



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – UFOP
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE CONTROLE E
AUTOMAÇÃO E TÉCNICAS FUNDAMENTAIS



GEMÍRSON DE PAULA DOS REIS

***LEAN MANUFACTURING* APLICADO À GESTÃO DA
MANUTENÇÃO: ESTUDO DE MÚLTIPLOS CASOS**

OURO PRETO - MG

2016

GEMÍRSON DE PAULA DOS RES
gepareis@gmail.com

***LEAN MANUFACTURING* APLICADO À GESTÃO DA
MANUTENÇÃO: ESTUDO DE MÚLTIPLOS CASOS**

Monografia apresentada ao Curso de
Graduação em Engenharia Mecânica
da Universidade Federal de Ouro
Preto como requisito para a obtenção
do título de Engenheiro Mecânico.

Professora orientadora: Dsc. Zirlene Alves dos Santos Silva

OURO PRETO – MG

2016

R.3751 Reis, Gemirson de Paula dos.
Lean Manufacturing aplicado à gestão da manutenção: estudo de múltiplos casos [manuscrito] / Gemirson de Paula dos Reis. - 2016.

82f.: il.: color; grafis; tabs.

Orientador: Prof. Dr. Zirlene Alves dos Santos Silva.

Monografia (Graduação). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Departamento de Engenharia de Controle e Automação e Técnicas Fundamentais.

1. Produção enxuta. 2. Administração - Manutenção. 3. Resíduos industriais. I. Alves dos Santos Silva, Zirlene. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU: 681.5

Catálogo: ficha@sisbin.ufop.br

ATA DA DEFESA

Aos 19 dias do mês de Maio de 2016, às 17h 15min, na sala, localizada na Escola de Minas – Campus - UFOP, foi realizada a defesa de Monografia do aluno **Gemirson de Paula dos Reis**, sendo a comissão examinadora constituída pelos professores: DSc. Zirlene Alves da Silva Santos, DSc. Washington Luís Vieira da Silva, Samantha Rodrigues de Araújo, O candidato (a) apresentou o trabalho intitulado: “**Lean Manufacturing aplicado à Gestão da Manutenção: Estudo de Múltiplos Casos**”, sob orientação da Profª. DSc. Zirlene Alves da Silva Santos. Após as observações dos avaliadores, em comum acordo, os presentes consideram o aluno aprovado com a nota/conceito 8,0.

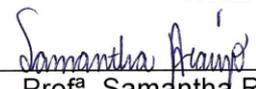
Ouro Preto, 19 de maio de 2016.



Profª. DSc. Zirlene Alves da Silva Santos
Orientador



Prof. DSc. Washington Luís Vieira da Silva
Avaliador 1



Profª. Samantha Rodrigues de Araújo
Avalidador 2



Gemirson de Paula dos Reis
Aluno(a)

RESUMO

Inspirado no Sistema Toyota de Produção (STP) que promoveu a produção em escala de carros com qualidade, através da qualificação da mão de obra, redução de estoques, custos, desperdícios, falhas, a manufatura enxuta ou *Lean Manufacturing* é utilizada para a eliminação dos desperdícios gerados nos processos produtivos e de manutenção, a fim de promover a melhoria contínua. O presente trabalho tem como objetivo analisar qual é a contribuição do *Lean Manufacturing* aplicado à gestão da manutenção nos anos de 2012 até 2015. A pesquisa possui abordagem qualitativa, exploratória, comparativa e utiliza o estado de conhecimento com estudo de múltiplos casos. Os resultados alcançados com a pesquisa demonstram que o *Lean Manufacturing* aplicado aos processos de gestão da manutenção de 2012 até 2015 propiciou melhores ritmos de trabalho com o nivelamento dos serviços de manutenção; redução dos estoques; redução dos desperdícios; redução das paradas não programadas para manutenção; ganhos de produtividade; ganhos econômicos; melhor capacitação, elevação da motivação e satisfação dos funcionários, que representam fatores principais para promover a melhoria contínua nas empresas.

Palavras-chave: *Lean Manufacturing*, gestão da manutenção, desperdícios.

ABSTRACT

Inspired by the Toyota Production System (TPS), which promoted large scale car production with quality through the workforce qualification; and inventory, costs, waste and failure, Lean Manufacturing is used for the waste generated elimination in production processes and maintenance in order to promote continuous improvement. This study aims to analyze what is the Lean Manufacturing contribution applied to the maintenance management from 2012 to 2015 years. The research has qualitative, exploratory, comparative approach and uses the state of knowledge with multiple case studies. The results achieved with the research show that the Lean Manufacturing applied in the maintenance management processes from 2012 to 2015 years, provide the best work rates with the leveling maintenance services; inventory reductions ; waste reductions; reduction of unscheduled stoppages maintenance; productivity gains; economic gains; better training, motivation and increase employee satisfaction, which represent key success factors to promote continuous improvement in business.

Keywords: Lean Manufacturing, maintenance management, waste.

AGRADECIMENTO

Meus agradecimentos aos meus pais que sempre me apoiaram com muito amor auxiliaram as minhas escolhas.

Aos meus familiares, amigos do bairro Piedade, Ouro Preto, IFMG, UFOP, que sempre presentes, colaboraram com momentos importantes de aprendizado e empoderamento social.

Aos Selvagens Punk Rock pela amizade, pelos rocks!

Aos amigos do GESFRAMP, pelos estudos, amizade e festa. Fico muito feliz em tê-los comigo. Vida longa ao GESFRAMP!

Agradeço a professora Dra. Zirlene Alves dos Santos Silva pela orientação, paciência e oportunidades na carreira.

À Universidade Federal de Ouro Preto, que me proporcionou todo conhecimento e aprendizado por anos de estudos e dedicação.

À Escola de Minas pelos ensinamentos em engenharia.

À Fundação Gorceix pelo apoio acadêmico.

“Os sete pecados capitais responsáveis pelas injustiças sociais são: riqueza sem trabalho; prazeres sem escrúpulos; conhecimento sem sabedoria; comércio sem moral; política sem idealismo; religião sem sacrifício e ciência sem humanismo”.

Mahatma Gandhi

“Trabalhadores do mundo, uni-vos”!

Karl Marx

LISTA DE SÍMBOLOS

STP – Sistema Toyota de Produção

MPT – Manutenção Produtiva Total

PCM – Planejamento e Controle da Manutenção

GQT – Gestão pela Qualidade Total

JIT – *Just in Time*

Tkt – *Takt Time*

TOL – Tempo Operacional Líquido

DC – Demanda do Cliente

P – Período de Turnos

OEE – Eficiência Global de Equipamento

OTE – *Overall Team Effectiveness*

OS – Ordens de Serviços

TRF – Troca Rápida de Ferramenta

STR – Sistema de Troca Rápida

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura 1: Gráfico de tarefas demandas para manutenção</u>	32
<u>Figura 2: Mapa de Valor de Tempo Geral</u>	32
<u>Figura 3: Eficiência da equipe mecânica</u>	42
<u>Figura 4: Estratificação dos eventos</u>	43
<u>Figura 5: Acompanhamento mensal da equipe</u>	43
<u>Figura 6: Qualidade apresentada pela equipe mecânica</u>	44
<u>Figura 7: Eficiência Global de Equipe</u>	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Atividades representadas no Mapa de Valor de Tempo Geral	33
Tabela 2: Lista de habilidades enxutas observadas	56
Tabela 3: Variáveis e indicadores do <i>Lean Manufacturing</i>	60
Tabela 4: Aplicação do Kaizen no decorrer dos últimos anos	61
Tabela 5: Aplicação observada do 5S no decorrer dos últimos anos	65
Tabela 6: Aplicação observada do <i>just in time</i> no decorrer dos últimos anos	68
Tabela 7: Aplicação observada do <i>Kanban</i> observada nos últimos anos	68
Tabela 8: Aplicação observada do Nivelamento no decorrer dos anos	69
Tabela 9: Aplicação observada do <i>Lean Manufacturing</i> no decorrer dos anos	70

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Formulação do Problema	11
1.2	Justificativa	13
1.3	Objetivos	14
1.3.1	Geral	14
1.3.2	Específicos	14
1.4	Estrutura do Trabalho	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1	Manutenção.....	16
2.1.1	Tipos de manutenção	16
2.2	Gestão da manutenção	18
2.2.1	Engenharia de manutenção	20
2.2.2	Qualidade na manutenção	20
2.3	<i>Lean Manufacturing</i> e o Pensamento Enxuto.....	21
2.3.1	Melhoria contínua – Kaizen	23
2.3.2	Método 5S	24
2.3.3	Just in time - JIT.....	25
2.3.4	Produção puxada – <i>Kanban</i>	27
2.3.5	Nivelamento – <i>Heijunka</i>	28
2.3.6	Automação – <i>Jidoka</i>	29
2.4	Manutenção produtiva total	30
2.5	<i>Lean Manufacturing</i> aplicado à gestão da manutenção de 2012 até 2015	31
3	Metodologia	58
3.1	Tipo de pesquisa	58

3.2	Materiais e métodos	59
3.3	Variáveis e indicadores	59
3.4	Considerações finais	60
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
5	CONCLUSÃO	76
6	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	78
7	BIBLIOGRAFIA.....	79

1 INTRODUÇÃO

1.1 Formulação do Problema

Visando combater cada vez mais os desperdícios gerados nos processos produtivos e de manutenção, a fim de promover a melhoria contínua, a manufatura enxuta ou *Lean Manufacturing* é utilizada em várias empresas no mundo, destacando organizações de grande porte, como a Toyota, que colabora para a difusão do conhecimento da filosofia de produção enxuta.

De acordo com Brito (1999), após o advento do modelo Fordista de produção em massa, idealizado por Henry Ford em 1913, que contribuiu para redução de custo do produto final em até 2/3 para o carro modelo T, aumentou também a capacidade produtiva para dois milhões de veículos por ano, enquanto a média para cada fabricante era de 1000 unidades através do modelo de produção artesanal em 1920. O modelo Toyota de manufatura surgiu como uma nova proposta gerencial ao sistema de produção em massa de Ford.

Para Zawislak *apud* Brito (1999), no século XX, em meados dos anos 50, surge no Japão o Sistema Toyota de Produção (STP) ou *Lean Manufacturing* criado e desenvolvido por Eiji Toyoda. Este observou o processo de produção de Ford e no decorrer de seus estudos Eiji implantou o sistema de manufatura enxuta em sua empresa, o qual visava agregar valor ao bem produzido através da qualificação da mão de obra, redução dos estoques, dos desperdícios e do tempo de elaboração do artefato, contribuindo para reduzir o custo do produto em relação ao modelo de produção em massa.

Para Santos *et al* (2009, p.8 e p.9):

“A fabricação enxuta é sistemática de eliminação de desperdícios, definida no modelo de produção da Toyota, e que está apoiada em filosofias destacadas como *just in time*, *kaizen* (melhorias contínuas) e *jidoka* (autonomação)”.

O STP tem aplicação em diversos setores de uma organização, como exemplo no setor de manutenção das empresas. Para Xenus (1998), as atividades de manutenção resultam de

ações que visam prevenir ou corrigir anomalias ou falhas detectadas nos equipamentos pelas equipes de manutenção.

Para Bazi (2014), a elevação da qualidade contribui para redução dos custos com a manutenção. Nesse contexto, a expectativa de desenvolvimento de novos métodos na manutenção visa à redução dos custos, que segundo Verri (2007) e Xenus (2004), variam em média de 2 a 8% em relação ao faturamento das empresas.

De acordo com Xenus (1998), além de manter o bom funcionamento dos equipamentos, uma boa manutenção deve garantir uma melhoria do equipamento, da operação, desempenho e confiabilidade. Com isso, alterações de projeto bem como adequações no sistema de gestão colaboram para redução de custo, aumentam a qualidade e capacidade de produção.

Com base na abordagem de Xenus (1998) é possível refletir que uma melhor capacidade de produção poderá ser alcançada através da maior participação dos funcionários (operadores, engenheiros etc.), que deverão receber treinamentos sobre o funcionamento dos equipamentos e a importância da metodologia implantada no setor de produção. Com isso, a organização poderá alcançar melhores índices de eficiência na manutenção, onde os participantes das equipes de trabalho poderão interagir uns com os outros propondo soluções para as falhas encontradas, prevenindo nova ocorrência.

