlar), conforme apresentado na Figura 5, e tem uma equipe composta pelas seguintes posições, segundo Fernandes (2005).

Figura 5 – Ciclo de melhoria DMAIC



Fonte: ECKES, 2001

- *Champion*: gestor que garante que o projeto está de acordo com as prioridades da empresa e é responsável por direcionar os esforços para o determinado objetivo. Este membro, reporta-se ao diretor geral da organização;
- *Sponsor*: gestor de linha ou processo, responsável por monitorar as alterações feitas pela equipe e eliminar barreiras para a introdução de novos processos ou alteração dos atuais, assegurando o fluxo de informação para os demais elementos do projeto;
- *Black Belt*: membro com vasta experiência e conhecimento da metodologia *Lean Six Sigma*;
- *Green Belt*: membro responsável por liderar equipes na condução de projetos funcionais;
- *Yellow Belt*: supervisor na utilização das ferramentas na rotina da empresa e executa projetos mais focados e de desenvolvimento mais rápido;
- *White Belt*: executa operações de rotina da empresa que irão garantir a manutenção dos resultados obtidos.

2.3 APROFUNDAMENTO EM *LEAN SIX SIGMA*

O *Lean Six Sigma* é uma metodologia que segue o esquema DMAIC para contribuir com o processo de melhoria contínua, buscando direcionar as soluções de problemas de forma cíclica e contínua.

Essa nova metodologia, o DMAIC, permite o entendimento do processo e de seus problemas e auxilia na busca das verdadeiras causas raízes, possibilitando encontrar e aplicar soluções de melhoria para elevar a qualidade dos produtos e serviços, reduzindo desperdícios.

De acordo com Almeida (2017), a metodologia DMAIC auxilia o *Six Sigma* a caracterizar a variabilidade do processo e quais são as causas dessa variação, de maneira a agir na raiz do problema e aplicar soluções que reduzam significativamente a chance de erros e defeitos, e que acima de tudo sejam sustentáveis ao longo do tempo. Um processo com alta variabilidade tem grandes chances de executar produtos ou serviços com baixa qualidade, em elevado tempo de ciclo, e à custos altos, gerando assim insatisfação nos clientes e prejuízos ao negócio.

A Figura 6 apresenta diversas ferramentas que podem ser utilizadas para implementar a metodologia *Lean Six Sigma* e seus princípios através do sistema DMAIC.

Figura 6 – Ferramentas para o sistema DMAIC



Fonte: Domingues, 2013.

A metodologia DMAIC aborda as seguintes etapas:

- *Define* (Definir): Identificar os processos críticos que tem causado maus resultados, tais como: reclamações de clientes, altos custos de mão de obra, baixa qualidade, entre outros (CARVALHO; PALADINI, 2005);
- *Measure* (Medir): Etapa de refinamento e focalização do problema (WERKEMA, 2013), levantar dados históricos e analisar o sistema de medição das variáveis de saída (MATOS, 2003);
- *Analyze* (Analisar): Identificar as variáveis que afetam o processo, encontrando as causas do problema para que se aprofunde nos detalhes (LIN et al., 2013). Além da análise dos dados coletados e da definição das causas raízes de

defeitos, também é possível identificar as diferenças entre o desempenho real e o planejado (SANTOS, 2006).

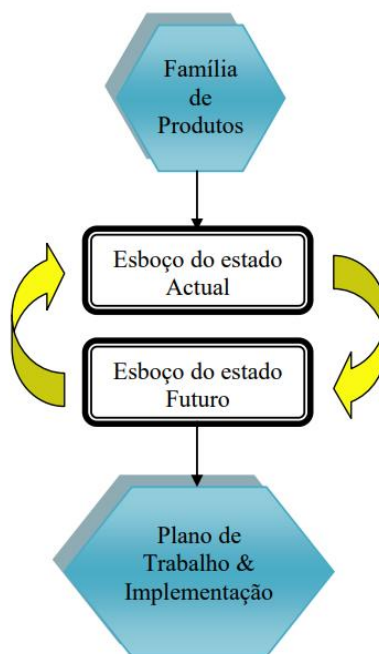
- *Improve* (Implementar, Melhorar): Determinar a forma de intervenção para a redução do nível de defeitos do processo. De acordo com Santos (2006), a garantia de melhoria do processo está relacionada a uma solução que seja capaz de eliminar e prevenir a ocorrência de problemas. Também é realizada a geração de ideias potenciais para a eliminação das causas fundamentais dos problemas, identificados na etapa anterior (WERKEMA, 2002);
- *Control* (Controlar): Aplicar um sistema de controle para manter a melhoria dentro da tolerância do processo. Nesta etapa, é confirmada a implantação da melhoria, a resolução do problema, a validação dos benefícios alcançados, as alterações necessárias, as instruções de trabalho, a implementação de ferramentas de controle e, por fim, a auditoria do processo e o monitoramento do desempenho (MATOS, 2003).

2.3.1 MAPEAMENTO DO *VSM* (*VALUE STREAM MAP* - *FLUXO DE VALOR*):

O *VSM* é uma ferramenta capaz de representar visualmente todas as etapas envolvidas nos fluxos de material e informação durante o fluxo de valor do produto, auxilia na percepção do que agrega realmente valor, desde o fornecedor até ao consumidor (Rother & Shook, 2003).

As etapas básicas da elaboração de um *VSM* estão na Figura 7, onde a primeira etapa consiste em agrupar os produtos em famílias, de forma que cada família seja composta por produtos que tenham processos e necessidade de equipamentos semelhantes. Na segunda etapa, desenha-se o estado atual e futuro do fluxo de valor através de informações obtidas junto aos demais colaboradores. Por fim, a terceira etapa é elaborar um plano de implementação, buscando alcançar o estado futuro definido. Entretanto, quando o estado futuro é alcançado, deve-se realizar um novo mapa, formando um ciclo de melhoria contínua no nível de fluxo de valor (Rother & Shook, 2003).

Figura 7 – Etapas básicas do VSM.



Fonte: Imai, 2008

Para garantir que o fluxo seja realizado em favor da produção, é necessário que seja feito do cliente para o fornecedor. O grande diferencial dessa ferramenta é reduzir a complexidade do sistema produtivo, auxiliando o desenvolvimento conceitual da situação desejada.

2.3.2 5S

A ferramenta “5S” surgiu no Japão buscando reconstruir o país depois da guerra. Seus principais objetivos são: melhorar a qualidade do produto ou serviço, do ambiente, da qualidade de vida, educar para o simples, maximizar o aproveitamento de recursos, reduzir gastos e desperdícios, otimizar espaço, reduzir acidentes, melhorar relações humanas e aumentar a autoestima dos funcionários.

Seus objetivos estão presentes no conceito *Lean*. A sigla 5S originou-se das palavras japonesas que norteiam seu objetivo: SEIRI – senso de utilização, SEITON – senso de arrumação, SEISO – senso de limpeza, SEIKETSU – senso de saúde e higiene, SHITSUKE – senso de autodisciplina.

2.3.3 HEIJUNKA

Essa palavra japonesa significa “programação nivelada” e é utilizada na programação da produção. Um de seus objetivos é reduzir as irregularidades da procura comercial produzindo pequenos lotes e diferentes modelos na mesma linha de produção com o princípio “*one piece flow*” (fluxo de uma peça).

Essa ferramenta permite nivelar a carga das linhas misturando a ordem de fabricação dos produtos, montando diferentes modelos em uma mesma linha. Dessa forma, é possível produzir de acordo com a procura do cliente.

Segundo Jones (2006), ao multiplicar as tarefas, reparti-las da melhor forma e uniformizá-las com um nivelamento estudado, é possível utilizar melhor o tempo de trabalho disponível para a criação de valor.

2.3.4 SMED (TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTA)

Segundo Shigeo Shingo (1985) *apud* Moreira (2011), desenvolvedor da ferramenta, a redução do tempo de troca de ferramentas é de extrema importância no sucesso do sistema de Produção Lean. Consiste no tempo necessário para trocar uma referência desde a última peça produzida de um lote até à primeira peça produzido no seguinte lote de produção.

A redução do tempo melhora a eficácia de todo o equipamento, contribui para implementar programas de produção nivelada, ajuda a reduzir o inventário de produtos finais, contribui para a eliminação das perdas e desperdícios, além de adicionar a capacidade da máquina e melhorar a qualidade. (Novaski, Sugai, & McIntosh, 2007).

2.3.5 POKA YOKE

Segundo Moreira (2011), Shigeo Shingo também introduziu o conceito de Poka Yoke em 1961, quando ele era engenheiro industrial na Toyota Motor Corporation. O termo inicial era baka-yoke, que significa à prova de tolos. Em 1963 uma trabalhadora na Arakawa Body Company recusou-se utilizar a metodologia baka-yoke devido sua conotação ofensiva e desonrosa do termo. Assim o termo foi alterado para Poka Yoke, que significa à prova de erros.

O Poka Yoke conta com mecanismos elétricos, mecânicos, visuais, humanos, e toda forma que previne execução incorreta no processo. A prevenção, detecção ou remoção de defeitos tem, atualmente, aplicação largamente difundida nas organizações.

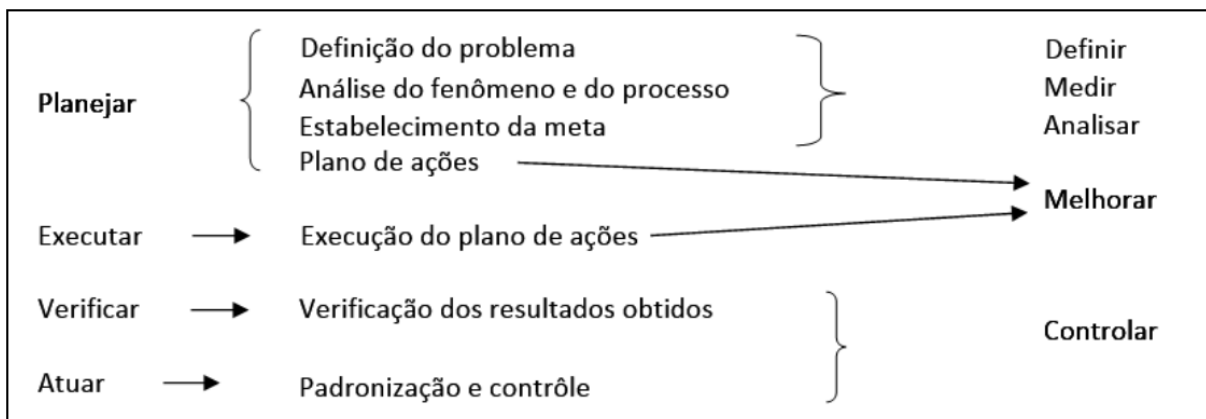
2.3.6 SIGMA

A estratégia *Six Sigma* aproveita as iniciativas de qualidade já implementadas na organização, harmonizando-as e estabelecendo metas desafiantes de redução de desperdício. A filosofia que sustenta a ferramenta é a da melhoria contínua e pode ser aplicada em empresas de todos os tamanhos, nos vários ramos de prestação de serviços ou de produção, tanto de capital público quanto privado (Zu, Fredendall, & Douglas, 2008).