Segundo Brito (1999), com o desenvolvimento da produção enxuta houve aumento da participação dos trabalhadores nas equipes de trabalho. A rotação de atividades e estímulo à interferência direta, realização de pequenos reparos ou procedimentos de manutenção, e o operador sugerindo melhorias tornaram o funcionário mais motivado. Este comportamento auxilia o gerenciamento das operações tornando os funcionários de todos os níveis mais engajados na realização da manutenção, bem como promovendo a melhoria contínua através das ferramentas utilizadas pela empresa.

De acordo com Ferreira (2004), o envolvimento das equipes de trabalho, com respeito mútuo, quanto às diferentes opiniões junto com a manutenção enxuta, é fundamentado pela manutenção produtiva total (MPT), que visa uma maior eficiência dos processos de manutenção o “quebrar zero” ou “zero defeito” dos equipamentos através da prevenção dos danos.

Ferreira (2004) diz que o alcance da eficiência do processo de manutenção só será possível se a empresa dispuser da metodologia de planejamento e controle da manutenção (PCM) que se constitui em planejar, prover materiais e sobressalentes, programar, coordenar e controlar serviços que, em sua maioria, incluem a inspeção, manutenção preditiva e preventiva.

O trabalho busca avaliar qual é a contribuição do *Lean Manufacturing*, e suas ferramentas, aplicado à gestão da manutenção para múltiplos estudos de caso.

Diante do contexto apresentado surge o problema da pesquisa: **Qual a contribuição do *Lean Manufacturing* aplicado à gestão da manutenção?**

1.2 Justificativa

Com a crescente escassez de recursos e a necessidade de aperfeiçoar os processos de manutenção, busca-se planejar e melhorar as atividades visando obter um produto de qualidade satisfazendo os clientes e os colaboradores da empresa.

Para Brito (1999), o STP visa a cooperação e envolvimento dos vários níveis da empresa para resolução de problemas, planejando as atividades de reparo ou melhoria detalhadamente, analisando e corrigindo as falhas, tão logo elas ocorram, contribui para o desenvolvimento do *Lean Manufacturing* para alcançar uma manutenção de qualidade.

Segundo Xenus (1998), nota-se que normalmente as empresas entram em um ciclo vicioso de falhas, onde somente ações corretivas são aplicadas pelas equipes de manutenção, sejam por falta de planejamento adequado ou por falta de tempo disponível, recursos pessoais ou financeiros. Com isso, as falhas encontradas necessitam não somente de correção, mas de posteriores medidas investigativas que possibilitem a determinação da causa raiz para promover ações que bloqueiem uma nova ocorrência da falha estudada.

A eliminação do ciclo vicioso conforme Xenus (1998), a definição do melhor momento de parada, com padrões bem definidos, pela equipe de manutenção, possibilita que o bom gerenciamento da manufatura enxuta melhore a competitividade, qualidade, redução do

tempo de manutenção, no atendimento a padrões definidos, segurança para os trabalhadores e satisfação do cliente.

Para Nascimento (2014), quanto mais eficiente é o planejamento e a programação de uma manutenção, menores serão os índices de retrabalho e de manutenções não programadas.

Portanto, o trabalho visa colaborar, via estado do conhecimento, na reflexão e compreensão do quanto o *Lean Manufacturing* é aplicável na gestão da manutenção.

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral

Analisar por meio do estado do conhecimento, a contribuição do *Lean Manufacturing* aplicado à gestão da manutenção nos anos de 2012 até 2015.

1.3.2 Específicos

- Realizar pesquisa bibliográfica acerca da importância do planejamento, gestão da manutenção, controle da manutenção, manutenção produtiva total, qualidade e do *Lean Manufacturing* na gestão da manutenção;
- Identificar pesquisas realizadas acerca do *Lean Manufacturing* aplicado à gestão da manutenção nos anos de 2012 até 2015;
- Demonstrar por meio da análise comparativa a contribuição do *Lean Manufacturing* no processo de gestão da manutenção.

1.4 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho está organizado em cinco capítulos:

O primeiro capítulo possui caráter introdutório, apresentando a formulação do problema quanto a aplicação do *Lean Manufacturing* à gestão da manutenção, a justificativa do trabalho escolhido, bem como os objetivos gerais, análise do estado do conhecimento, a contribuição do *Lean Manufacturing* aplicado à gestão da manutenção nos anos de 2012 até 2015 e objetivos específicos com a realização de pesquisa bibliográfica, identificação de pesquisas entre os anos de 2012 e 2015, análise de cada pesquisa e comparação da aplicação do tema do trabalho em múltiplos casos estudados.

O segundo capítulo contém a contextualização da manutenção, tipos de manutenção, engenharia de manutenção, qualidade da manutenção, Lean Manufacturing (manufatura enxuta), e ferramentas de melhoria contínua, 5S, JIT, produção puxada, nivelamento, autonomia, gestão da manutenção, manutenção produtiva total e qualidade aplicada à manutenção e estado do conhecimento.

No capítulo três é detalhada a metodologia empregada na pesquisa, onde se expõe como as metodologias do segundo capítulo são aplicadas na indústria.

No capítulo quatro são apresentados e discutidos os resultados.

Por fim, no capítulo cinco são apresentadas as conclusões do trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Manutenção

A manutenção, de acordo com o dicionário Aurélio *apud* Xenus (1998), é definida como medidas necessárias para a conservação de uma condição ou de cuidados técnicos que sejam fundamentais para o funcionamento regular e permanente de motores e máquinas.

A manutenção, segundo Viana (2002), está presente na sociedade humana desde milhares de anos, pois até mesmo uma simples e arcaica ferramenta necessitava dela para manter sua utilização por um tempo maior.

Para Marx (1988), através da manufatura clássica, onde seu início é datado em meados do século XVI até o final do século XVIII, que é caracterizada pela obtenção de produtos via divisão da produção entre vários funcionários, que isoladamente executam suas funções parciais e exclusivas, colaborando, cada um, para uma totalidade chamada produto. Essa nova forma de trabalho possibilitou treinamentos para operações e manutenções mais simples em cada etapa. Com isso, houve um aumento da produtividade, da qualidade dos produtos e o lucro das empresas.

De acordo com Viana (2002), após o advento da Revolução Industrial no final do século XVIII, a sociedade aumentou ano após anos sua capacidade de produção, produzindo equipamentos mais complexos, sofisticados, exigindo cada vez mais o concerto e a conservação dos equipamentos para garantir o bom estado de funcionamento daqueles no sistema produtivo.

2.1.1 Tipos de manutenção

Para atender determinadas demandas ou planejamentos das áreas de produção, a manutenção pode ser apresentada sobre diversas configurações que incluem, basicamente, a corretiva, preventiva, preditiva e autônoma.

Xenus (1998) afirma que a manutenção corretiva ocorre após uma falha, que deve ser estudada para identificar as causas fundamentais bloqueando-as e evitando a reincidência.

Pinto e Xavier (2001) definem a manutenção corretiva como àquela que atua para a correção da falha ou do desempenho menor que o esperado. Além disso, o autor classifica a manutenção corretiva como: não planejada (que corrige a falha de maneira aleatória) e planejada (que é a correção do desempenho para patamar inferior ao esperado).

Segundo Viana (2002), a manutenção corretiva, conhecida no ambiente industrial como “apaga incêndio”, é aquela que atua de forma a corrigir uma falha que inviabiliza ou possa inviabilizar o funcionamento de um instrumento da produção. Como a falha ocorreu de forma aleatória, não programada, aquele tipo de manutenção ocorre de tal sorte a evitar grandes perdas de produção, acidentes ambientais e do trabalho.

Viana (2002) cita que para uma melhor atuação no combate e correção da falha, consiste na disponibilidade de peças de reposição bem como da disposição de todo ferramental adequado ao serviço de manutenção que deve ser organizada previamente para o combate à falha.

Xenus (1998) afirma que a manutenção preventiva é aquela que ocorre periodicamente, via inspeções, reformas e trocas de peças antes da ruptura, falha ou limite de vida do equipamento. Ela deve ser a atividade principal e obrigatória nas empresas, e para o seu sucesso, procedimentos padronizados e treinamentos adequados necessitam ser definidos pelos gestores da manutenção.

Pinto e Xavier (2001) definem a manutenção preventiva como aquela que visa evitar a falha ou queda de rendimento, seguindo planejamento em intervalos definidos de tempo.

Xenus (1998) afirma que a manutenção preditiva visa aperfeiçoar as trocas das peças ou reformas dos componentes da produção. A preditiva, normalmente, é feita de forma mais sofisticada e com auxílio de ferramentas de melhor precisão.

As ferramentas típicas da manutenção preditiva incluem segundo Viana (2002): o ensaio por ultrassom, que identifica defeitos e descontinuidades internas dos materiais; a análise de vibrações, que permite identificar esforços que resultam em fadiga, desgaste e na queda da resistência do material; análise de óleos e lubrificantes que impactam em desgastes;

e por fim via termografia, que realiza sensoriamento remoto de pontos das superfícies que possuem anomalias indesejadas.

Para Xenus (1998), a manutenção autônoma surge com o desenvolvimento da Gestão pela Qualidade Total (GQT), onde o tempo de funcionamento dos equipamentos deve ser cada vez maior. Essa manutenção é caracterizada pela percepção de anomalias de um equipamento durante a produção, onde o operador realiza inspeções visuais, lubrificações e limpezas conforme sua experiência e treinamento. Dessa forma, uma anomalia pode ser identificada rapidamente, colaborando para uma manutenção mais efetiva entre os operadores e gestores da manutenção.

Viana (2002) diz que a manutenção autônoma vale o lema: “Da minha máquina cuido eu”, que o operador utiliza para zelar do maquinário, do qual ele possui responsabilidade direta. Ademais, o operador executa serviços desde limpeza, lubrificação até serviços de análises que visam à melhoria da atividade de manutenção.

Fogliatto (2009) afirma que na medida em que o operador fica mais experiente, na execução da manutenção autônoma, passa a executar tarefas mais complexas, que incluem: melhorias nos equipamentos, evitando a geração de resíduos (sujeiras, cavacos, etc.) que agredem o meio ambiente; elaboração de manuais, padrões e treinamentos para inspeção, limpeza, lubrificação, manuseio e fluxo de materiais, registro de dados.

Todos os tipos manutenções acima devem ser estudados, caso a caso, nas empresas, a fim de identificar qual será o mais eficaz em processos de produção e de manutenção.

2.2 Gestão da manutenção

Nascif (2013), da necessidade de se alcançar resultados cada vez melhores, as funções básicas dos diversos setores das empresas, devem prever a gestão da manutenção eficaz como função estratégica das organizações, pois é responsável pela disponibilidade dos ativos e é de importância na participação do capital das empresas.

Santos (1992), o gerenciamento consiste em alcançar metas. Nascif (2013) diz que gestão é processo de condução simultânea de estabilização da rotina e implementação de me-

lhorias. Neste contexto o planejamento e controle da manutenção (PCM) surge como forma de aplicar a gestão da manutenção.

O planejamento e controle da manutenção segundo Souza (2008), já bastante difundido na Europa e EUA, começou a ganhar destaque no Brasil a partir 1990, para o autor Costa (2013), atualmente, a função manutenção possui a mesma importância da função produção, no sentido de planejar e buscar os objetivos propostos por uma empresa, através da colaboração e interligação dos vários níveis organizacionais, avaliando as criticidades dos processos e propondo procedimentos adequados.

Reis (2009) afirma que o PCM é atividade processual, que visa coordenar de forma eficiente todos os recursos envolvidos na manutenção, de forma a atender as suas principais demandas, mantendo o perfeito funcionamento das máquinas, visando a melhoria dos processos. Além disso, a manutenção exerce a função de informar o desempenho e características do equipamento visando o planejamento da produção, potencializando a capacidade produtiva.

Para Viana (2002), o planejamento e controle da manutenção (PCM) surgem para garantir a confiabilidade e disponibilidade dos ativos a fim de aperfeiçoar os recursos da manutenção, e com no aumento das tecnologias e programas de qualidade, recursos humanos, produtos competitivos e um eficaz plano de manutenção dos ativos de produção são fundamentais para o PCM, que possui o papel de controlar, organizar e melhorar estes recursos, deixando para a manutenção o papel de cuidar dos ativos e instrumentos.

O planejamento, programação e controle, para Filho *apud* Souza (2008), possuem procedimentos que se seguem em: definição de cronograma quanto à organização dos serviços, tarefas, operações; definição das técnicas, ferramentas adequadas bem como a disponibilidade dos mesmos; definição dos responsáveis pelos serviços planejados. Ademais, a programação visa estabelecer as datas de início e término das atividades, identificando os responsáveis pelo projeto e suas etapas bem como determinar atuação de especialistas no projeto.

Para Filho *apud* Souza (2008), conforme os autores supracitados indicam o controle deve seguir as diretrizes que incluem: confrontar e calcular os resultados obtidos com os planejados; definir a documentação técnica e dos custos; mapear máquinas e equipamentos obsoletos.

2.2.1 Engenharia de manutenção

A engenharia de manutenção surge como alternativa, focada e especializada, na resolução de falhas, para Viana (2002) surge através da aplicação de conhecimentos técnicos e empíricos, para solucionar problemas encontrados nos processos e equipamentos. Além disso, busca-se, na melhoria contínua da manutenibilidade da maquinaria, aumento da produtividade, eliminação da insegurança no trabalho bem como evitar a poluição ao meio ambiente.

Mobley (2008) indicam que por ser estratégica, a engenharia de manutenção tem como objetivo: alcançar e sustentar uma confiabilidade nas atividades de execução; monitorar e avaliar o desempenho dos ativos considerando seus ciclos de vida; gerir os custos inerentes à manutenção.

Para Mobley (2008) as responsabilidades, ainda incluem: a definição dos planos de manutenção para instalações; identificação e análises das falhas a fim de promover a melhoria contínua da planta; implementação das técnicas de manutenções padronizadas.

2.2.2 Qualidade na manutenção

Juran (1990) cita a função qualidade como o conjunto das atividades que visa à adequação ao uso, não importando em que parte da organização essas atividades são executadas.

Para Deming (1990), a qualidade implica em atender as necessidades dos clientes de modo a não representar luxo, onde as expectativas dos clientes podem gerar a um produto ou serviço a perspectiva de valor, que consiste na combinação de qualidade, entrega e custo.

Para Ferreira (2004), a qualidade é condição de algo que as distingue das outras e determina sua natureza, representa superioridade, excelência de algo. Além disso, a qualidade pode ser entendida como um produto ou serviço que possui características tais que atendem às expectativas das pessoas.

Xenus (1998) relata que quanto maior a qualidade sentida pelo cliente, tempo de entrega cumprido adequadamente e menores valores de custo, maior será o valor atribuído ao serviço, que é foco da manutenção, ou produto. Além da qualidade, entrega e custo, a qualidade total possui em suas dimensões o moral, que visa atingir os empregados com oportunidade de melhor remuneração e melhor ambiente de trabalho, e a segurança, que visa o não ocorrer de acidentes aos clientes externos, internos e empregados de uma organização.

Xenus (1998) diz que com o desafio de atender as demandas da produção, a gestão da qualidade total visa garantir a sobrevivência da empresa via elaboração de bens e serviços adequados aos objetivos de qualidade da empresa, a fim de que todas as partes administrativas da empresa, planejamento, compras, vendas, manutenção, assistência técnica, etc., possam trabalhar em coordenação para que o sucesso atinja a todos os setores. E nesse contexto, a manutenção tem influência significativa nos impactos, que incluem: custos, rotina e qualidade na empresa.

Xenus (1998) explica que para atingir uma boa gestão da manutenção alguns princípios básicos necessitam ser obedecidos que são: atender os anseios dos clientes; conhecer bem empresa e seus objetivos; tomar decisões baseadas em prioridades; executar contramedidas visando, não mais, sua reincidência; sair do escritório e observar os problemas inerentes ao processo produtivo; atuar preventivamente e ter a noção de que a qualidade se faz durante o processo; na ocorrência de uma falha, atuar imediatamente contra ela; respeitar os colegas de trabalho como seres humanos promovendo um ambiente agradável para todos.

2.3 *Lean Manufacturing* e o Pensamento Enxuto

O *Lean Manufacturing* (manufatura enxuta) surge do desenvolvimento da manufatura clássica no Século XI apontados por Marx (1988), e até os dias atuais muitos processos e atividades de manutenção foram aperfeiçoados com a utilização de diversas metodologias e ferramentas. Incluem-se nesse contexto, destacadamente, a filosofia da melhoria contínua – *Kaizen*, 5S, as ferramentas *just in time* – JIT, produção *Kanban*, nivelamento – *Heijunka*, automação – *Jidoka*. Todos os exemplos citados serão abordados nos próximos capítulos do trabalho.

Para Ohno (1997), o *Lean Manufacturing* visa eliminar todas as atividades, que demandam tempo, custo e que não agregam valor ao produto. Ohno (1997) ainda diz que todo desperdício é o sintoma e não a causa raiz do problema. Ademais, na manufatura enxuta devem-se eliminar desperdícios e manter empregos. A manutenção dos empregos garante a melhoria contínua, proporciona a troca de experiências entre os funcionários, que se desenvolvem à medida que interagem com o meio produtivo.

Segundo Santos (2009), a manufatura enxuta surge como uma forma de identificar e eliminar desperdícios inerentes ao processo produtivo. Busca-se, então, como o próprio autor destaca o corte do excesso “gordura” das atividades de produção. Nesse contexto, segundo Slack; Chambers; Johnston *apud* Ferraz (2006) destacam-se sete desperdícios que são:

a) superprodução: consiste em se fabricar excessivamente ou em tempo muito anterior ao necessário, gerando grandes estoques. Como consequência, na produção de grandes lotes, os defeitos não são detectados de forma imediata;

b) espera: inclui o tempo ocioso dos trabalhadores em executar uma tarefa, uma peça que demora a chegar ou entrar em uma linha de produção/manutenção, que poderá aumentar o tempo de processamento da mesma devido a não coordenação das informações a fim de que elas possam chegar aos interessados no momento exato e com o devido detalhamento;

c) transporte: é dito quando a movimentação das pessoas e peças está exagerada, ou seja, quando as melhores rotas, as mais curtas, e de menor tempo não foram contempladas. Espera-se que, uma avaliação da planta de uma empresa seja feita como forma de planejar um transporte mais eficiente, que não gere perda de combustível e tempos ociosos de pessoas e peças;

d) processamento: ocorre naturalmente nas linhas de produção ou de manutenção, caso os procedimentos e escolha de peças para reparo e produção não forem adequados;

e) movimento: implica no deslocamento maior, que não agrega valor a empresa, do que o necessário do trabalhador ou de máquinas. Por vezes, um ambiente de trabalho desorganizado obriga ao trabalhador perder tempo e energia para executar sua função devido aos deslocamentos feitos dessa maneira errada (demorada);

f) produzir itens/produtos defeituosos: contribui para perda de valor na empresa. Com isso, o tempo de preparação do item defeituoso poderá implicar em prejuízos milionários em uma empresa. Entende-se que, um serviço mal executado poderá gerar falhas ao processo incorrendo em paradas inesperadas na produção;

g) estoque: se dá quanto há armazenamento excessivo de matéria-prima e de produtos, o que gera um aumento do custo de manutenção dos mesmos. Além disso, o espaço ocupado por esses itens em excesso poderia ser utilizado para outros fins que pudessem gerar valor à empresa.

2.3.1 Melhoria contínua – Kaizen

Segundo Ferreira (2004) e Imai (1988), kaizen é interpretado como a melhoria contínua do homem, no lar, na vida social, tanto quanto na melhoria nos processos de produção, manutenção e administrativos. No local de trabalho, significa melhoria contínua envolvendo a todos, desde gerentes até funcionários, que deverão trabalhar de forma cooperativa entre ambos.

Para Bessant (2001), o desenvolvimento da melhoria contínua pode ser atingido gradualmente, o qual pode ser resumido nas seguintes etapas:

- compreender os conceitos de melhoria contínua, articulando seus valores básicos;
- desenvolver o "hábito" da melhoria contínua, por meio do envolvimento das pessoas e da utilização de ferramentas e técnicas adequadas;
- criar um foco, meta para a melhoria contínua pela sua ligação com os objetivos estratégicos da empresa;
- aprender direta e indiretamente a criar procedimentos que sustentem a melhoria contínua;
- alinhar a melhoria contínua por meio da criação de uma relação consistente entre os valores e procedimentos com o contexto organizacional;
- implementar ações voltadas para a resolução de problemas;

- administrar estrategicamente a melhoria contínua promovendo seu aprimoramento;
- desenvolver a capacidade de aprendizado de como fazer a melhoria contínua em todos os níveis e funções da organização.

A melhoria contínua para Santos (2009) é baseada na colaboração de todos os funcionários da empresa. Essa metodologia ganhou destaque após os japoneses desenvolvê-la, à qual se deu o nome de *Kaizen*, que visa atingir a melhoria via revolução do trabalho e/ou através de pequenos benefícios diários que contribui para um todo.

Santos (2009) argumenta que para prover a melhoria contínua da produtividade, qualidade, custo e tempo, uma organização necessita conhecer muito bem as raízes de seus problemas, para então, promover medidas de sua eliminação, apontando novos patamares para o alcance das metas e objetivos planejados pela empresa.

Wormack *apud* Oliveira (2015) dizem que a melhoria contínua, seguida da habilidade e flexibilidade para inovar contribui para a sobrevivência das organizações garantindo maior competitividade, qualidade e produtividade.

2.3.2 Método 5S

O método 5S, desenvolvido a partir dos anos 60, no Japão, surge como a base da qualidade total, o 5S visa organização do ambiente de trabalho, eliminação de desperdícios e se divide em cinco passos, segundo Ferreira (2004), iniciados com a letra S em japonês:

1º) *Seiri* (descarte): faça uso daquilo que a equipe julgar necessário para a realização de uma atividade, descartando aquilo que prejudica a locomoção, que ocupa estoque e não agrega valor. A tomada de decisão do que pode ser descartado ou não, deve ser feita pela equipe de trabalho em conjunto com outros setores, que poderão fazer uso de algum item com tendência ao descarte. Ademais, o *Seiri* reduz os estoques e gastos para a sua manutenção; facilita o transporte na empresa; evita compras duplicadas de ferramental e equipamentos; aumenta o retorno do capital investido em menor tempo.

2º) *Seiton* (arrumação): cada peça, documento possui seu devido lugar. Nota-se que, o ambiente de trabalho organizado aperfeiçoa a execução de uma tarefa, reduz o tempo de

transporte e procura por determinado item. Uma dada ferramenta deve está mais próxima e devidamente identifica para o operador executar suas tarefas, e para cada tipo de atividade de manutenção feito pelo trabalhador, implicará em redução das perdas com deslocamentos desnecessários.

3º) *Seiso* (limpeza): o ambiente limpo gera boa imagem para empresa, possibilita a identificação de problemas, visualmente, em equipamentos, aumento da produtividade e satisfação dos colaboradores da empresa.

4º) *Seiketsu* (padronização): esta etapa deve ser realizada após a implementação das anteriores, onde as equipes de trabalho devem planejar a criação de documentos e procedimentos adequados ao seu ambiente.

5º) *Shitsuke* (disciplina): visa a manutenção sistêmica e rotineira da disciplina, pois a esta só poderá ser alcançada com treinamentos e ferramentas que explorem a padronização das atividades e melhorias no dia a dia da empresa. Concomitantemente, os funcionários da empresa devem estar cientes e comprometidos para atingir o nível de excelência em 5S planejado.

Para Pinto e Xavier (2011), a implantação do 5S deve começar pela alta administração da empresa. Tal atitude mostra que a organização cuida do seu espaço e serve de exemplo para que todos os colaboradores se inspirem na aplicação da metodologia 5S.

2.3.3 Just in time - JIT

Sistema criado e desenvolvido por Kiichiro Toyoda, presidente da Toyota, junto com Taiichi Ohno, Shigeo Shingo e Hiroyuki Hirano, a partir da década de 50, segundo o autor Santos (2009), o *just in time* surgiu para salvar a empresa da falência, a partir da definição em atingir níveis de produtividade melhores aos anteriores e que atingisse níveis de produtividade semelhante a empresa referência da época, que era a Ford.