Na estratégia *Six Sigma*, defeito é qualquer desvio de uma característica que gere insatisfação ao cliente (externo ou interno). O fato de um processo *Six Sigma* corresponder à redução de defeitos em produtos ou serviços para um nível de 3,4 defeitos por milhão causa um bloqueio inicial às instituições, que julgam ser praticamente impossível (Cournoyer, Renner, & Kowalczyk, 2011 *apud* Moreira 2011).

Um modelo utilizado para melhoria de processos estratégicos é a metodologia DMAIC, que é uma variação do ciclo PDCA, conforme apresentado na figura 8.

Figura 8 – Comparativo entre os ciclos PDCA e DMAIC



Fonte: ALMEIDA, J. (2017)

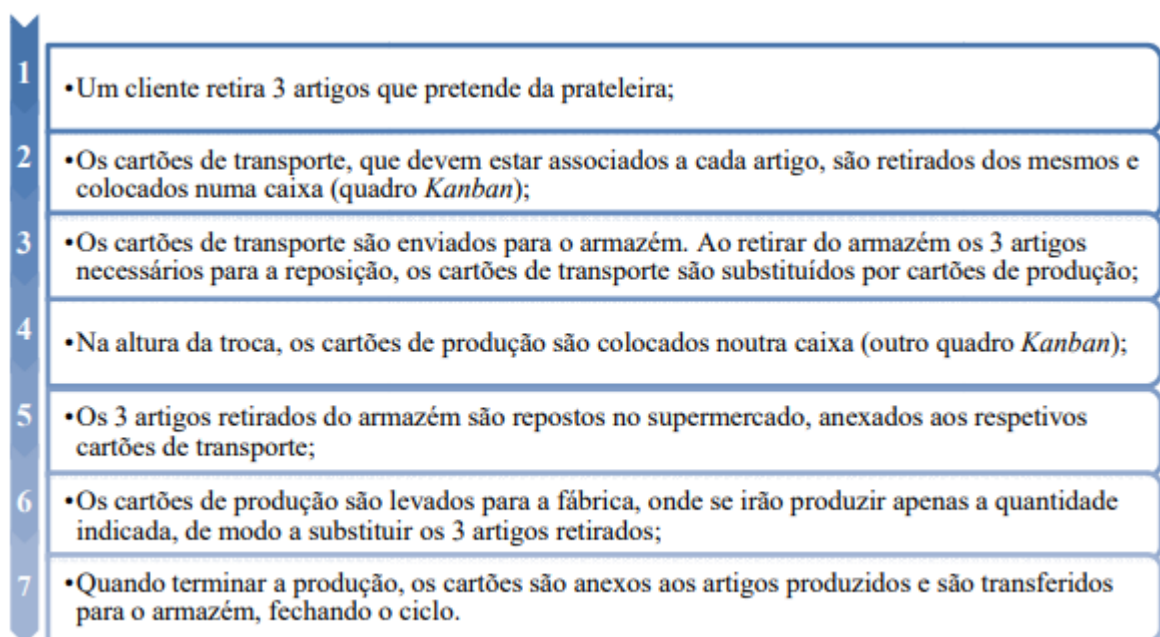
Muitos modelos de melhorias têm como referência o ciclo do PDCA (“*Plan*” - planejar; “*Do*” - fazer; “*Check*” - checar; “*Action*” - agir). A filosofia desse ciclo é a melhoria contínua, ou seja, a última etapa de um ciclo determina o início de um novo ciclo. Na estratégia *Six Sigma* o ciclo DMAIC tem as mesmas características, porém possui as etapas “*Define*” (definir), “*Measure*” (medir), “*Analyze*” (analisar), “*Improvement*” (melhorar) e “*Control*” (controlar). Através da Figura 8, pode-se notar a diferença entre os ciclos PDCA e DMAIC.

2.3.7 KANBAN

A palavra *Kanban* vem do Japonês e quer dizer registro ou cartão visual. Pode ser aplicado em escritórios ou na produção. Seu conceito é baseado no controle visual. O cartão funciona como alerta e, também, pode controlar visualmente a produção.

Na Figura 9, pode-se observar um exemplo da aplicação do sistema Kanban, a sequência de acontecimentos. A partir deste exemplo, Suzaki (2010) identifica desperdício e percebe que seria ideal a eliminação do armazém, além de levantar a possibilidade de aplicar um processamento eletrônico de dados.

Figura 9 – Exemplo de aplicação da ferramenta Kanban.



Fonte: Suzaki, 2010.

A eficácia do sistema é medida através da redução do número de cartões. Algumas de suas principais vantagens são a identificação visual, eliminação de burocracias e qualidade do processo (Artigonal, 2009).

A evolução do sistema para o *Kanban* eletrônico reduz erros manuais e permite que a ferramenta seja utilizada para gerir fornecedores, independente da distância física (Drickhamer, 2005).

2.3.8 KAIZEN

A palavra *Kaizen* de origem japonesa tem como significado - Fazer Bem (Kai = mudar; Zen = bem). Esta ferramenta ficou mundialmente conhecida pela sua aplicação dentro do Sistema Toyota de Produção. A ferramenta *Kaizen* foi criada no Japão pelo engenheiro Taichi Ohno, com a finalidade de reduzir os desperdícios gerados nos processos produtivos, à procura da melhoria contínua, da qualidade dos produtos e o aumento da produtividade, conforme Figura 10.

Figura 10 – Kaizen



Fonte: Maltoni, 2009

A ferramenta *Kaizen* utiliza questões estratégicas com base no tempo. Nesta estratégia, os pontos-chave para a produção ou processos produtivos são: a qualidade (como melhorar),

os custos (como reduzir e controlar), e a entrega pontual (como garantir). O fracasso de um destes três pontos significa perda de competitividade e sustentabilidade nos atuais mercados globais (Imai, 2008).

3. APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DE *LEAN SIX SIGMA* EM GERENCIAMENTO DE CRONOGRAMA

Dente várias etapas de gerenciamento de projetos, o cronograma é uma ferramenta de acompanhamento de projeto aplicado principalmente nas etapas de planejamento e controle. Essa ferramenta pode ser gerenciada através de softwares como Microsoft Project e Primavera, por exemplo, que deve ser definido no início do projeto. Essa ferramenta pode auxiliar também o gerenciamento de risco, de fluxo de caixa, de tempo, entre outros, através de relatórios como o de progresso, curva S, indicadores de conclusão no prazo. Para melhor executar essas etapas, conta-se com ferramentas e sistemas de apoio ligadas à metodologia Lean.

3.1 GERENCIAMENTO DE PROJETOS

Segundo o Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos - Guia PMBOK (2017), projeto é um esforço de tempo determinado para cumprir um objetivo por meio de entregas, podendo ser realizado por um único indivíduo, um grupo, uma organização ou múltiplas organizações.

Nascimento (2007) ressalta que a maioria das definições sobre projeto considera que são compostos de atividades ou tarefas, demandando uma organização específica, possuindo objetivos bem definidos, sendo executados para criar um produto, serviço ou resultado, sendo singulares e temporários, apresentando restrições de prazo, recursos, custos e qualidade, alcançando o término do projeto quando seus objetivos são alcançados.

Dentro das inúmeras etapas de um projeto, as principais etapas que caracterizam o ciclo de vida do projeto, são: inicial, planejamento, execução, controle e encerramento do projeto, conforme Figura 11.

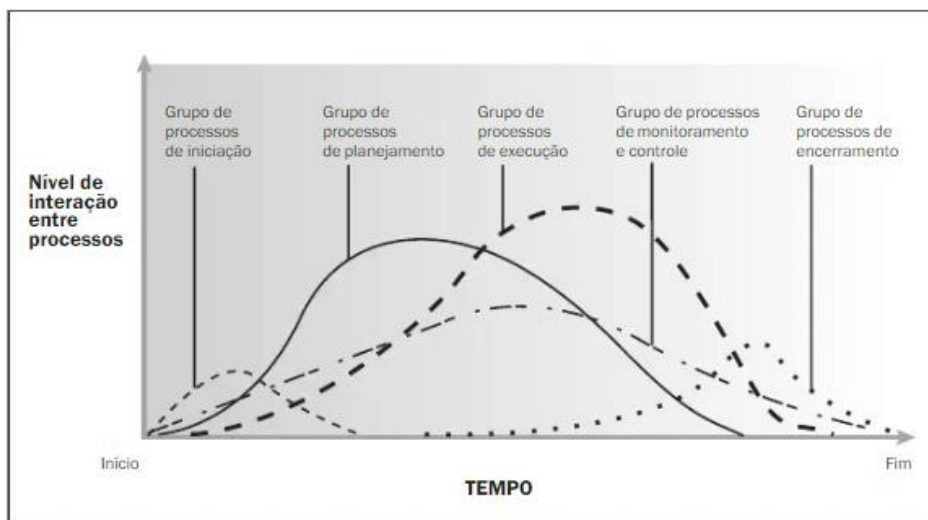
Figura 11 – Processo do gerenciamento de projetos.



Fonte: COSTA, Isauda; GUIMARÃES, Nathália (2014).

Na figura 12, pode-se notar o período de duração e intensidade das fases de um projeto. Sabe-se que o processo de planejamento é utilizado durante quase todo o período do projeto, assim como o processo de monitoramento e controle, uma vez que ambos preparam e acompanham o processo de execução.

Figura 12 – Gráfico de interação entre fases de um projeto.



Fonte: PMBOK, 2014.

Segundo Laufer (1990) *apud* Rodriguez (2018), o processo de planejamento e controle é necessário pois facilita a compreensão dos objetivos do empreendimento, define os trabalhos permitindo que os colaboradores identifiquem e planejem as suas parcelas de trabalho, auxilia os processos de orçamento e programação, melhora o resultado da produção a partir da consideração e análise de processos, fornece padrões para monitorar, revisar e controlar a execução de um projeto.

De acordo com Slack, Brandon-Jones & Johnston (2015), a gestão de um projeto pode ser considerada desafiadora, visto que envolve gerenciar os recursos humanos, alocar equipamentos às tarefas, controlar um ambiente incerto, comunicar com os stakeholders, coordenar os esforços, exigindo assim muito de um gerente.