Ainda, Santos (2009), diz que Ohno e Shigeo desenvolveram na Toyota na década de 50, uma metodologia de produzir conforme solicitado, pelo cliente externo ou interno da

empresa, o que veio a ser entendido amplamente como a filosofia de “entregar o material certo no lugar certo, na quantidade exata, com a qualidade perfeita, logo antes de ser necessário”.

De acordo com Viana (2002), *just in time* corresponde a uma produção na quantidade e no momento necessário para atender a variação da demanda de vendas com o mínimo de estoque em produtos acabados, em processos e em matéria-prima.

Para Ferreira (2004), a *Toyota Motor Company* buscava em seu sistema de gestão produzir carros a partir da demanda, de várias cores, e em prazo determinado.

Com a utilização do JIT, a coordenação entre as atividades entre produção e manutenção, redução de desperdícios com estoque e de tempo na execução das tarefas foram melhorados, garantindo, assim, a maior competitividade da empresa gerou destaque na década de 70, que segundo Santos (2009), quando a partir da crise do petróleo, o desenvolvimento do JIT proporcionou um grande número de vendas de carros, da Toyota, mais eficientes do que a de modelo fordista.

Ainda, para Santos (2009), a Toyota revolucionou o pensamento do lucro. O modelo de preço ocidental era a soma do custo e do lucro, e uma vez que o custo tenha subido, para que se obtivesse lucro, o preço teria que subir também. Por outro lado a Toyota, com o advento do JIT, inferiu que o lucro era maximizado em consequência da queda do custo, já que o preço dos carros é controlado pelo mercado, filosofia essa que é amplamente difundida em qualquer empresa atualmente.

De acordo com Ferreira (2004), o *just in time* apresenta vários pontos positivos que incluem:

- Menor custo de produção, manutenção: devido a seleção de ferramental e recursos adequados e sem excessos ao sistema na aquisição pela empresa desses bens. Além disso, há redução no tempo de processamento, de deslocamento dos funcionários dentro da empresa e na logística de entrega do produto ou serviço ao cliente interno ou externo;
- Aumento da qualidade: pois o sistema JIT evita que uma falha siga para os processos posteriores e por possuir menores lotes, qualquer falha poderá ser mais bem identificada e corrigida pelos funcionários da empresa;

- Ganho pela flexibilidade: onde a empresa pode alternar suas atividades entre vários tipos de produtos e serviços para atender aos seus clientes, contribuindo pela manutenção da empresa em fornecer uma variedade maior.
- Aumento na velocidade de entrega: com a redução dos estoques, do tempo de manutenção/produção, permite que o ciclo seja menor, e o fluxo mais veloz;
- Melhora na confiabilidade: implica em produtos e serviços que perdurem por mais tempo com qualidade e sem quebras repentinas.

2.3.4 Produção puxada – *Kanban*

A produção puxada é aquela que determina a necessidade de produção de algum item na produção ou para a manutenção, ocorre quando a produção solicita algum reparo, ou inspeção em determinado equipamento, para Santos (2009) é aquela em que os pedidos de produção ou pedido de compra seguem do bem acabado até as matérias – primas ou serviços de apoio da manutenção.

Para Silva (2012), *Kanban* é termo japonês que significa sinal visual, que é utilizado para evidenciar problemas existentes no processo.

Neste tipo de produção o cliente externo e/ou interno é que determina o ritmo de produção e manutenção, respectivamente. Segundo Tubino (2008), a vantagem da produção puxada consiste em melhor coordenação das atividades definidas por cálculos de demanda na empresa. Além disso, este sistema permite a gestão de estoque bem pequeno ou nulo, pois um item ou serviço é executado se e somente se for solicitado.

Para Santos (2009) e Tubino (2008), o estoque representa custo para uma empresa em armazenar peças, ferramental, equipamentos, máquinas etc., que além de apresentarem depreciações ano após ano, os materiais ocupam um espaço que deveria ser ocupado com alguma atividade que gerasse retorno econômico para a empresa. Ainda, necessita de trabalhadores para manter tudo organizado.

Os autores acima salientam que a organização é importante para a produção puxada que através de cartões (*Kanban*) sinalizam durante as atividades qual equipamento necessita

de reparo, qual peça deve ser substituída e quais produtos foram retirados da produção a fim de atender os clientes externos e internos da empresa.

- As exigências para a coordenação que a gerência deve seguir para o uso de *kanban*, segundo Santos (2009) incluem:

- Não envio de produtos com defeitos aos processos posteriores;
- O processo posterior remove o produto e deixa o *kanban* no local;
- Produzir somente o que foi removido;
- Produção nivelada;
- O *kanban* auxilia para estabilizar o processo de produção e de manutenção.

Observa-se ainda, para Santos (2009), que uma demanda não nivelada, ou seja, o número de *kanbans* varia o tempo todo, exige o uso de outras metodologias para controle de fluxo de produção/manutenção como a de controle de estoques, estoque de segurança e da quantidade econômica de pedidos.

Para Kniberg (2009) com o *kanban* pode-se visualizar o fluxo de trabalho; limite o fluxo de trabalho; acompanhar e gerenciar o fluxo de trabalho.

2.3.5 Nivelamento – *Heijunka*

O nivelamento da produção de produtos e serviços possibilita atender a uma grande variedade e quantidade de pedidos dos clientes externos e internos de uma empresa. Para Nobunaga *apud* Santos (2009), o nivelamento da produção leva uma produção constante de diferentes produtos e serviços. Além disso, essa ferramenta exige um planejamento estratégico que possa determinar o *takt time* (tempo de ritmo) ideal de cada produto ou serviço.

O *takt time*, na manufatura enxuta, para Ferreira (2004), é o tempo necessário para se produzir um componente, produto ou serviço que visa atender a demanda de um cliente, isto é, o *takt time* adapta e organiza o ritmo de produção ao ritmo das vendas ou prestação de serviços. Na lógica da “produção puxada pelo cliente”, o fornecedor produzirá somente

quando houver demanda de seu cliente. Ainda, pela ótica da manutenção, um serviço só será prestado em função de uma demanda da produção.

Ainda para o autor supracitado, o takt time (Tkt) pode ser calculado considerando a proporção entre o tempo operacional líquido (TOL) dados em minutos, segundos, etc., e da demanda ou necessidade do cliente (DC) em unidades de demanda, todos para períodos ou turnos definidos (P). A definição do tempo de ritmo é apresentada na Equação 1, a seguir.

$$Tkt = (TOL/P) / (DC/P)$$

Equação 1

NIIMI (2004), a definição da ordem de fornecimento de um dado produto e de um serviço é definida através de um cadastro (*pool*) de pedidos, e a partir da organização dos pedidos, o nivelamento é utilizado de tal forma que ocorra um fornecimento constante e que atenda aos pedidos da produção no prazo solicitado pelo cliente interno ou definido pela gerência de manutenção.

2.3.6 Automação – Jidoka

Com o desenvolvimento dos equipamentos, a automação também conhecida como *jidoka* se faz cada dia mais presente nas empresas, que dispõem de elevado capital de investimento que acordo com Santos (2009), a *automação* consiste em utilizar uma máquina autônoma, com sensores inseridos a ela, que detectam problemas e que interrompem o ciclo informando ao operador para realizar algum reparo. Além disso, a máquina pode gerar sinal visual de operação normal, onde o operador terá a disponibilidade de execução de outras tarefas, como não precisará ficar ao lado do dispositivo, vigiando-o.

Segundo Ferreira (2004), *jidoka*, além de referido à automação e às máquinas, é determinante para a aplicação em linhas de produção manual, onde o operador da linha controla e interveem quando ocorre uma anormalidade, impedindo que ela siga para os processos posteriores. Ademais, ela consiste em possibilitar autonomia das ações tanto para o operador quanto à máquina.

Santos (2009) infere que o controle autônomo das máquinas permite a elas produzir visando o zero defeito. Concomitantemente, torna-se necessário dar inteligência artificial a elas, de tal sorte que as perdas sejam evitadas ou reduzidas ao mínimo possível através da tecnologia utilizada.

Para Molina (2014), *Jidoka* (autonomação ou automação com um toque humano), é considerada pelo autor Ohno (1997) como pilar do STP juntamente com o JIT, que unidos, os dois fatores auxiliam para o desenvolvimento da linha de produção, onde a autonomação possibilita a parada de um processo em decorrência de irregularidade, impedindo ou eliminando a propagação do defeito.

2.4 Manutenção produtiva total

A manutenção produtiva, Xenus (1998), é aquela que estabelece como foco a melhor aplicação dos métodos de manutenção para que a produção não seja prejudicada, visando aumento da produtividade, melhora na utilização, redução de custos e elevado resultado econômico.

Na manutenção produtiva total, a preocupação maior é com a relação entre a manutenção e a operação, buscando a melhoria da disponibilidade do equipamento, a sua confiabilidade, busca construir no próprio local de trabalho mecanismos para prevenir as diversas perdas (*genba-genbutsu*). Para Bormio (2000) a MPT visa:

- A melhoria do pessoal através de treinamentos adequados a fim de que: operadores possam desempenhar múltiplas funções; a equipe da manutenção possa também executar múltiplas e complexas tarefas; e que os engenheiros possam projetar equipamentos com vida útil maior e com maiores intervalos entre as manutenções preventivas;
- A melhoria contínua dos equipamentos, que deverão ser mais eficientes e que contribuam para uma operação com maior confiabilidade;

- Garantir a eficiência global das instalações com o trabalho dentro das especificações, isto é, na velocidade de projeto, taxa de produtividade planejada e com a qualidade esperada;
- Aumentar o ciclo de vida dos equipamentos através de um programa de manutenção via preventiva/preditiva/autônoma;
- Integração de todos os setores envolvidos no plano de elevação da eficiência, pois, por exemplo, a inclusão da manutenção de equipamentos nas decisões de projeto/compras, assegura que a padronização de peças e componentes necessários à manutenção será seguida;
- Criação de equipes de trabalho focadas em melhoria contínua da manutenção.

2.5 *Lean Manufacturing* aplicado à gestão da manutenção de 2012 até 2015

Pesquisa realizada por Sousa (2012) intitulada *Aplicabilidade dos princípios do Lean Manufacturing no setor de serviços: estudo em uma oficina mecânica de motos* tem como objetivo promover a aplicação do *Lean Manufacturing* como princípio de melhoria na prestação de serviços.

Como metodologia, o trabalho de Sousa (2012) seguiu as seguintes etapas:

- Medição do Lead Time do Processo: que consiste de 7 dias com produção média de 18 motos.
- Mapeamento do Fluxo de valor: foi elaborado o levantamento das informações obtidas na oficina, permitiu observar tempo de processamento de 216h. Após, como forma de identificar as demandas dos clientes da loja, o gráfico de Pareto foi elaborado como forma de identificar prioridades na manutenção das motos, conforme Figura 1.

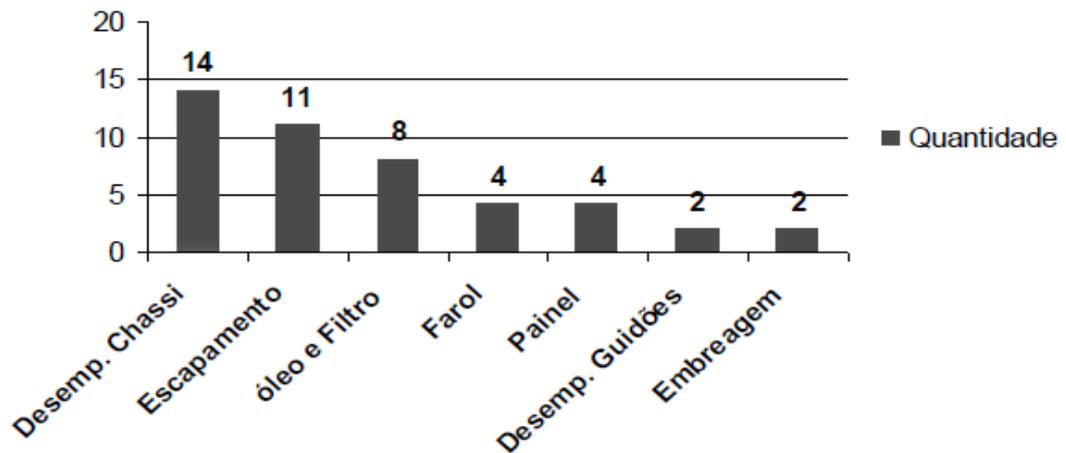


Figura 1: Gráfico de tarefas demandadas para manutenção

Fonte: SOUSA, 2012.