Segundo o PMBOK (2013), o gerenciamento de projetos necessita da aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas para cumprir os requisitos determinados pelo projeto. Com isso, o gerenciamento de projetos torna-se uma tarefa de grande complexidade.

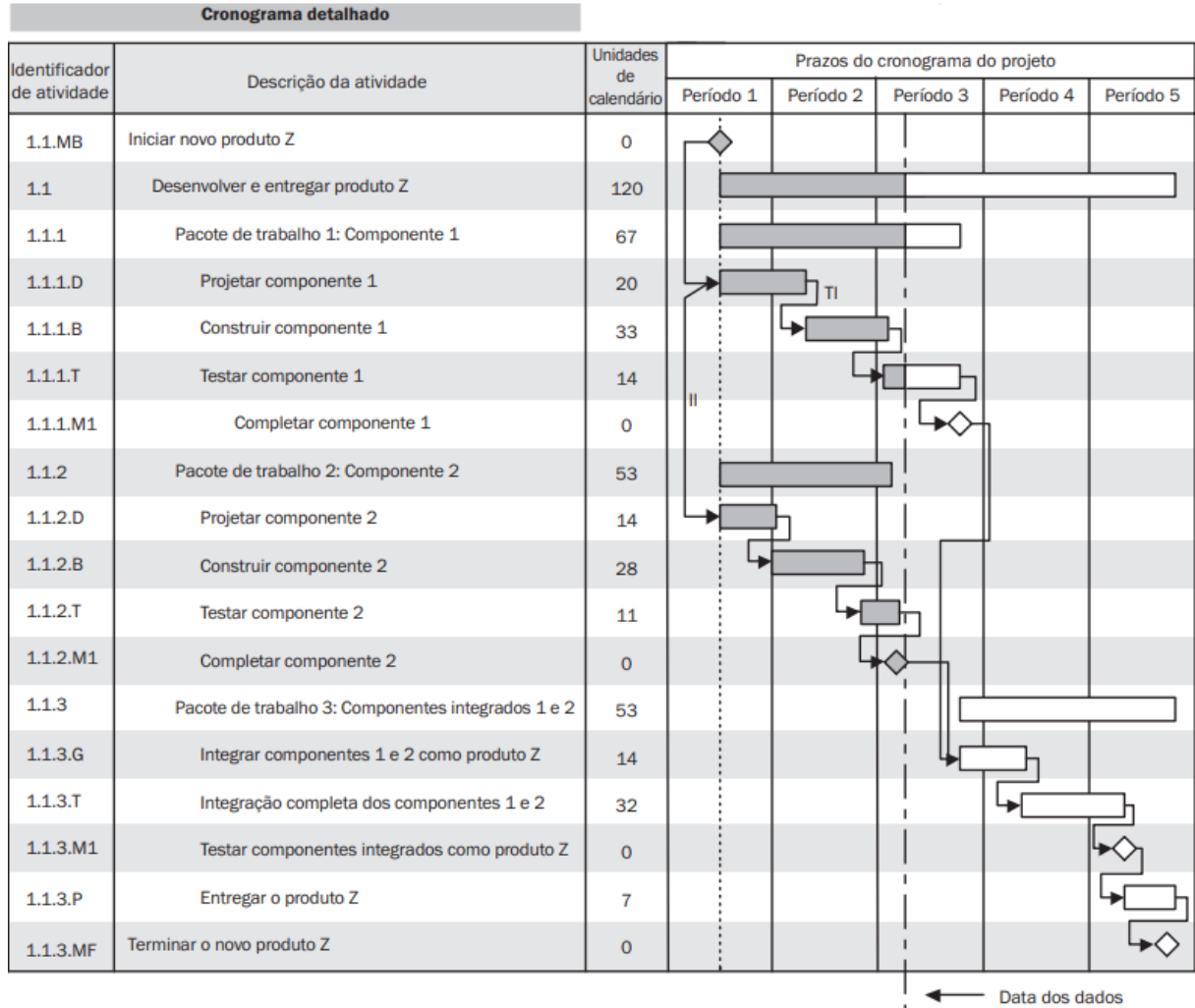
No decorrer de um projeto é necessário que seja realizado inúmeras formas de gerenciamento como, por exemplo, o gerenciamento de escopo, de tempo, de custo, de qualidade, de recursos, de riscos, entre outros. Porém, nesse trabalho vamos direcionar nossos estudos ao gerenciamento de cronograma.

Devido altos níveis de incerteza em um mercado altamente competitivo e de ritmo acelerado, em que é difícil definir o escopo de longo prazo, torna-se ainda mais importante ter uma estrutura contextual para a adotar e adaptar práticas eficazes de desenvolvimento para responder às necessidades em constante mudança do ambiente. O planejamento define um plano, mas reconhece que, uma vez iniciado o trabalho, as prioridades podem mudar ou as datas alterar e o plano precisa refletir esse novo conhecimento.

O gerenciamento do cronograma faz parte das etapas do projeto. Nele é possível a análise detalhada de cada processo necessário para a conclusão do projeto. O cronograma funciona como uma espécie de calendário que permite ao gestor estimar e acompanhar prazos para a conclusão do projeto.

O cronograma apresenta um plano detalhado de como e quando o projeto vai entregar os produtos, serviços e resultados definidos no escopo do projeto, e serve como ferramenta de comunicação e gerenciamento de expectativas das partes interessadas e é considerado base para a emissão de relatórios de progresso, conforme apresentado na Figura 13.

Figura 13 – Cronograma de projeto detalhado.



Fonte: PMBOK, 2017

O gerenciamento do cronograma faz parte das etapas do projeto. Nele é possível a análise detalhada de cada processo necessário para a conclusão do projeto. O cronograma funciona como uma espécie de calendário que permite ao gestor estimar e acompanhar prazos para a conclusão do projeto.

Dentro do projeto o gerenciamento do cronograma é a área de conhecimento que visa organizar o trabalho necessário para entregar o escopo do projeto em um cronograma que permitirá controlar o tempo, as atividades e os recursos do projeto e sua assertividade é decisiva na hora de saber se um projeto vai atrasar ou não.

De acordo com Armando T. Filho (2009) o gerenciamento de tempo é uma prática extremamente importante e complexa para um gerente de projetos, devido a elevada quantidade de variáveis que podem impactar negativamente o planejamento de prazos no projeto e as consequências no cronograma resultante de situações e ocorrências que se dão no transcorrer da execução do projeto.

O cronograma é um instrumento de controle, permitindo que os responsáveis tenham condições de programar atividades das equipes, instruir, fazer pedidos de compra, providenciar equipamentos e mão de obra capacitada para certa atividade na data adequada, evitando atrasos ou desperdício de verba em equipamentos parados. Ele é utilizado também para aferição e monitoramento de atrasos ou adiantamentos das atividades através de indicadores. De acordo com a necessidade a obra pode ser replanejada.

3.2 SISTEMA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE: LPS (*LAST PLANNER SYSTEM*)

O *LPS* foi criado e desenvolvido nos EUA por volta de 1992 e teve sua primeira publicação na conferência inaugural do IGLC (*International Group for Lean Construction*). Contudo, a difusão e utilização do sistema ocorreu após a publicação do artigo “*Shielding Production*”, em 1997, por Ballard e Howell (GRENHO, 2009)

Segundo Ballard (1993) *apud* Rodriguez (2018), em suas pesquisas e consultorias observou que as indústrias ainda estavam distantes da metodologia *Lean*, uma vez que ainda apresentavam muitos desperdícios por interrupções causadas por má qualidade, demora, falta de material. Em outras consultorias, pôde perceber alta ineficiência no fluxo de trabalho com alta porcentagem de tempo não produtivo. A fim de proteger o planejamento dos problemas de variação no fluxo de recursos, Ballard inicia a implementação do conceito atualmente conhecido como *Last Planner System*.

De acordo com Ballard e Howell (1998) *apud* Rodriguez (2018), buscando aprimorar o controle da produção, foi proposto por Ballard o *Last Planner System*, que é um método que envolve ferramentas, técnicas e formas de planejamento que buscam a integrar diferentes níveis hierárquicos envolvidos nos projetos. Esse método visa aumentar a confiabilidade do planejamento, proteger a produção da variabilidade e aumentar o comprometimento da mão de obra.

O *LPS* é um processo social que envolve discussão entre as equipes de obra e de planejamento com o intuito de assegurar que o trabalho não espere pelos trabalhadores e que os trabalhadores não esperem pelo trabalho (KENLEY; SEPPANEN, 2010). Para Ballard, o *LPS* pode ser entendido como um mecanismo para transformar o que poderia ser feito no que pode ser feito, utilizando o plano de trabalho semanal.

Este processo assume que as atividades planejadas contêm incertezas e restrições que as impedem de serem iniciadas ou completadas no prazo. Incertezas e restrições em atividades planejadas incluem a disponibilidade necessária de recursos e requisitos prévios ao trabalho. Estas são reveladas e endereçadas ao processo de planejamento de médio prazo (KIM; BALLARD, 2010 *apud* Picchi et al., 2016).

De acordo com Cadim & Granja (2011), o método também propõe dois indicadores para avaliar o andamento do projeto. São eles:

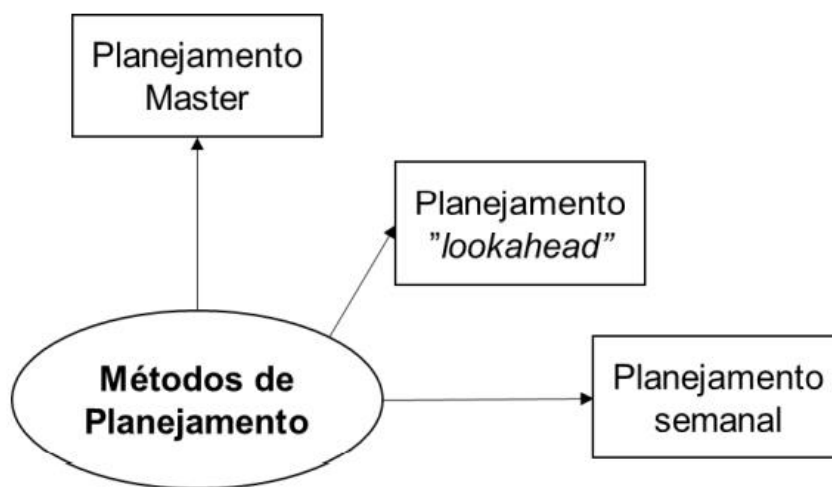
- *PPC (Percentual de Pacotes Completos)*: É a relação entre tarefas realizadas e tarefas planejadas para a semana. Origina-se no planejamento de curto prazo, resultando de reuniões semanais de determinação de metas para as equipes.
- *IRR (Índice de Remoção das Restrições)*. É a relação entre as restrições relacionadas e as restrições removidas. A lista de restrições é gerada nas etapas de planejamento de médio e curto prazo. Indicado para ser acompanhado em avaliação semanal.

Segundo Ballard, Casten & Howell (1996) *apud* Rodriguez (2018), em 1995, Mike Casten, Gregory Howell e Herman Glenn Ballard deram início à um programa de melhoria da produtividade em um determinado projeto de expansão de uma refinaria para uma das divisões operativas de petróleo da Venezuela. Neste projeto, foi adicionada um processo que chamou como “*lookahead*” antecipando o planejamento das próximas 6 semanas de trabalho. O objetivo era identificar as restrições que impediram a execução de tarefas futuras, e dessa forma criar planos de trabalho viáveis para melhorar o PPC, obtendo como resultado um aumento da produtividade de 28%.

Segundo Ballard & Howell (1998) *apud* Rodriguez (2018), no ano 1997, Ballard e Howell apresentaram um trabalho com os três níveis de planejamento do *Last Planner System*, utilizados para otimizar a produção mediante o planejamento detalhado, os quais eram 1) Planejamento Master (longo prazo), onde era especificado o que deveria ser

executado. 2) Planejamento *Lookahead* (médio prazo), o qual define o que pode ser realizado, definindo atividades e combinando carga e capacidade. 3) Plano de trabalho semanal (curto prazo), que expressava o compromisso com o que será feito. A definição desta forma de planejamento pode ser vista na Figura 14.

Figura 14 – Níveis de planejamento do *LPS*



Fonte: Ballard & Howell (1998) *apud* Rodriguez (2018)

Em seguida, no ano 1999, Koskela propõe os cinco princípios básicos para o *LPS*, definidos como:

- Para começar uma tarefa é necessário que todos os requisitos estejam prontos. Assim são minimizados os trabalhos em condições não ótimas;
- A execução de toda tarefa deve ser medida e controlada por meio do *PPC*, expressado como a porcentagem do número de atividades planejadas completas dividido pelo número de atividades planejadas. Desta forma se diminui o risco de adicionar variabilidade nas próximas etapas;
- As causas de não cumprimento devem ser investigadas e pontuadas. A fim de fomentar a melhoria contínua no processo;
- Deve-se criar equipes que serão responsáveis por realizar um grupo determinado de atividades. Dessa forma, se a tarefa designada não puder ser concluída, a equipe pode mudar para outra tarefa, a fim de evitar perda de produção;

- No planejamento “*lookahead*” deve-se preparar todas as solicitações prévias para a execução das atividades futuras. Assim se garante que as tarefas planejadas possam ser cumpridas.

Segundo Fosse e Ballard (2016) *apud* Rodriguez (2018), foram aplicados os princípios da gestão Lean para a etapa de projeto em um estudo de caso objetivando mudar o planejamento tradicional a partir da implementação do *LPS*. Como resultados, observou-se a existência de um maior alinhamento da equipe do projeto, descrição mais clara das tarefas a serem executadas, melhor sequenciamento e transparência nos processos. Percebeu-se também uma melhor e mais rápida identificação dos problemas potenciais sendo resolvidos no tempo através dos níveis do *LPS*.

Segundo Ballard (2000) *apud* Rodriguez (2018), o *LPS* adota diferentes conceitos, porém o seu princípio fundamental tem origem na metodologia *Lean*, envolvendo o planejamento e o controle da produção nos 3 níveis: longo, médio (*lookahead*) e curto prazo, utilizando regras e procedimentos determinados que facilitam a gestão do fluxo de trabalho.

Assim, segundo Ballard & Howell (1998) *apud* Rodriguez (2018), o *LPS* utiliza um conjunto de procedimentos e ferramentas para a redução da variabilidade e incerteza na construção, onde parte-se do que “deve” ser feito (de acordo com a programação), para decidir o que “pode” ser feito (a partir da análise das restrições), mas levando em consideração que nem tudo o que deve ser feito, pode efetivamente ser realizado, por limitações de recursos e coordenação. Uma vez que são asseguradas que as atividades podem ser iniciadas tendo em conta os pré-requisitos, é definido o que “será” feito. Uma representação do descrito anteriormente pode ser observado na Figura 15.

Figura 15 – Processo de Planejamento *Last Planner System*



Fonte: RODRIGUEZ, Lady (2018)

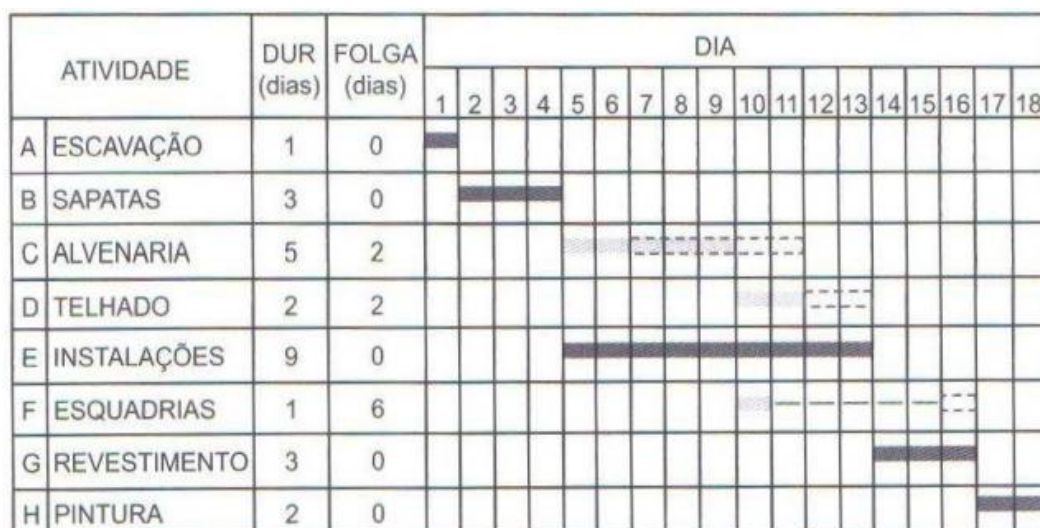
Conforme descrito, o Last Planner System aborda diferentes objetivos em diferentes níveis hierárquicos. Primeiramente no planejamento a longo prazo, onde são estabelecidos os objetivos do empreendimento podendo servir para a elaboração do orçamento do projeto. Em seguida, são identificadas e removidas as restrições para a execução das atividades sendo este o principal objetivo do planejamento de médio prazo. Por fim, no planejamento de curto prazo são estabelecidos os compromissos para a execução das tarefas.

3.3 TÉCNICA DO DIAGRAMA DE GANTT

No nível de longo prazo é comum utilizar software específicos que facilitam planejamento, organização e visualização da informação, onde é utilizada a técnica do diagrama de Gantt, a linha de base e o caminho crítico (JIMÉNEZ e BOTERO, 2012).

O diagrama de Gantt, desenvolvido por Henry Gantt em torno do ano de 1900, foi catalogada como uma ferramenta de planejamento de fácil utilização para o planejamento e controle de obras (SERPELL e ALARCÓN, 2001). Pode-se verificar um modelo do Gráfico de Gantt na Figura 16.

Figura 16 – Exemplo de Gráfico de Gantt



Fonte: Mattos, (2010)

Este diagrama consiste em uma representação gráfica das atividades e tarefas do projeto numa escala de tempo, sendo o eixo vertical correspondente às atividades envolvidas e

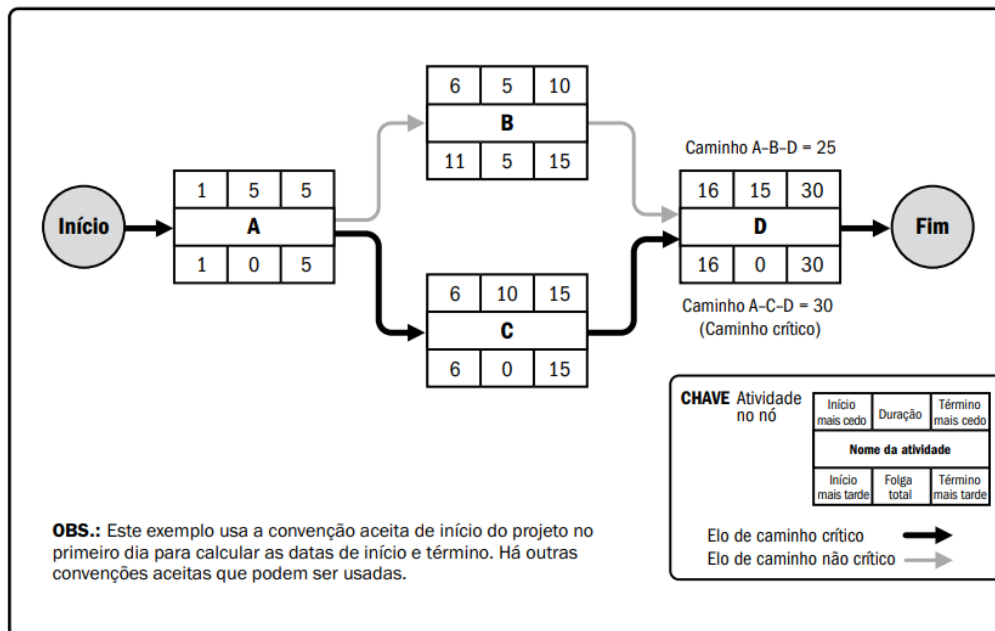
no eixo horizontal à escala de tempo. Além disso, a duração de cada atividade é representada em forma de barras horizontais paralelas (JIMÉNEZ e BOTERO, 2012).

Ainda segundo Jiménez & Botero (2012), o diagrama permite identificar as atividades de acordo com suas dependências ilustrando atividades adiantadas ou atrasadas.

3.4 CPM - TÉCNICA DO CAMINHO CRÍTICO CPM (CRITICAL PATH METHODS)

Segundo Antill & Woodhead (1995) *apud* Rodriguez (2018), o CPM é uma técnica de planejamento e direcionamento de projetos utilizada principalmente para gerenciar as durações das atividades. Esta técnica é apresentada através de um diagrama esquemático onde são abordadas as relações de tempo e as conexões entre as várias atividades de execução. Na figura 17, nota-se um exemplo do CPM onde o caminho A-C-D é definido como crítico devido a sua duração total.

Figura 17 – Exemplo da técnica do caminho crítico



Fonte: PMBOK, 2013

De acordo com o PMBOK (2013), essa técnica analisa a rede do cronograma e calcula as datas de início e término mais tarde para todas as atividades. O caminho crítico é a

sequência de atividades que mostra o caminho mais longo de um projeto, aquele que tem maior duração, que determina a menor duração possível do projeto. Este método é utilizado para determinar o grau de flexibilidade do cronograma através dos caminhos lógicos, definindo a “folga total” de uma atividade, ou seja, o quanto uma atividade pode ser atrasada ou estendida a partir da data mais cedo, sem impactar negativamente o prazo do cronograma.