É possível analisar na Figura 1 que as atividades de desempenho de chassi e de troca do escapamento para um modelo mais esportivo são os que apresentam maior número de solicitações pelos clientes. Para reparo do chassi são necessários 10 dias para atender 5 motos que aguardam na fila de manutenção, enquanto o escapamento demanda trabalho de 1 dia.

A análise do Mapa de Valor de Tempo foi feita, a qual apontaram as atividades que agregam valor ou não a um serviço, mais detalhes podem ser vistos na Figura 2 e na Tabela 1.

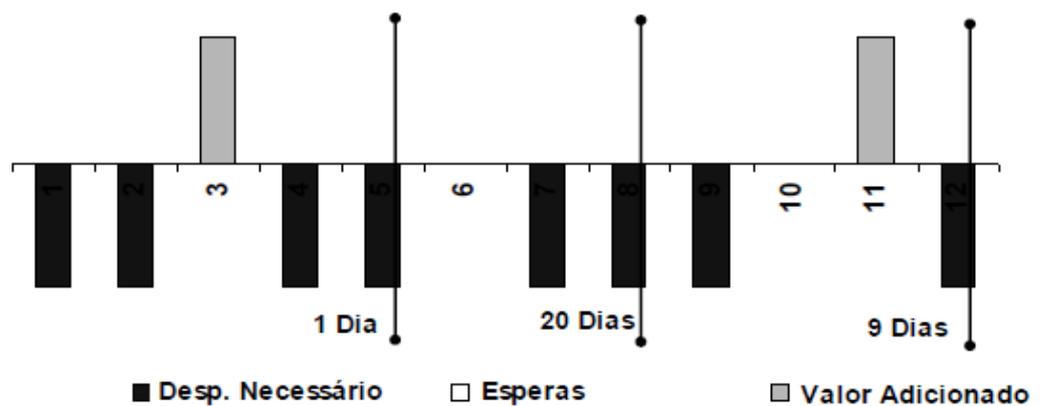


Figura 2: Mapa de Valor de Tempo Geral

Fonte: SOUSA, 2012.

É possível visualizar na Figura 2, as atividades que agregam valor, as que não agregam valor (desperdícios necessários) e as que não afetam o serviço (esperas), que agregam valor (valor adicionado). Conforme demonstra a Tabela 1.

Tabela 1: Atividades representadas no Mapa de Valor de Tempo Geral

Nº da Atividade	Atividades
1	Chegada do Cliente na oficina (Cliente)
2	Solicitação de Orçamento (Cliente)
3	Avaliação da moto (Mecânico)
4	Decisão do Serviço (Cliente)
5	Elaborar lista de material (Mecânico)
6	Aguarda materiais (Mecânico)
7	Compra dos materiais (Cliente)
8	Entrega dos materiais (Cliente)
9	Agendamento da data de entrega (Mecânico)
10	Espera da realização do serviço (Cliente)
11	Executa o serviço (Mecânico)
12	Entrega do Serviço realizado.

Fonte: SOUSA, 2012.

Da Tabela 1, as atividades 1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 12 são ditas desperdícios necessários para prestação de serviço para que possam garantir a satisfação do cliente, as atividades 6 e 10 são identificadas como espera dos clientes dentro do prazo de entrega definido pela equipe da manutenção, já as atividades 3 e 11 são as que agregam valor ao serviço da equipe da mecânica.

Para Sousa (2012), os desperdícios foram observados nas seguintes situações:

- 1) No transporte de motos entre os andares, onde estão localizados os equipamentos de trabalho;
- 2) Falhas no elevador;
- 3) Longas esperas na solicitação de peças importadas;

- 4) Falta de organização das ferramentas de serviço, que demandaram tempo para encontrá-las e como consequência em perdas de tempo na realização do serviço;
- 5) Atendimento ao telefone fixo prejudicava ainda o tempo da realização das atividades;
- 6) Recepção dos clientes, realizada pelo próprio mecânico que interrompia outro serviço;
- 7) Pessoas visitavam a oficina gerando atraso na realização dos serviços;
- 8) Motos em espera no layout inconveniente gerando um atraso nas movimentações internas de pessoas;
- 9) Motos finalizadas aguardando os proprietários, ocupando muito espaço na oficina.

Findado o plano de ação que identificou as principais causas, foram propostas contramedidas, pessoa responsável e tempo de execução. É concluído que o tempo de execução foi, na maioria dos casos, menor do que o planejado, o que garantiu ganhos de tempos de trabalhos e aumento da produtividade da oficina.

Após realização das atividades de melhoria da oficina, os resultados indicaram redução do *Lead Time*, que melhorou em 12,5% (aumento da média de motos atendidas por dia que saltou de 18 para 24 unidades).

Durante a verificação com o time de trabalho pôde-se concluir, também, que houve aumento da satisfação dos funcionários e do proprietário da empresa, que destacou a importância da melhoria contínua na sua oficina. A proposta de padronização visou prevenir o reaparecimento do problema e obter um aprendizado para próximas soluções de problemas através da filosofia *Lean*.

Já o artigo do autor Júnior (2012) intitulado *Proposta de Aumento de Eficiência Fabril por Meio da Manutenção Produtiva Total em uma Empresa Fabricante de Embalagem de Alumínio* visa implantação da metodologia MPT, baseadas nos princípios da manufatura enxuta para promover mudanças na cultura da empresa, melhoria do ambiente de trabalho, resultados e eficiências dos equipamentos.

Quanto à metodologia, Júnior (2012), adotou em sua pesquisa de forma qualitativa, o modelo 5S, MPT, melhoria contínua, Eficiência Global do Equipamento (OEE).

Devido à reestruturação de mão de obra, layout e infraestrutura na unidade de negócio, a empresa pesquisada apresentou índice global de eficiência das máquinas de 82,94%, inferior

ao esperado pela empresa que era de 84%. Diante dos dados apresentados, a metodologia MPT foi utilizada como forma a melhorar de atingir metas.

A MPT foi dividida em sete etapas que incluíram:

- 1) Limpeza inicial;
- 2) Eliminação das fontes de sujeira e áreas de difícil acesso;
- 3) Padrão provisório;
- 4) Inspeção geral dos equipamentos;
- 5) Inspeção geral do processo;
- 6) Sistematização da manutenção autônoma;
- 7) Autogestão.

Através da priorização do uso dos equipamentos, podem-se identificar quais os equipamentos impactavam mais os custos de manutenção e produtividade. Dessa forma, inicialmente, um pequeno grupo que gerava impacto ao processo e manutenção passou pelas etapas da manutenção.

Na etapa 1, limpeza, Júnior (2012), os três primeiros sentidos da metodologia 5S (utilização, organização e limpeza) são utilizados. A primeira etapa da empresa busca a eliminação de problemas causados por detritos de matéria-prima e de sujeira proveniente do meio ambiente como também permite melhor contato manual, visualização e detecção de pequenas anomalias dos equipamentos.

Após limpeza há etiquetagem das anomalias, identificadas em cores, para organizar as atribuições possíveis ao operador, mecânico, eletricista ou por alguém da eletrônica. As organizações das anomalias seguem a seguinte distribuição, segundo Júnior (2012):

- a) Etiquetagem azul: utilizada para apresentar anomalias que o operador julga ter habilidade e competência para resolver;
- b) Etiquetagem vermelha: de uso para anomalias que o operador julga não ter competência ou que necessitar de apoio de mecânico para resolver;
- c) Etiquetagem amarela: usada para anomalias que o operador acredita ser de melhor resolução do eletricista ou eletrônico.

Na etapa 2, eliminação de fontes de sujeira em áreas de difícil acesso, visa identificar a origem dos materiais que possam gerar sujeira e que possam causar o mau funcionamento do equipamento reduzir a qualidade do produto. Assim, haverá redução de tempo gasto com limpeza em limpezas posteriores.

Na etapa 3, padrão provisório, a elaboração de novo padrão de trabalho três horas antes do fechamento do evento se torna importante, pois melhores práticas, simples e executáveis, identificadas pela equipe de manutenção possibilitarão o alcance de metas melhores.

Na etapa 4, inspeção geral do equipamento, busca-se o desenvolvimento de grupos autônomos via treinamentos e orientações do funcionamento dos equipamentos com o maior detalhamento possível a fim de que a equipe tenha motivação, cultura de autogestão e plena capacidade para realizar a inspeção adequada dos principais equipamentos e máquinas.

Após a abordagem do treinamento, os funcionários preenchem uma auto avaliação quanto aos assuntos relacionados à lubrificação, à pneumática, à hidráulica, ao sistema de acionamento, à eletricidade, entre outros. A partir dessa análise, grupos especializados poderão ser contratados se necessário.

Na etapa 5, inspeção geral do processo, várias normas são reavaliadas como as de limpeza, lubrificação, inspeção, procedimentos estabelecidos e de manutenção autônoma para elevar a eficiência do trabalho e alcançar o controle visual e a prevenção de falhas por pequenos erros.

As reavaliações são feitas via reuniões e/ou por sugestões que são coletadas diariamente em locais apropriados. Com isso, os coordenadores das equipes de manutenção repassam as instruções a todos os colaboradores da equipe.

Na etapa 6, sistematização da manutenção autônoma, busca ampliar as ações das equipes da MPT que, devido aos procedimentos básicos de inspeções, passam a controlar a distribuição por linha, padronização de trabalho, histórico dos equipamentos, controle de ferramentas, controle dos instrumentos e controle de peças sobressalentes.

Na etapa 7, autogestão, a equipe propõe a solução do problema após ter a experiência da aplicação da sistemática autônoma de melhoria contínua. Os resultados esperados, após essa etapa, incluem a melhoria do indicador de eficiência global dos equipamentos.

Como resultados foram encontrados vários desafios, de acordo com Júnior (2012), entre eles: dos equipamentos prioritários para a manutenção fez-se as melhorias e

intervenções necessárias por meio de roteiro enumerado acima. Através das melhorias implementadas e das tendências positivas dos índices, nota-se que as equipes atuaram de forma adequada aos conceitos da MPT, que auxiliou na melhoria da Eficiência Global do Equipamento (OEE) e conseqüentemente em uma melhor gestão da manutenção.

Júnior (2012) salienta que a padronização das atividades de manutenção deve ser implementada e desenvolvida constantemente. Após as atividades os funcionários se mostraram satisfeitos com a metodologia.

Após a execução da etapa 3, 13 *kaizens* (melhoria contínua) foram realizados no programa de manutenção.

Houve necessidade de analisar as causas de variação da disponibilidade do equipamento e seu histórico de utilização durante o ano.

Reavaliar os resultados que podem ser alcançados por um grupo autônomo através de melhoria individual em fatores qualitativos e quantitativos referentes à formação técnica, cultural e pessoal dos indivíduos envolvidos no evento.

Como o quadro de funcionários na empresa é enxuto, há sobrecarga de trabalho, que restringe o número de eventos em cada etapa.

Para encontrar resultados significativos necessita-se de alto investimento em capital social e metodologia de trabalho que busque a redução de desperdício de material, tempo e baixo desempenho pessoal.

Já, o trabalho do autor Godois (2013) intitulado *Manutenção produtiva total no processo de usinagem de conexões empresa TUPY S. A.* visa demonstrar a importância da Manutenção Produtiva Total (MPT) para o aumento da produtividade do setor de usinagem através do planejamento de paradas de máquinas e equipamentos.

Como metodologia, elaborada de forma qualitativa, Godois (2013) afirma que o *Lean Manufacturing* está ligado ao MPT, pois o projeto possui como objetivo a melhora da eficácia, produtividade e disponibilidade de máquinas e equipamentos, detectando falhas e fontes de desperdício no processo produtivo bem como para que o setor de manutenção possa reduzir a quantidade de ordens de serviço pendentes cumprindo os planos preventivos nos tempos adequados a atividade.