Segundo Sears et al. (2015), a implementação da técnica do *CPM*, permite que os gestores visualizem cenários que os permite um maior alcance de informações e ações de controle de projetos, tais como:

- Informações sobre a sequência construtiva das atividades;
- Meios de prever a duração para a conclusão do projeto e dos principais marcos;
- Datas de início e término das atividades de acordo com o plano;
- Identificação das tarefas pertencentes ao caminho crítico;
- Referência para a redução da duração do projeto;
- Base para a contratação de prestadores de serviços e fornecimento de materiais;
- Base para o nivelamento de recursos de mão de obra e equipamentos;
- Avaliação dos requerimentos de métodos alternativos de construção;
- Modelo numérico para fornecer o status do projeto;
- Meios para o monitoramento e análise do projeto;
- Base para avaliar os efeitos de atrasos e mudanças;
- Linguagem de comunicação única para toda a equipe.

Porém, nesta técnica são definidas a sequência de atividade do projeto e como pode-se evitar atividades que não agregam valor com foco no planejamento. Dessa forma, o planejamento é centrado no fluxo das atividades do calendário do projeto (HUBER e REISER, 2003). Alguns planejadores utilizam o *CPM* para integrar o produto (o que será feito) com o processo (como será feito), obtendo como resultados planos muito detalhados, sendo de difícil utilização e controle (OLIVIERI e GRANJA, 2016).

Os planos detalhados do *CPM* são entregues para os consumidores (proprietários, desenhadores, engenheiros, provedores, entre outros) incluindo a duração do projeto, os

impactos das instalações adjacentes, o mapa de fluxo da equipe, e oportunidades (HUBER e REISER, 2003).

O método do *Last Planner* estabelece uma estrutura de conversão para cada ação dando uma maior transparência das tarefas planejadas a partir da coordenação estabelecida nas reuniões determinadas. Além disso, o *LPS* ajuda a gerenciar o comprometimento na realização de tarefas criando uma sequência de aprendizagem a partir das causas para não cumprimento (VRIJHOEF, KOSKELA e HOWELL, 2001).

3.5 LPS INTEGRADO À GESTÃO DE PROJETOS

O planejamento da produção é conceituado como um processo de gestão, que engloba determinação dos objetivos do projeto e definição dos processos para atingi-los. O processo de planejamento será eficaz somente quando aplicado em conjunto com o controle da produção de obra (BERNARDES, 2003).

O planejamento possibilita, através da informação de metas, o gerenciamento dos processos produtivos, ao mesmo tempo em que o controle garante que estas metas sejam cumpridas, além de avaliar o executado com o planejado a fim de fornecer informações ao planejamento de planos futuros.

De acordo com Costa (2014), alguns empreendimentos possuem uma sequência cronológica das etapas da obra que deve ser seguida; esta sequência é baseada em critérios do empreendimento tais como: disponibilidades e produtividades da mão de obra, fornecimento de materiais e a necessidade de conclusão de etapas anteriores.

Quanto ao *PCP (Planejamento e Controle da Produção)*, cabe ressaltar que adota-se o modelo formulado por Ballard, pois está direcionado ao *LPS*; o planejamento estabelece a sequência que as atividades podem ser realizadas, assim como as metas para o cumprimento das atividades; ainda, o controle tem objetivo de aproximar o que foi planejado daquilo que será executado; e, no momento que o planejado não está sendo executado, ocorre o aprendizado, com as causas do não cumprimento do planejado; constatando-se, desta forma, que o *PCP* é básico para o sistema de gestão da produção (VILLAS-BOAS, 2004).

A gestão de cronograma nos projetos de construção também é ponto delicado no setor da construção, principalmente tratando-se de projetos de grandes dimensão e complexidade. Segundo Shenjun, Lieyun e Hanbin (2010) deve-se atribuir a esses projetos duas

características: 1). Muitos participantes responsáveis por diferentes tarefas, de modo que as regras também divergem; 2) O projeto é considerado de diferentes ângulos, o proprietário considera a situação de forma mais ampla, já os fatores parciais e detalhados são considerados pelos contratantes e subcontratantes. Aprofundando a discussão sobre os projetos de grandes dimensões e complexidade os autores destacam a distorção que o cronograma mestre, elaborado pelo proprietário, e as suas respectivas fases, sofrem por parte dos contratantes e subcontratantes

Alguns estudos indicam que a aproximação da comunicação entre o contratante e os contratados poderia aproximar o cronograma do projeto mestre e as fases do cronograma, desta forma a produtividade da construção também aumentaria consideravelmente e as variações nos custos reduziriam. Desta forma, o projeto de engenharia de construção poderia ser finalizado com a qualidade, custo e tempo correto, de modo a elevar também a satisfação do cliente final.

Seguindo esta lógica, Shenjun, Lieyun, e Hanbin (2010) propõem o estudo do sistema de integração e gestão de programação nos projetos de grande complexidade de engenharia de construção, baseado na construção *lean*, visando reduzir o desvio entre o calendário do projeto principal e os calendários de fases, promovendo uma melhora na gestão dinâmica das alianças da construção, refletindo-se finalmente no aumento da satisfação dos clientes.

O sistema de controle da produção *Last Planner* apresenta uma filosofia com procedimentos e regras que viabilizam a implementação *Lean* nos processos.

Contudo, o *LPS*, do mesmo modo como o modelo tradicional, apresenta problemas. Sob o enfoque crítico, o *LPS* apresenta dificuldades para mensurar o desempenho global da obra, pois atua na execução de atividades no curto prazo (HUBER; REIZER, 2003).

Segundo Ballard & Howell (2003) *apud* Rodriguez (2018), para realizar um planejamento com possibilidade de execução, é necessário considerar a definição dos métodos de produção, estimativas de recursos, emprego de indicadores de produtividade e cálculo da capacidade de produção. Dessa forma, um bom planejamento deve reduzir atrasos, apresentar melhora na sequência da produção, balancear a necessidade de mão-de-obra para o trabalho a ser produzido e coordenar múltiplas atividades interdependentes.

No período de 2006 a 2008, pesquisas foram realizadas por Bortolazza e Formoso (2006), Kemmer et al., (2006), Orduz (2007) e Junior et al., (2008), concentradas no estudo dos problemas na implementação em nível de curto prazo junto com a análise dados do PPC e

causas de não cumprimento deste nível. Os resultados obtidos mostraram um aumento na produtividade, melhorias no cumprimento de prazos e redução nos custos da obra.

Além das pesquisas citadas, no ano de 2008 começaram os estudos do *Last Planner System* na etapa de projetos. Engelmann, Gehbauer e Steffek (2008), identificaram e estudaram as principais dificuldades e barreiras que impactava a implementação do *LPS* (GEHBAUER, 2008; ASLESEN e BERTELSEN, 2008 *apud* Rodriguez 2018). As baixas porcentagens do *PPC* do projeto são relacionadas à desvinculação entre os planos de trabalho semanal e os planos de longo prazo (HAMZEH, BALLARD e TOMMELEIN, 2008).

Segundo Fosse e Ballard (2016) *apud* Rodriguez (2018), aplicaram-se os princípios da gestão *Lean* para a etapa de projeto em um estudo de caso objetivando mudar o planejamento tradicional à implementação do *LPS*. Obtendo bons resultados.

Ao gerenciar um projeto iniciando as tarefas pela primeira data de início, existe uma possibilidade muito grande de não se ter todos os pré-requisitos ou restrições atendidas antes dos inícios das atividades, o que aumenta muito as variabilidades e incertezas relacionadas.

O *Last Planner* proporciona um aumento na produtividade das tarefas através da redução de sua variabilidade, o que pode ser traduzido como redução no prazo do empreendimento (KOSKELA ET AL., 2010).

Na fase inicial de planejamento, onde o nível é de longo prazo, o *LPS* é capaz de determinar as restrições macro do projeto, evitando atrasos de tomada de decisão. Já no nível de médio prazo, é possível qualificar as atividades de determinado período e detalhar suas restrições. Enquanto no nível de curto prazo, pode-se acompanhar constantemente os recursos que serão utilizados nas próximas semanas.

A gestão de projetos envolve a coordenação eficaz e eficiente de recursos de diversos tipos, como recursos humanos, materiais, equipamentos, financeiros, políticos e reúne esforços como o propósito de se obter o resultado desejado, atendendo parâmetros preestabelecidos como prazo, custo, qualidade e risco. Na gestão de projetos que habitualmente se aplica, existe um responsável pelo projeto, um líder, e vários projetos de cada especialidade, que devem ter contato com o gestor de projeto.

O objetivo primordial desta abordagem *Lean* da gestão de projetos é que os seus diversos colaboradores tenham interesse no projeto como um todo e não apenas na sua parte. Estando as etapas bem conectadas, será mais fácil evitar erros, o projeto deverá ser então mais que a soma das várias partes, deverá ser uma interação entre elas.

Este sistema de planejamento melhora através da credibilidade do planejamento e o desempenho do processo produtivo e visa principalmente, o nível da execução.

Os materiais chegam tarde, as definições alteram-se, o plano muda. Este é um exemplo de variações que ocorrem de forma significativa nas diversas fases do processo de construção. Num planejamento pouco realista, quando ocorrem estreitamentos, o trabalho é empurrado para jusante.

Koskela (2000) salienta que apesar da melhoria no planejamento, é necessário localizar as fontes da variabilidade e, se possível, lançar ações corretivas e monitorizar o sucesso das mesmas. Na verdade, o *Last Planner* é instrumental, pois visa combinar, eficientemente, controle e melhoria de forma a combater a variabilidade e o desperdício que o projeto provoca. Assim, o plano terá de ser garantido para se reduzir a variabilidade.

Macomber e Howell (2003) chamam à atenção para o facto de os projetos não passarem só por uma força laboral que, simplesmente, transforma energia em matéria. Os projetos são, sobretudo, um complexo esforço humano que, no caso da construção, passa tanto pelo desenho e dimensionamento, numa primeira fase, como pela execução, posteriormente. E não raras vezes ocorrem em simultâneo.