Estudou-se, inicialmente, qual método de manutenção era aplicado no setor de usinagem de conexões. No setor em estudo observou-se que máquinas sofriam desgastes, e

que as mesmas necessitavam de paradas para manutenções corretivas, após término da vida útil de cada componente da máquina.

Como contramedida, a equipe de planejamento mensurou a vida útil dos componentes a fim de promover trocas de peças pela equipe de manutenção via ordens de serviço realizadas no tempo adequado, adequando o ritmo de trabalho, nivelando a prestação de serviços, isto é, antes do desgaste total.

Para Godois (2013), a equipe de manutenção já entendia quando a vida útil dos componentes já tinha chegado, mas faltava tempo para troca dos itens, pois não havia equipe técnica preparada para troca em função do alto número de manutenções corretivas na empresa.

Diante dos obstáculos apresentados se identificou a necessidade de aumentar a disponibilidade de máquinas como também de mão de obra técnica especializada, que visa promover a redução do número de manutenções corretivas.

No setor de usinagem de conexões foram identificadas tarefas relacionadas à mão de obra técnica da equipe de manutenção nas máquinas, dentre todas as tarefas, algumas delas mais simples puderam ser repassadas para a equipe de produção.

Após, a equipe MPT devidamente treinada realizou as seguintes tarefas:

- 1) Limpeza pesada nas máquinas;
- 2) Substituição de componentes;
- 3) Identificação e eliminação de vazamentos de óleo ou ar-comprimido;
- 4) Avaliação das condições de funcionamento das máquinas e de componentes como exemplo mangueiras, buchas, conectores, eixos, rolamentos, etc.

Todas as atividades foram desempenhadas com a coordenação das equipes responsáveis pela mecânica e elétrica com objetivo de eliminar 50% de desperdícios relacionados com as paradas das máquinas, que realizaram treinamentos junto com a equipe técnica de segurança do trabalho para que toda a equipe envolvida tivesse ciência dos objetivos e como eles seriam atingidos na empresa com a devida segurança às operações, como também receber orientações para evitar o choque elétrico e outros acidentes o trabalho.

Com o decorrer do tempo e com o aumento da experiência da equipe de MPT que realizava a tarefa pesada da limpeza das máquinas a equipe de manutenção pode se dedicar a correção das falhas, desgastes, identificadas pela equipe MPT, realizando os reparos em menor tempo, elevando a produtividade e propiciando, em espaço de tempo de seis meses, a realização de paradas planejadas como forma preventiva às falhas.

A capacitação dos colaboradores da empresa foi fator determinante para o sucesso das ações, que trabalharam em máquinas antigas. O trabalho exigiu melhoria da utilização dos recursos para redução dos tempos de reparo.

Para Godois (2013), os resultados da utilização do MPT incluíram:

- 1) Motivação dos membros envolvidos;
- 2) Redução dos vazamentos de óleo e ar comprimido;
- 3) Maior integração entre a equipe de preparação, manutenção e chefia nas trocas de experiências para promover melhorias;
- 4) Redução no número de paradas indesejáveis;
- 5) Redução nos custos de aquisição de componentes;
- 6) Atividades de manutenções planejadas, enxutas e simplificadas;
- 7) Identificação de causa raiz e determinação de contramedidas para eliminá-las e evitá-las.

Como conclusão, Godois (2013), entendeu que a MPT deve ser empregada como filosofia; que depende diretamente de todos os envolvidos no projeto. Assim é possível obter resultados positivos associados ao pensamento enxuto. Godois (2013) diz que o pensamento enxuto é aquele que garante competitividade para uma empresa e que exige planejamento e controle da manutenção.

A superação das dificuldades e melhoria contínua só será possível se os problemas antigos forem superados e que não se atente apenas em identificar a pessoa causadora da falha. Após melhorias obtidas e nivelamento dos serviços resultados mais positivos poderão ser alcançados futuramente na empresa.

O trabalho do autor Campanini (2013) intitulado *Manufatura enxuta para melhoria da eficiência empresarial: uma aplicação da troca rápida de ferramentas e kanban em uma*

empresa fabricante de eletrodomésticos têm como objetivo analisar o processo de implementação dos conceitos *Lean*, Troca Rápida de Ferramentas (TRF) e Kanban (produção puxada), como formas de gestão, avaliando as consequentes melhorias da eficiência do setor de estamparia em uma empresa de eletrodomésticos.

A unidade pesquisada foi a de estamparia pesada, onde são processadas peças que demandam maior número de distintas ferramentas para produção de lotes pequenos, onde existem preparações de máquinas constantemente.

O setor de estamparia representa gargalo na produção, o que eleva a necessidade de trabalho com horas extras de funcionários. Ademais, o setor possui grandes estoques, o que indica a necessidade do uso do *Lean Manufacturing*.

Como metodologia a empresa optou em realizar as etapas, segundo Campanini (2013):

- a) Levantamento da bibliografia sobre TRF e Kanban aliado a treinamentos na área;
- b) Montagem de um grupo multifuncional de trabalho no setor pesquisado;
- c) Treinamento do grupo nos conceitos teóricos e práticos;
- d) Levantamento de dados e escolha do local a ser pesquisado;
- e) Aplicação prática dos conceitos;
- f) Padronização das aplicações;
- g) Aplicação dos ferramentais existentes no grupo de máquinas escolhido;
- h) Acompanhamento dos dados buscando estabilização do processo de *setup*.

Para a implementação da troca rápida de ferramentas escolheu-se uma equipe multidisciplinar (pesquisadores, 2 preparadores de máquinas, 3 operadores de máquinas, um técnico da qualidade, 1 mecânico de manutenção, 1 engenheiro de processo e 1 assistente de manufatura).

A equipe trabalhou durante quatro meses no setor de estamparia pesada, efetuou-se o levantamento dos tempos de *setup* atuais para cada peça estampada pelo setor de grande porte.

Da determinação dos tempos de *setup* percebeu-se complexidades de cada peça, dessas, notou-se que em uma prensa, a confecção era mais demorada do que as demais. De posse da observação da máquina crítica ao processo, definiu-se o ponto inicial da pesquisa para procedimento de troca rápida. Após realizou-se reuniões com toda equipe, que tinham como temas nivelamento dos conhecimentos e aplicações de técnicas de prensagem mais adequadas.

Após observações da equipe de manutenção foi proposta a utilização de prensas conjugadas e de grampos hidráulicos para prender os estampos das prensas que reduziu o tempo de *setup*.

Concretizada a etapa de adequação das prensas, cartões kanbans foram adotados como forma de reduzir os estoques e que obteve como resultados a diminuição de 50% nos estoques.

Através da utilização da técnica JIT, das atividades de *setup* interno (ocorre quando a máquina está parada) foram reduzidos em 68% do tempo. Ademais, identificou-se que 28% do *setup* representavam desperdícios de tempo.

Campanini (2013) diz, em suas considerações finais, que a melhoria contínua só será obtida via participação do nível operacional, pois é no chão de fábrica que as grandes mudanças ocorrem.

O sistema de troca rápida (STR), que foi utilizado durante 4 meses no trabalho, proporciona maior flexibilidade do sistema organizacional, TRF mais rápida, e melhor tempos de *setup*. Devido aos importantes resultados o STR deve ser ampliado para outros setores da empresa como o setor de componentes plásticos.

Como resultado das medidas adotadas no TRF ocorreu redução de 68% no *setup*, que é equivalente a uma economia de R\$ 190.000,00 ao ano. Além disso, proporcionou melhoria no tempo de utilização das máquinas, do tempo de ciclo do maquinário; motivação e envolvimento dos operadores; flexibilização do processo produtivo e redução dos custos.

A pesquisa realizada por Lima (2014), *Eficiência Global do Equipamento - OEE: Utilizando conceitos para medir a eficácia de uma equipe de manutenção*, que objetiva a análise da eficácia global da equipe (OTE - *Overall Team Effectiveness*) através da relação entre eficiência, desempenho, qualidade de serviços realizados por equipes de manutenção

inspirados pela filosofia *Lean* e que proporcione destaque aos recursos humanos como principal responsável pela elevação dos índices de produção da empresa.

A pesquisa foi realizada de forma quantitativa baseada na utilização das ferramentas OTE, aplicada à eficiência x performance x qualidade para auxiliar na área de manutenção, a fim de mensurar a eficácia da mão de obra.

Lima (2014), inicialmente, calculou a eficiência da equipe que superou a meta de 75% atingindo 92,9%. A eficiência foi medida de acordo com a Figura 3, eficiência da equipe mecânica, a seguir:

								META
EFICIÊNCIA	=	$\frac{Hs}{Disponíveis}$	-	\sum	$\frac{Ativ.Programadas}{Ativ.Não Programadas}$	+	$\frac{Horas}{Extras}$	75%
		$Hs \text{ Disponíveis}$						
EFICIÊNCIA	=	450,50	-		54,83	+	23,00	92,9%
		450,5						

Figura 3: Eficiência da equipe mecânica

Fonte: Adaptado de LIMA, 2014.

A Figura 3 indica que eficiência da equipe mecânica atingiu valor acima da meta definida pela equipe mecânica. Já, na Figura 4, a seguir, os eventos registrados, programados (treinamento) ou não programados (faltas) e outros eventos que se possam mensurar. Maiores detalhes dos tempos medidos na eficiência podem ser observados na Figura 4, estratificação dos eventos.

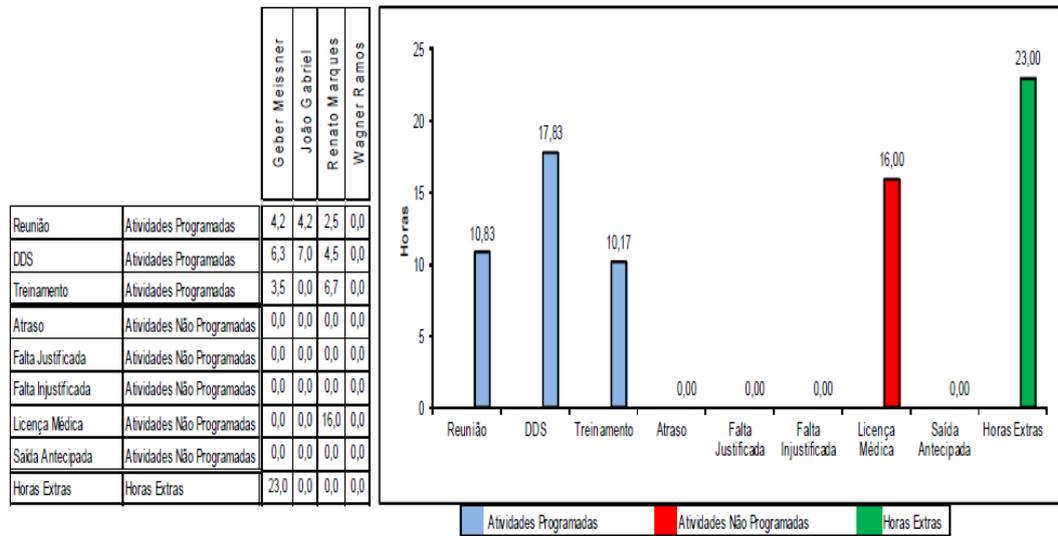


Figura 4: Estratificação dos eventos

Fonte: LIMA, 2014.

A Figura 4 demonstra as atividades programadas (38,83h), não programadas (16h), horas extras (23h) realizadas pela equipe de manutenção bem como atividades exercidas para cada trabalhador incluindo: reunião, treinamento, horas extras, etc. O colaborador Wagner não possuiu horas de trabalho por estar de licença do trabalho. Na Figura 5 percebe-se um ganho em eficiência da equipe ao longo dos meses estudados (de fevereiro a julho de 2012).

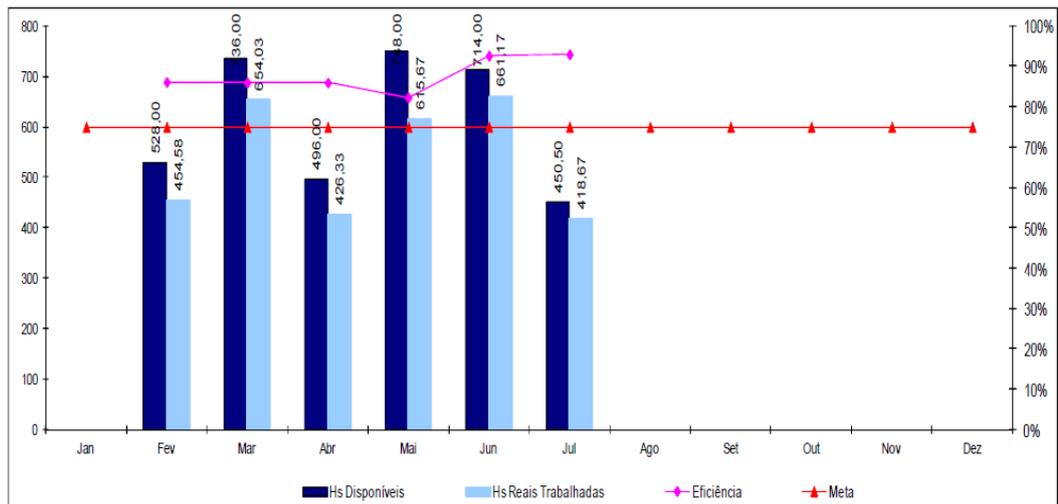


Figura 5: Acompanhamento mensal da equipe

Fonte: LIMA, 2014.

É possível visualizar na Figura 5 que a eficiência da equipe de manutenção apresentou valores acima da meta planejada. Para os meses de fevereiro a junho, todos superaram o percentual de 80% de eficiência, acima da meta de 75% estabelecida no início dos trabalhos.

No mês final da pesquisa, julho destaca-se menor número de horas trabalhadas com eficiência superior a 90%. A Figura 6 apresenta a relação da qualidade em comparação à meta planejada.

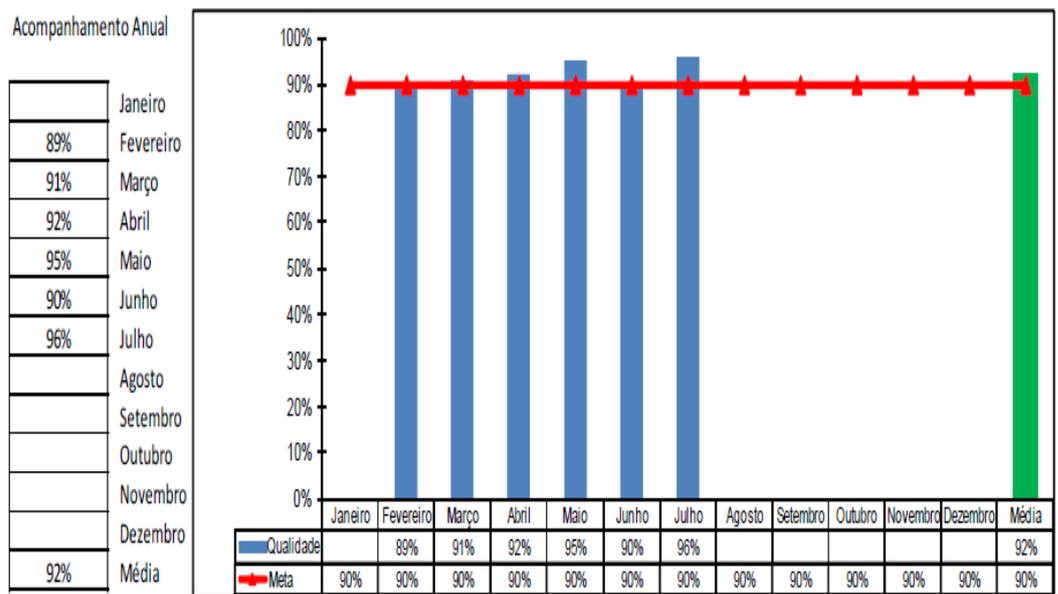


Figura 6: Qualidade apresentada pela equipe mecânica

Fonte: LIMA, 2014.

É possível observar na Figura 6 que o parâmetro qualidade, na maior parte dos meses, apresentou valores acima da meta definida no planejamento com valores acima 90%.

Na Figura 7, a seguir, o produto entre eficiência, performance e qualidade (Eficiência Global de Equipe - OTE) versus meta estipulada.

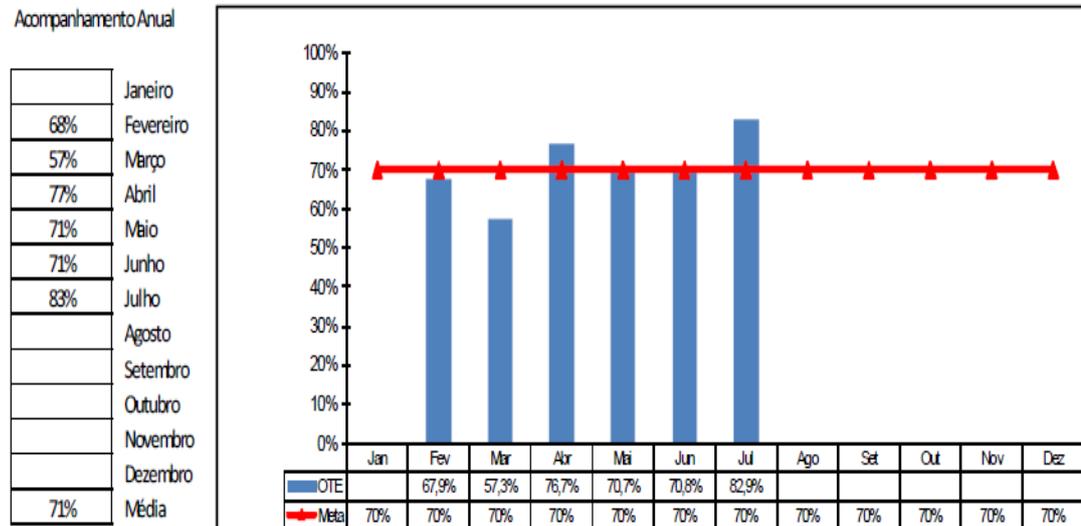


Figura 7: Eficiência Global de Equipe

Fonte: LIMA, 2014.

A partir de abril do ano 2012, conforme Figura 7, a eficiência global superou a meta de 70%. Com isso, a fim de buscar a melhoria contínua na empresa, durante as atividades, pontos positivos foram observados que incluem: a valorização da equipe (todos os envolvidos), a adequação da equipe as necessidades de buscar sempre o melhor. Já os pontos negativos encontrados são: problemas nas relações pessoais em conflito de geração com a quebra de paradigmas.

A empresa promoveu muitos treinamentos da equipe, com orientação na motivação da equipe e entendimento de futuro organizacional, visando a melhoria contínua, elevação da qualidade, dos índices de performance e eficiência, que através dos esforços das pessoas, o sucesso de qualquer programa/ metodologia é alcançado.

O trabalho do autor Volante (2014) intitulado *Implantação do sistema de produção enxuta na manutenção preventiva de filatórios open-end, utilizando técnicas do TPM* faz várias referências às vantagens da implementação da manufatura enxuta na manutenção de uma empresa cooperativa brasileira, do segmento têxtil, localizada no estado do Mato Grosso.

O estudo focou na implantação do sistema de produção enxuta em uma fiação *open-end* 100% algodão, que necessitava de manutenções preventivas, mas que eram feitas durante longos períodos de parada, elevando os prejuízos da empresa. O trabalho buscou desenvolver

práticas para reduzir desperdícios, reduzir tempo de máquina parada, qualificar as equipes de trabalho, melhorar fluxo de informação, etc.

As atividades começaram pelo setor de manutenção, onde técnicas do TPM, padronização das atividades, e ferramentas de resolução de problemas, como diagrama de Ishikawa, brainstorming e 5W1H foram utilizadas.

Volante (2014) para melhorar a manutenção preventiva aplicou-se a Pesquisa-Ação que foi dividida em cinco passos: detecção do problema, planejamento das ações, execução das atividades, análise dos resultados, reflexão e reformulação da teoria.

O projeto, de acordo com Volante (2014), foi dividido em:

a) Definição do problema: através da produção puxada que visou reduzir custo, melhorar a produtividade e a qualidade do produto. Como também, pela manutenção preventiva buscou-se reduzir o tempo de máquina parada, eliminando todos os desperdícios, incluindo demora nas manutenções, durante o processo.

b) Definição do líder do projeto: atua como consultor interno, aquele que detém bastante conhecimento e é formador de opinião, e que foi indicado pela gerência para desempenhar essa função.

c) Divulgação: consistiu da divulgação do projeto a todos os envolvidos com a manufatura enxuta apresentando os benefícios de aplicar o sistema na rotina de trabalho, como seria feito no setor de manutenção, o que cada um precisaria fazer, deixando bem claro que o objetivo não era mostrar erros e sim buscar melhorias, e que todos eram peças fundamentais para o sucesso do projeto.

d) Descrição do procedimento: do trabalho em conjunto do líder e com o responsável pelo setor de manutenção todo o procedimento de manutenção com identificação de possíveis melhorias foram feitas.

e) 1ª Análise de tempos e métodos: as atividades de manutenção, incluindo a preparação até a liberação da máquina, mensurando o tempo de execução de cada atividade, identificando o que não estava no procedimento, o número de colaboradores, os turnos definidos pela empresa, os pontos de melhoria como desperdícios, movimentação desnecessária para melhor nivelamento da manutenção, falta de padronização,

desorganização, e também identificação das atividades que poderiam ser feitas com a máquina parada (setup interno em externo), etc.

f) Brainstorming: da discussão de um diagrama de causa e efeitos, onde cada pessoa sugeria uma ou mais ação para cada problema, elaborou o plano de ação (5W1H).

O 5W1H foi dividido entre os responsáveis do projeto da seguinte forma, como aponta Volante (2014):

- 1) Criação de um procedimento padrão para manutenção preventiva dos filatórios, das análises de tempos e métodos;
- 2) Definição da equipe padrão de manutenção de máquinas, que incluem mecânicos, líder e colaboradores de outros setores;
- 3) Divulgação da equipe de manutenção para todos os setores da empresa. Garantia da presença de todos os membros da equipe nas atividades de manutenção programada; e que não sejam solicitados por outras áreas no dia da preventiva;
- 4) Definição das atividades de cada membro da equipe de forma a coordenar, orientar e dividir o melhor possível as tarefas entre cada membro da equipe de manutenção;
- 5) Realização treinamentos de capacitação dos membros da equipe;
- 6) Definição de tempo e método para cada atividade planejada visando atingir uma meta;
- 7) Definição do líder da equipe de manutenção;
- 8) Reunião com a equipe no início do turno que visa orientá-los sobre qualquer anormalidade na manutenção e procedimento;
- 9) Definição de mecânico responsável para atendimento à produção: evitando saída desordenada de profissionais da manutenção para atendimentos a setores externos;
- 10) Treinamento do encarregado do turno e mais um colaborador polivalente (multifuncional) para atender a produção nas ocorrências simples do turno de trabalho, evitando a saída do mecânico responsável pela manutenção planejada.

Todas as ações listadas garantiram a redução do tempo de parada na manutenção preventiva que mudou de 14:36 para 8:12 de duração; o horário de máquina desligada de 3:44 para 3:08; perda de produção de 2.184,2 Kg para 1.226,7Kg . Concomitantemente, houve ganho no faturamento de aproximadamente R\$7.700,00 por manutenção realizada, que totalizou no decréscimo de perda de faturamento de R\$562.650,00 para R\$315.998,00 por ano considerando eficiência de 93%. Informação essa, que demonstra a viabilidade da aplicação da manufatura enxuta na manutenção.

Volante (2014) afirma que os resultados só foram alcançados com o comprometimento de toda empresa incluindo desde gerentes a operários que atuaram de forma conjunta e dedicada.

Mesmo com o comprometimento da gerência, no início do projeto, houve situações de conflito entre setores, principalmente entre os de produção e manutenção. Com isso, conforme as ações de melhorias apareciam, os trabalhadores entendiam os ganhos e a partir daí participaram com maior engajamento e motivação no projeto.