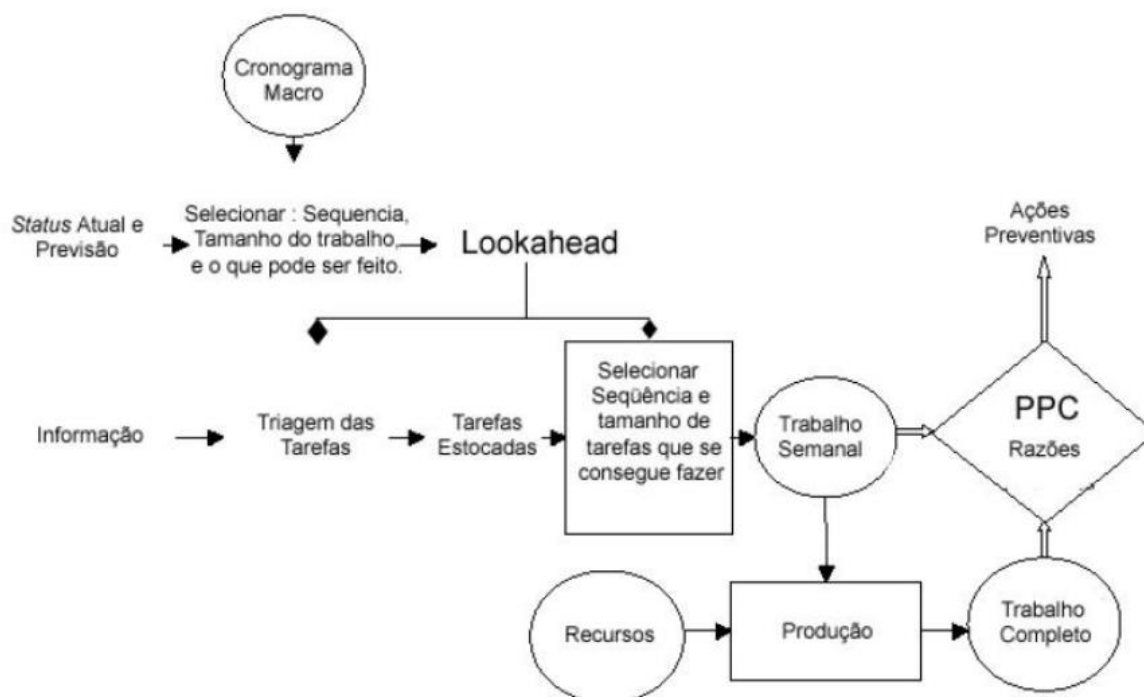
Segundo Macomber e Howell (2003), o *Last Planner* permite precisamente articular e ativar uma rotina de conversação que leva a compromissos que impulsionam a força laboral a comprometerem-se com a sua parte do projeto e a coordenarem os recursos que dispõem para a sua realização e conclusão. Basicamente o trabalho do *Last Planner* gira em torno da criação de uma rede de compromissos que são estabelecidos segundo ciclos rotineiros de planejamento. Isso permite disseminar a confiança e distribuir capacidade de avaliação, fazendo com que se possa tomar decisões descentralizadas em determinadas situações. Isto agiliza a resolução de problemas e, conseqüentemente, o processo de produção sai beneficiado. Promessas confiáveis criam um fluxo confiável.

Depois de realizado o planejamento de curto prazo (semana seguinte), de acordo com Ballard (2000) *apud* Rodriguez (2018), faz-se necessária a comunicação das premissas impostas pelo *Last Planner* para com a equipe de execução no canteiro de obra. Fazendo com que a execução deste planejamento seja um compromisso de toda a organização.

Sendo assim, o *Last Planner* estabelece o que será executado na próxima semana. Deste modo, considera-se que o resultado do planejamento busque balancear o que será

realizado com o que deveria ser realizado, verificando as restrições do que pode ser realizado. A Figura 18 apresenta a estrutura do processo *Last Planner*.

Figura 18 – Estrutura do LPS



Fonte: Diehl (2017)

De acordo com Bernardes (2003), o planejamento “*lookahead*” é responsável pelo ajuste e integração dos planejamentos de longo e curto prazo. Desta forma, a equipe de planejamento da obra, toma as decisões e ações necessárias para o comprimento das atividades planejadas, assim como o replanejamento de atividades que não foram cumpridas neste período (MOURA, 2008).

Sendo assim, segundo Ballard e Howell (1998) *apud* Rodriguez (2018), o planejamento “*lookahead*” atua como um mecanismo de proteção da produção, criando um bloqueio que proíbe a liberação de atividades que não cumpram critérios de qualidade. Além de controlar a liberação de atividades do médio para o curto prazo após a análise e remoção de todas as restrições da atividade (BERNARDES, 2003).

De acordo com Ballard (2000) *apud* Rodriguez (2018), mediante a comprovação da insuficiência do mecanismo de proteção da produção aplicado no curto prazo, para dar

condições para que as equipes de obra obtenham um nível alto de eficiência, motivou-se a incorporar o processo de planejamento de médio prazo ao *LPS*.

De acordo com Coelho (2003), na técnica de remoção das restrições também são avaliadas o caráter e necessidades de cada processo, identificando interferências entre equipes de produção e alocando-as no tempo correto, com objetivo de eliminar atividades ou movimentações desnecessárias e a diminuir atividades que não agregam valor ao produto e processo.

Outro aspecto significativo a ser ponderado no planejamento de médio prazo é o seu horizonte que, segundo Bernardes (2003), pode variar entre duas semanas até três meses, dependendo da duração e complexidade da obra. Deve-se observar que o horizonte de planejamento necessita ser maior que o ciclo de controle; como, por exemplo, se considerar um ciclo de controle de vinte dias, e um horizonte de médio prazo de três meses, significa que a cada vinte dias deverá ser programada as atividades para os próximos três meses (MOURA, 2008).

Segundo Coelho (2003), o planejamento médio pode ser considerado como etapa de ajuste e atualização do planejamento de longo prazo, pois este deve estar desatualizado devido a novos dados obtidos na produção. Segundo Ballard (2000) *apud* Rodriguez (2018), como objetivos principais do planejamento *lookahead*, pode-se destacar: a determinação de um fluxo de trabalho ideal; o ajuste do fluxo de trabalho com o volume de produção das equipes; a decomposição das atividades do planejamento mestre em tarefas e operações; e, por fim, a atualização e revisão do planejamento mestre conforme necessidade.

De acordo com Ballard (2000) *apud* Rodriguez (2018), nas reuniões de planejamento são especificados os meios para atingir os objetivos elencados no planejamento mestre. O processo fundamenta-se na criação de planos semanais de pacotes de trabalho que são delegados diretamente às equipes de produção; e, diante do cumprimento destes planos pode-se gerenciar o comprometimento da equipe.

Na Figura 19 apresenta-se um modelo de planejamento de médio prazo, proposto por Moura (2008).

Figura 19 – Exemplo de planilha de médio prazo.

PLANO DE MEDIO PRAZO Planejamento x Execução				Obra: XXXX Coordenador: XXXXX Engenheiro(a): XXXXX Administrativo: XXXXX Mestre: XXXXX TST: XXXXX		Período 1	Datas =	Início																									
						10/7/2006	à	6/8/2006	1ª Semana																								
						FM100-07		Data:																									
								11/7/2006																									
Equipe	Descrição da tarefa	Restrições	Início	Fim	Estruço	Semana 1							Semana 2							Semana 3							Semana 4						
						10/7/2006 à 16/7/2006	17/7/2006 à 23/7/2006	24/7/2006 à 30/7/2006	31/7/2006 à 6/8/2006	7/8/2006 à 13/8/2006	14/8/2006 à 20/8/2006	21/8/2006 à 27/8/2006	28/8/2006 à 3/9/2006	4/9/2006 à 10/9/2006	11/9/2006 à 17/9/2006	18/9/2006 à 24/9/2006	25/9/2006 à 1/10/2006	2/10/2006 à 8/10/2006	9/10/2006 à 15/10/2006	16/10/2006 à 22/10/2006	23/10/2006 à 29/10/2006												
					OK	S	T	Q	S	S	D	S	T	Q	S	S	D	S	T	Q	S	S	D	S	T	Q	S	S	D				
	NOME DA OBRA		16/7	16/10	29																												
	BUILDING 01		11/7	6/8	19																												
	FUNDAÇÕES		11/7	29/7	14																												
EVG TERRAPLANAGEM	Escavação		11/7/06	12/7/06	2																												
PARADIGMA	Formas e Armaduras	1	12/7/06	14/7/06	3																												
PARADIGMA	Concretagem Sapatas e Vigas Baldrames	2	15/7/06	15/7/06	6																												
PARADIGMA	Concreto Piso	3	28/7/06	29/7/06	1																												
	ESTRUTURA METÁLICA		18/7/06	7/8/06	14																												
MÓDULO	Montagem dos Pilares		18/7/06	19/7/06	2																												
MÓDULO	Montagem das Tesouras		19/7/06	21/7/06	3																												
MÓDULO	Montagem das Terças		20/7/06	27/7/06	6																												
MÓDULO	Fechamento Cobertura		22/7/06	25/7/06	2																												
MÓDULO	Fechamento Lateral		28/7/06	31/7/06	4																												
	Esquadrias - Vidros	4	31/7/06	7/8/06	5																												
	ÁREA INTERNA		2/8/06	12/8/06	5																												
	Piso Cerâmico	5	2/8/06	3/8/06	6																												
	Piso Fademac	6	7/8/06	12/8/06	6																												
	Divisórias	7	4/8/06	8/8/06	1																												
	Fôrro Armstrong	8	9/8/06	12/8/06	6																												
	Gesso Acartonado	10	2/8/06	6/8/06	5																												
	INSTALAÇÕES		28/7/06	9/8/06	6																												
ELETROTEC	Hidrossanitários	11	28/7/06	29/7/06	1																												
ELETROTEC	Elétrica	12	30/7/06	2/8/06	5																												
ELETROTEC	Ar Condicionado	9	4/8/06	9/8/06	1																												
ELETROTEC	PCI	13	28/7/06	3/8/06	5																												
LISTA DE RESTRIÇÃO		Obra: XXXX	Data limite para remoção da restrição				Período	1	FM100-07	Data: 30/05/06																							
		Eng: XXXX	Semanas																														
Nº	Descrição da Restrição (Projeto, Materiais, Equipamentos, MO, Espaço, Segurança)	Responsável	Data	16/7	17/7	24/7	31/7	Escamintamento	STATUS	Problema																							
				à	à	à	à																										
				S1	S2	S3	S4																										

Fonte: Moura (2008)

De acordo com Ballard (2000) *apud* Rodriguez (2018), nas reuniões de planejamento são especificados os meios para atingir os objetivos elencados no planejamento mestre. O processo fundamenta-se na criação de planos semanais de pacotes de trabalho que são delegados diretamente às equipes de produção; e, diante do cumprimento destes planos pode-se gerenciar o comprometimento da equipe.

A definição dos pacotes de trabalho no curto prazo deve atender ao sistema da produção protegida, que, de acordo com Ballard e Howell (1998) *apud* Rodriguez (2018), é uma estratégia de redução do impacto das condições incertas de fluxo de trabalho, através da elaboração de planos que atendem a certos requisitos de qualidade. Esse processo inicia com uma análise detalhada das atividades programadas no plano de médio prazo. É feita uma triagem dos pacotes de trabalho que tiveram todas as suas restrições removidas e somente esses são considerados para inclusão no plano de curto prazo.

Na figura 20, tem-se um exemplo de planilha de curto prazo, resultante do planejamento de comprometimento, onde é realizado uma reunião com partes-chave da equipe.

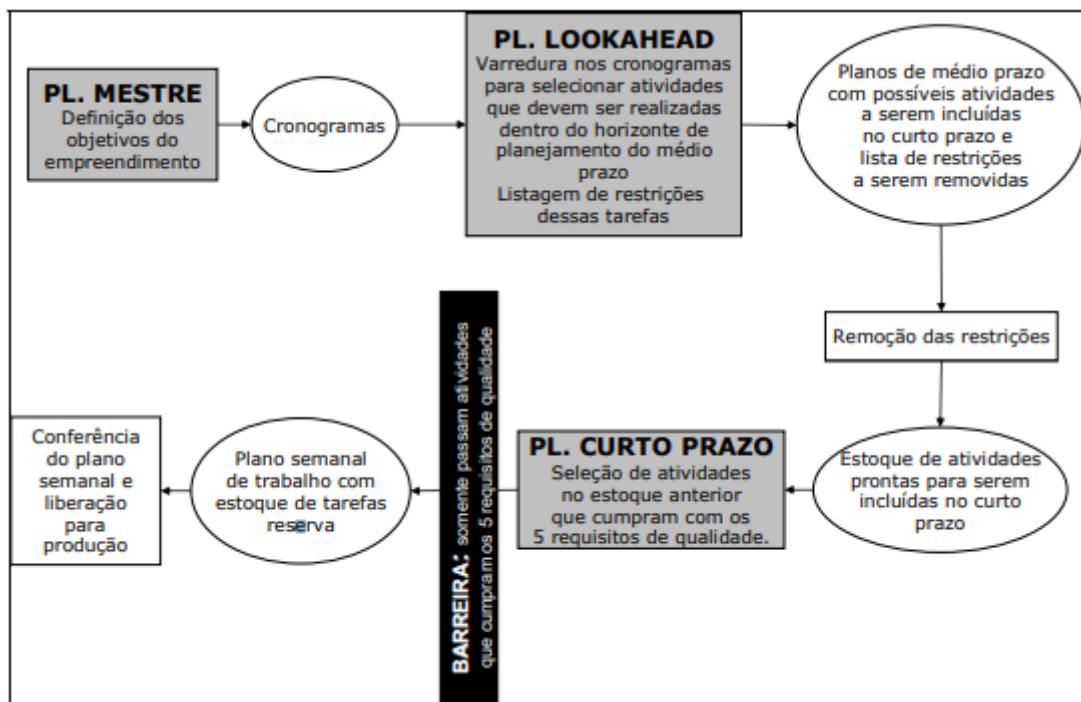
Figura 20 – Exemplo de planilha de curto prazo.

Equipe	Visão	PLANEJAMENTO SEMANAL Planejamento e Execução	Nome da Obra	Início	Fim	Periodo 11											FM11-02		
						28/9/2006					28/9/2006						1ª Semana		
						PPC = Soma 100% total itens											Linha		
						SE	SI	SC	SD	SE	SI	SC	SD	SE	SI	SC	SD	% Exec	Problema
			NOME DA OBRA	20-set	25-set	7	P	x	x	x	x	x	x	x	x				
1	Empreiteiro A		Desforma das vigas e sapatas M1, M2 e M3 - Interno	20-set	20-set	0	P	8									100%		Empreiteiro AP
2	Empreiteiro A		Impermeabilização das vigas e sapatas Internas	21-set	22-set	0	P		1	1							100%		Empreiteiro AP
3	Empreiteiro A		Forma e Amadura das bases de Ar Condicionado AC1 e AC2	22-set	22-set	0	P			4							100%		Empreiteiro AP
4	Empreiteiro A		Forma Piso dos Sanitários e Copa	21-set	21-set	0	P		2								100%		Empreiteiro AP
5	Empreiteiro A		Concreto das Bases AC1 e AC2	23-set	23-set	0	P					4					100%		Empreiteiro AP
6	Empreiteiro A		Concreto do Piso dos Sanitários e Copa	23-set	23-set	1	P							4			100%		Empreiteiro AP
7	Empreiteiro B		Montagem dos Pilares M1, M2 e M3	20-set	21-set	0	P	4	4								100%		Empreiteiro BP
8	Empreiteiro B		Montagem das tesouras M1, M2 e M3	21-set	23-set	1	P			4	4				5	5	100%		Empreiteiro BP
9	Empreiteiro B		Colocação das terças de cobertura, correntinhas e tirantes	21-set	25-set	3	P					x	x	4	4		50%	5.3	Empreiteiro BP
10	Empreiteiro B		Instalação dos suportes para fixação do cabo-vida	26-set	26-set	1	P									x	0%	5.3	Empreiteiro BP
11	Empreiteiro B		Colocação das telhas de cobertura M1	26-set	26-set	0	P									4	0%	5.3	Empreiteiro BP
12	Empreiteiro C		Colocação da tubulação de esgoto sanitário / copia	21-set	22-set	0	P		3	3							100%		Empreiteiro CP
13	Empreiteiro C		Execução da tubulação principal de esgoto e água potável	21-set	23-set	2	P			x	x	3					100%		Empreiteiro CP
14	Empreiteiro C		Colocação dos kanaflex no piso (Alimentação do Painel de Energia / IDF / Auto-Trafo)	21-set	21-set	0	P		2								100%		Empreiteiro CP
15	Empreiteiro D		Regularização do piso M1, M2 e M3	20-set	20-set	0	P	R									100%		Empreiteiro DP
16	Empreiteiro D		Compactação da sub-base - área do piso	21-set	21-set	0	P		R								100%		Empreiteiro DP
17	Empreiteiro D		Colocação de Brita e Compactação - área do piso	21-set	22-set	1	P			x	R						0%	8.2	Empreiteiro DP
18	Empreiteiro D		Adeno Estacionamento 14 da área - lado noroeste 2/2	20-set	26-set	0	P	T	T	T				T	T		75%	8.2	Empreiteiro DP
19	Empreiteiro E		Colocação de Amadura no Piso M3 e M2 1/2	25-set	25-set	0	P								10		0%	5.3	Empreiteiro EP
20	Empreiteiro E		Concreto do piso M3 e M2 1/2	26-set	26-set	0	P									10	0%	5.3	Empreiteiro EP
				TOTAL			10	12	12	11	4	14	14						
				Empresa			8	8	8	8	0	8	8						
				TERCEIROS			10	12	12	11	4	14	14						
				TOTAL			10	10	13	8	4	5	9						
				Empresa			8	8	8	8	0	8	8						
				TERCEIROS			10	10	13	8	4	5	9						

Fonte: Moura (2008)

Na Figura 21 apresenta-se uma representação do processo de planejamento e controle, desde a definição dos objetivos do empreendimento no planejamento mestre (longo prazo) até a liberação para a produção, no planejamento de comprometimento (curto prazo). A proteção da produção se dá no momento da elaboração dos planos semanais de trabalho, ao se garantir que apenas sejam incluídas tarefas que cumpram com os cinco requisitos de qualidade citados anteriormente.

Figura 21 - Processo de planejamento e proteção da produção



Fonte: Moura (2008)

Ballard (1999) *apud* Moura, C. (2008) afirma que grande parte dos problemas enfrentados no curto prazo pode ser evitada se no médio prazo houver uma boa análise de cada uma das tarefas a serem incluídas no planejamento de comprometimento, de forma a realizar planos que cumpram os cinco requisitos da qualidade.

Segundo Ballard & Howell (1998) *apud* Moura, C. (2008), o planejamento de comprometimento tem o papel de buscar o comprometimento das equipes operacionais, através da participação de um representante de cada uma delas na reunião semanal de planejamento. Cada representante pode contribuir para a elaboração do plano através do seu

conhecimento sobre a capacidade da equipe e restrições existentes e, também, através do estabelecimento de um elo de comunicação com os demais trabalhadores.

Ainda de acordo com Ballard & Howell (1998) *apud* Moura, C. (2008), o produto final desse planejamento é uma lista de tarefas a serem realizadas no horizonte de curto prazo, para as quais existe um comprometimento por parte dos representantes das equipes operacionais.

De acordo com Ballard & Howell (1997) *apud* Moura, C. (2008), a eficácia do processo de planejamento é avaliada pelo *PPC* e esse indicador é também uma medida de confiabilidade.

Segundo Koskela (1999) *apud* Moura, C. (2008), além do *PPC*, pode-se obter no controle de curto prazo uma relação de causas de não realização dos pacotes de trabalho, através do rastreamento das causas raiz, as quais retroalimentam o processo de planejamento para que haja uma melhoria contínua do mesmo.

4 CONCLUSÕES

O presente trabalho propôs a integração de dois métodos de gestão para o planejamento e controle de projeto com o intuito de contribuir e propor melhorias para o sistema produtivo da empresa de energias renováveis, responsável por construção, manutenção ou reforma de usinas. Esta integração foi baseada nos conceitos do *Lean Six Sigma* e nos processos da Gestão de Projetos juntamente com a ferramenta *Last Planner System*. A pesquisa foi baseada em estudos bibliográficos. Deste modo, este capítulo discorre sobre as conclusões obtidas e, ao final, propõe recomendações para futuros trabalhos que possam colaborar para esta área de pesquisa.

Realizou-se análises que buscaram analisar o impacto da eficácia do planejamento, medida pelo *PPC*, o principal indicador proveniente do sistema *Last Planner*, no desempenho de empreendimentos em termos de custo e longo prazo.

O objetivo principal deste trabalho foi avaliar a possibilidade de trabalhar a ferramenta *LPS* na gestão de projetos, garantindo o atendimento de prazos e reduzindo desperdícios, de forma a atender os conceitos da metodologia *Lean*.

No decorrer do estudo bibliográfico, nota-se que a metodologia está intrínseca na ferramenta, porém, atualmente a questão de desperdícios ainda acontece com frequência no setor em questão. Pode-se notar que os desperdícios se dão devido ao alto grau de incertezas e mudanças no decorrer do projeto, além de que a ferramenta, muitas vezes, não é utilizada corretamente, aproveitando todas as possibilidades geradas por ela.

A ferramenta permite o planejamento do projeto em seus três níveis, porém, sabe-se que muitas vezes os gestores responsáveis por cada nível não apresentam corretamente as informações ao *Last Planner*, uma vez que dirigem seus esforços as atividades em execução e não ao planejamento delas.

Portanto, é necessário que haja uma mobilização para o acompanhamento correto das atividades, a fim de reduzir e evitar desperdícios.

Embora o *LPS* tenha sido desenvolvido para apoiar o controle de produção, atualmente o sistema é altamente difundido e aplica-se em gestão de projetos e busca detectar desvios antes da execução das atividades, evitando atrasos e lidando com incertezas associadas.

No entanto, pode-se notar também, que não há uma granularidade ideal generalizada, a melhor granularidade é aquela que permite a equipe gerenciar e reportar corretamente o

andamento do projeto. O reporte ideal é aquele que apresenta os dados do *LPS*, uma vez que são os dados mais próximos da realidade, visto que tem seu planejamento feito em todos os níveis e deve ser realizado com o auxílio de colaboradores de obra.

Conclui-se, portanto, que o *Last Planner System* é a ferramenta mais ampla e mais completa, capaz de gerenciar o projeto como um todo, principalmente o tempo, e permite a elaboração de relatórios de informe completos e realistas. A ferramenta ainda permite análise de causa-raiz de atrasos, solução e previsões de impactos e dificuldades.

4.1 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Sugere-se, por fim, que seja feito estudos futuros com a aplicação do conceito correto e analisando onde está a maior dificuldade das organizações na utilização da ferramenta, podendo comparar a efetividade da mesma de acordo com a forma de aplicação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J. R. **Metodologia *Lean Six Sigma* para o aumento da produtividade: um estudo de caso em uma empresa do setor hidráulico**. 2017. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Guaratinguetá. 2017.

Artigonal - Diretório de Artigos Gratuitos. (25 de Abril de 2009). Obtido em 5 de Maio de 2011, de Artigonal - Diretório de Artigos Gratuitos: www.artigonal.com

BERNARDES, M. M. S. **Planejamento e Controle da Produção para empresas da construção civil**. Rio de Janeiro, LTC. 2003, 190p

BORTOLAZZA, R. C. **Contribuições para a Coleta e a Análise de Indicadores de Planejamento e Controle da Produção na Construção Civil**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

CARDIM, R. F.; GRANJA, A. D. **Proposta de PCP com base no método da corrente crítica e do Last Planner System**. 2011. Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção. Belém-Pará. 2011.

COELHO, H.O. **Diretrizes e requisitos para o planejamento e controle da produção em nível de médio prazo na construção civil**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

CORREA, Sônia Maria Barros Barbosa. **Probabilidade e estatística**. 2ª edição. Belo Horizonte. Puc Minas. 2003. 116 p.

COSTA, I.; GUIMARÃES, N. **Gerenciamento do tempo em projetos**. 2014. Doctum – Caratinga. 2014

DOMINGUES, João Pedro Diogo. **Aplicação de ferramentas *lean* e *seis sigma* numa indústria de sistemas de fixação**. 2013. 183 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial). Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa. Lisboa. 2013.

DRICKHAMER, D. (Março 2005). The Kanban E-volution. Material Handling Management, 24-26.

ECKES, George. **“The Six Sigma Revolution”**. 4ª ed. Elsevier. 2001.

ENGELMANN, H.; GEHBAUER, F.; STEFFEK, P. **Software Agents To Support Decision Making in Design and Execution Planning**. In: 16 Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Anais...2008

FEIGENBAUM, A.V. **Total quality control**. Nova York: Mcgraw-Hill, 1983.

FERNANDES, H. V. **Lean Six Sigma: Estudo do Potencial de Implantação na Xérox - Unidade Industrial Nordeste**. 2005. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Bahia. Salvador. 2005.

FILHO, A. T. **O Desafio de Gerenciar Prazos em Projetos**. n. 59, p. 305-311, Out./Nov./Dez. 2009.

GALVANI, Luis Ricardo. **Análise comparativa da aplicação do programa seis sigma em processos de manufatura e serviços**. 2010. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos. 2010.

GEHBAUER, F. **Lean Organization: Exploring Extended Potentials of the Last Planner System**. Proceedings IGLC-16, p. 3–13, 2008.

GEORGE, M. **Lean Seis Sigma para Serviços: Como Utilizar Velocidade Lean e Qualidade Seis Sigmas para Melhorar Serviços e Transações**. São Paulo. 2004.

GRENHO, L. F. S. **Last-Planner System e Just-in-Time na Construção**. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, 2009, 126p.

HAMZEH, F. R.; BALLARD, G.; TOMMELEIN, I. D. **Improving construction work flow -The connective role of lookahead planning**. Proceedings of IGLC16: 16th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, p. 635–646, 2008.

HUBER, B.; REISER, P. **The marriage of CPM and lean construction**. Annual Conference International Group for Lean Construction (IGLC-11), 2003.

Imai, M. (2008). KAIZEN Institute. Obtido em 4 de Dezembro de 2010, de KAIZEN Institute: www.kaizen.com.

JIMÉNEZ, P. C.; BOTERO, L. F. B. **Implementación del sistema de planeación y control “Last Planner” en el tramo 2B del corredor parcial de envigado para mejorar la confiabilidad y reducir la incertidumbre en la construcción**. [s.l.] Tesis (Maestría en ingeniería - énfasis gestión de la construcción), Universidad EAFIT, Medellín. Colombia. 2012.

JONES, D.T. **Heijunka: Leveling Production. Manufacturing Engineering**. Agosto/2006.

KENLEY, R.; SEPPANEN, O. **Location-Based Management for Construction: planning, scheduling and control**. Abingdon: Spon, 2010.

KOSKELA, L. **Management of production in construction: A theoretical view**. International Group for Lean Construction, v. 7, p. 241–252, 1999.

KOSKELA, L. J.; STRATTON, R e KOSKENVESKA, A. **Last planner and critical chain in construction management: comparative analysis**. 18th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 14-16 July 2010, Haifa, Israel.

LAUFER, A. **Essentials of Project planning: owner 's perspective**. **Construction management and economics: ASCE**. v. 6, n. 2, p. 1990, 1990.

LIKER, J. **The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer**. New York: McGraw-Hill. 1ª edição. 2014.

Macomber, Hal e Howell, Gregory A. (2003). **Linguistic Action: Contributing to the Theory of Lean Construction**. Proceedings of the 11th International Group for Lean Construction Annual Conference (IGLC11), Blacksburg, EUA.

MALTONI, V. (23 de Julho de 2009). **Conversation Agent**. Obtido em 5 de Maio de 2011, de Conversation Agent: www.conversationagent.com

MATTOS, A. D. **Planejamento e Controle de Obras**. São Paulo, SP. Ed. Pini, 2010.

MOREIRA, Sonia Patrícia da Silva. **Aplicação das ferramentas Lean: caso de estudo**. 2011. 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Lisboa. 2011.

MOURA, C. B. **Avaliação do Impacto do Sistema Last Planner no Desempenho de Empreendimentos da Construção Civil**. 2008. 170 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008

NASCIMENTO, C. A. D. **Gerenciamento de Prazos: Uma Revisão Crítica das Técnicas em Uso em Empreendimentos em Regime de EPC**. 2007. Dissertação – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

NOVASKI, O., SUGAI, M., & MCINTOSH, R. I. (2007). **Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso**. *Gestão de Produção*. 323-335.

OLIVIERI, H.; GRANJA, A. D. **Integração de sistemas de planejamento e controle da produção para empreendimentos da construção civil**. Tese: (Doutorado em Engenharia Civil) Programa de pós-graduação faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

OLIVIERI, H.; GRANJA, A. D.; PICCHI, F. A. **Planejamento tradicional, Location-Based Management System e Last Planner System: um modelo integrado**. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 265-283, jan./mar. 2016.

PANDE, P. Holpp L. **What is six sigma? Milwaukee**. ASQ Quality Press. 2001

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **PMBOK, A Guide to the Project Management Body of Knowledge**. 5. Ed. Pennsylvania, EUA. 2013.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **PMBOK, A Guide to the Project Management Body of Knowledge**. 5. Ed. Pennsylvania, EUA. 2014.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **PMBOK, A Guide to the Project Management Body of Knowledge**. 6. Ed. Pennsylvania, EUA. 2017.

REIS, Delmar Alfredo Flemming dos. **Seis sigma: um estudo aplicado ao setor eletrônico**. 2003. 127 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

REIS, Diogo Alves de F. **Cultura e Afetividade: Um Estudo da Influência dos Processos de Enculturação e Aculturação Matemática na Dimensão Afetiva dos Alunos**. 2008. Dissertação (Pós-Graduação em Educação: Conhecimento e Inclusão Social). Faculdade de Educação UFMG. Minas Gerais. 2008.

RODRIGUEZ, Lady. **Diretrizes para a implementação do Last Planner System – Uma conexão entre o planejamento de longo e curto prazo**. 2018. Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2018.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SEARS, S. K. et al. **Construction project management**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2015.

SERPELL, A.; ALARCÓN, L. F. **Planificación y Control de Proyectos**. Ediciones Universidad Católica de Chile, 2001.

SHENJUN, Q; LIEYUN, D; HANBIN, L. “**Study on Integration and Management System of Schedule**.” Information Technology and Applications (IFITA), International Forum on. IEEE, 2010, pp. 237-240

SHINGO, S. (1985). **A revolution in manufacturing: The SMED System**. Productivity Press.

SLACK, Nigel; BRANDON-JONES, Alistair; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 4. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2015.

SUZAKI, K., 2010. **Gestão de Operações Lean: Metodologias Kaizen para a Melhoria Contínua**. 1ª edição. Mansores: LeanOp.

VILLAS-BÔAS, B.T. **Modelagem de um programa computacional para o sistema Last Planner de planejamento**. Dissertação de mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

VRIJHOEF, R.; KOSKELA, L.; HOWELL, G. **Understanding construction supply chains: na alternative interpretation.** Annual conferencen of the international group for lean construction, 9. Anais...Singapore: 2001

WOMACK, James P; JONES, Daniel T. **Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation.** Nova York: Free Press, A Division Of Simon & Schuster, Inc, 2003. 396p.

ZU, X., FREDENDALL, L. D., & Douglas, T. J. (2008). **The evolving theory of quality management - The role of Six Sigma.** Journal of Operations Management, 630-650

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS

Cash in	Entrada de dinheiro
Cash out	Saída de dinheiro
Lean	Produção enxuta, sistema que visa reduzir desperdícios
Six Sigma	Sistema que visa otimização do processo e redução de defeitos
DMAIC	Ferramenta de aplicação do Lean
PDCA	Ferramenta de aplicação do Six Sigma
Lookahead	Processo de visualizar e planejar 6 semanas a frente