O sucesso do *Lean Manufacturing* depende da dedicação diária dos funcionários, que devem ter foco na melhoria contínua em cada etapa. Além disso, o *Lean* contribuiu para uma produção mais estável, elevando a produtividade, a motivação dos colaboradores e a redução de custos.

O trabalho do autor Nascimento (2014) intitulado *Lean Manufacturing: estudo sobre a contribuição do método para o planejamento e programação das grandes paradas*, tem como um dos objetos, específicos de sua monografia, estudar a aplicação do Lean em grandes paradas, avaliando como é feita uma grande intervenção no setor manutenção e propor um modelo para melhorar a eficiência das programações através dessa metodologia.

O trabalho do Nascimento (2014) possui abordagem de classificação qualitativa, do tipo exploratório e estuda as atividades planejadas executadas na grande parada em uma empresa.

Nascimento (2014) orienta que o estudo avaliará a distribuição da mão de obra, recursos, sequência de atividades e o tempo da parada. Avaliando possíveis ganhos e eliminação dos desperdícios. O trabalho tem como objetivo de utilização do *Lean* para as próximas paradas.

Do planejamento das atividades de manutenção em relatório de lições aprendidas observaram-se problemas nas questões de planejamento em 63%, recursos em 28% e comunicação em 9% do total de desvios apontados pela equipe de manutenção.

Do panorama apresentado no relatório de lições aprendidas, a definição e preparação equipes, planejamento de recursos, revisões de cronogramas, alinhamento com equipes de terceiros foram identificadas como principais causadores de atrasos, reorganização de equipes, estresse dos trabalhadores, que sofriam cobrança para o cumprimento de prazos durante a parada para manutenção.

Desperdícios foram também observados na etapa de preparação e planejamento, que apresentaram perda de tempo devido à falta de capacitação de equipes para atividades definidas, definindo atividades paralelas que pudessem reduzir o tempo de parada; condição de ferramentas; locais adequados para desmontagem de andaimes, etc.

Para um planejamento mais eficaz seria necessário definir previamente cada atividade que cada grupo de pessoas iria realizar, na empresa foi observado que em vários momentos as atividades de manutenção eram definidas no mesmo dia, prejudicando o cumprimento de prazos. Além disso, o planejamento adequado propiciaria uma definição da melhor sequência das atividades, redução do tempo de negociação de possíveis atrasos gerados pelas falhas de planejamento.

Nas lições aprendidas notou-se que a equipe de planejamento não avaliou um *layout* mais eficiente e produtivo para a disponibilização de recursos como a metodologia 5S prevê. Na área de manutenção foi observada a falta de sinalização e isolamento adequado para evitar possíveis acidentes.

Nascimento (2014) salienta que de forma geral, na manutenção, apenas equipes responsáveis pela parte elétrica e mecânica são as necessárias para cumprir os processos necessários, mas que ao analisar alocação adequada percebe-se, após um *brainstorming*, que um número maior de pessoas e equipes como estrutural, ambiental, segurança, engenharia, instrumentação, lubrificação, planejamento de manutenção, operação. Todas as áreas citadas devem ser consideradas no planejamento grande parada para manutenção.

Como forma de propiciar melhoria para as próximas grandes paradas o autor sugere atuação da empresa nas seguintes etapas:

- Definição do Organograma das atividades;
- Identificação do caminho crítico das atividades de Manutenção;
- Identificação dos riscos relativos à segurança;
- Eliminar dos riscos relativos ao meio ambiente;
- Requisição, preparação do material das atividades de Manutenção;
- Identificação e programação da logística;
- Definição e elaboração do plano de comunicação;
- Apresentação do planejamento
- Preparação do local para atividades de manutenção;
- Organização da área de serviço;
- Disponibilização e organização de materiais;
- Preparação das ferramentas;
- Preparação e teste de equipamentos especiais (guindastes, guindautos, etc.);
- Execução do planejamento;
- Acompanhamento físico das atividades de manutenção;
- Análise e tratamento de desvios;
- Análise da conclusão das atividades;
- Documentação.

Nascimento (2014) diz que para a garantia de melhoria contínua, todo o planejamento deve ser monitorado. Logo, as equipes definidas, para a melhoria contínua, acompanhamento, medição e avaliação do planejamento durante sua execução irão contribuir para identificação e correção de desvios que posteriormente poderão ser tratadas como lições aprendidas.

Nascimento (2014) conclui que, no trabalho, 61% dos desvios identificados nas grandes paradas foram relacionados ao planejamento de atividades, que geram desperdícios de tempo, organização, disponibilização de recursos, após a execução de grandes paradas.

Isso ocorre devido à falta de definição do que será feito e do controle de elementos críticos para a parada, que não são observados durante seu planejamento.

O resultado apresenta iniciativas associadas aos desperdícios de espera, pois com a identificação e organização das equipes previamente reduzirá a ociosidade das frentes de manutenção.

O planejamento dos materiais, recursos e a definição de um *layout* permite que o transporte seja corretamente planejado, nivelado, eliminando o excesso de estoque e movimentação no local da grande parada.

Nascimento (2014) conclui que através de todas as etapas, das orientações e conclusões apresentadas na pesquisa, o *Lean Manufacturing* contribuirá para definir um modelo de planejamento de atividades mais adequado para as grandes paradas da empresa mineradora.

O trabalho do autor Duarte (2015) intitulado *Aplicação do Lean Manufacturing no setor de manutenção de subconjuntos de uma mineradora de grande porte* tem como objetivo estudar as características do *Lean Manufacturing* bem como as ferramentas e métodos da qualidade utilizada e levantar os benefícios e dificultadores do *Lean* no processo de trabalho do setor pesquisado.

A metodologia do trabalho buscou a abordagem de forma qualitativa, descritiva com aplicação do método de pesquisa de campo. Sete empregados lotados no setor de manutenção de subconjuntos foram selecionados de forma pelo critério de acessibilidade, ao probabilístico.

A coleta de dados se deu via entrevista semiestruturada e pesquisa documental. Os dados foram tratados de forma qualitativa, sendo codificados e analisados de maneira estruturada nos níveis estratégico, tático e operacional do setor de manutenção, utilizando-se a técnica de análise de conteúdo.

Foram entrevistados 2 gestores, 3 técnicos das unidades de oficina, contratos e planejamento de produção e controle de manutenção, 2 técnicos do suporte operacional.

A análise dos dados foi dividida em 3 etapas:

- 1) características do sistema *Lean* no setor de manutenção de subconjuntos;
- 2) identificação de ferramentas e métodos da qualidade;
- 3) pontos positivos e negativos para o processo de trabalho do setor de manutenção de subconjuntos.

O sistema *Lean*, que já é utilizado na empresa, no setor de manutenção de subconjuntos apresentou após entrevista com operadores, técnicos e gestores as seguintes características, segundo Duarte (2015):

- Aumento dos níveis de produção;
- Redução dos desperdícios;
- Otimização do tempo e espaço nos processos de serviço da oficina;
- Seleção dos processos com o desenho e mapeamento da cadeia de valor a fim de aumentar a qualidade dos processos;
- Identificação das atividades que agregam valor e as que não agregam valor;
- Do fluxo definido e via desenho e mapeamento da cadeia de valor identificou-se perdas existentes em cada etapa do processo;
- Necessidade de que os funcionários entendam a cultura do sistema *Lean*.

Na identificação das ferramentas e métodos de qualidade, após entrevista, foram observadas principalmente em relação ao *Lean Manufacturing* as aplicações do método 5S, Kanban, Kaizen. De acordo com Duarte (2015), o Kanban agiliza o processo da manutenção, antecipando os pedidos de materiais via fluxo de serviços nas oficinas; o programa 5S padroniza e organiza as oficinas agilizando a manutenção para montagens de componentes.

Nota-se, ainda, no 5S a descrição e execução das atividades, o responsável, o cumprimento dos prazos, reuniões constantes e durante o ano todo do comitê responsável pelo 5S, que visa implantar melhorias, organização, limpeza e manutenção efetiva do 5S na oficina.

Duarte (2015), em suas considerações finais, diz que o *Lean* apresenta função estratégica para aumentar os níveis de produção utilizando a mesma mão de obra, ajusta e aperfeiçoa os processos antecipando os pedidos de materiais para reformas dos componentes (caracterizando a produção puxada), identifica a cadeia de valor dos processos e as etapas que agregam valor às atividades (nivelando a produção), reduz os desperdícios e as perdas com material para montagem de componentes, redução do custo da manutenção e padrões mensuráveis da qualidade como reuniões, gráficos a fim de se enxergar os problemas e melhorar continuamente seus processos.

Como fator positivo, também, o *Lean* garante menor desperdício, redução do *lead time* e retrabalhos, redução de estoques e de movimentos desnecessários, aumenta a produtividade e qualidade, proporciona mudança cultural e autodisciplina, melhora a segurança, confiabilidade e qualidade na manutenção.

Como restrição, desafios de melhora da aplicação do *Lean Manufacturing* foram notados restrições ao sistema devido ao fator cultural e de resistência, pois o *Lean* incorpora novo método de trabalho. Ainda a falta de planejamento educação e identificação de gargalos para metodologia *Lean* geraram incertezas na equipe durante a implantação da manufatura enxuta.

A pesquisa desenvolvida por Oliveira (2015) intitulada *Aplicação de Lean Manufacturing na Orica Chemical Brasil* encontrou perdas de tempo e produtividade no setor de manufatura e manutenção da empresa.

O trabalho teve o objetivo de mostrar através das ferramentas do *Lean Manufacturing* a viabilidade, vantagens e ganhos nos setores de produção e manutenção na Orica.

Para manter a empresa competitiva, no mercado, estudos foram feitos para reduzir desperdícios de tempo e custos de produção. Além disso, para alcançar a melhoria da qualidade, o projeto buscou a redução dos sete tipos de desperdícios da manufatura enxuta (superprodução, tempo de espera, transporte, excesso de processamento, inventário, movimento e defeitos).

No contexto dos desperdícios foi notado, na empresa, elevada perda de hora produtiva, que era devido ao preenchimento de formulários e de ordens de serviços (OS). A perda produtiva ocorria entre cliente (setor de produção) e fornecedor (setor de manutenção

mecânica) e como forma de melhorar seus serviços internos, nivelando a prestação dos serviços, a empresa focou na redução do tempo de atendimento do setor mecânico ao cliente interno da empresa (setor de produção).

Diante dos problemas encontrados contramedidas foram propostas da seguinte forma:

- 1) Para combater a falta de costume em preencher a chamada para a OS: indica-se realizar treinamento para conhecimento da cultura do setor da empresa;
- 2) Quanto as dúvidas para preencher os formulários: pedir auxílio técnico dos responsáveis;
- 3) Aumentar o número de pessoas que ficarão responsáveis pelo preenchimento das OS;

Após, para implementação das ações planejadas e controle da manutenção, ocorreu à definição do responsável pela melhoria, a data de término da correção foi estipulada. Esta etapa permite controlar quem fez determinada atividade em prol do coletivo no setor de manutenção, o que exige comprometimento de todos os envolvidos o projeto.

Oliveira (2015) apresenta como resultado das ações planejadas, junto com a metodologia do *Lean Manufacturing*, que houve redução de 54% no tempo de atendimento e consequentemente na queda do tempo de parada da máquina.

Para que o projeto continue avançando em direção à melhoria contínua, todas as etapas do projeto devem ser monitoradas continuamente; logo, o pesquisador à medida que acompanha e resolve algum questionamento do projeto, se especializa cada vez mais para uma visão sistêmica e crítica para contribuir na melhoria contínua da empresa.

O autor, Oliveira (2015), salienta que os relatórios necessitam ser enxutos, não extensos, e de linguagem simplificada de tal sorte que todos possam entender claramente o que se orienta. Ademais, o aprendizado e troca de conhecimento deve ser estimulado e realizado de forma contínua entre os colaboradores da empresa com intuito de se alcançar resultados cada vez mais satisfatórios.

A pesquisa de Seidel (2015) denominada *Identificação das habilidades enxutas: um estudo exploratório em uma atividade de Troca Rápida de Ferramentas* tratou da análise do

pensamento e das habilidades enxutas em uma empresa multinacional do setor automobilístico.

O trabalho consiste de um estudo exploratório que objetiva propor uma estrutura de identificação e análise das habilidades do pensamento *Lean* na empresa estudada. Foi realizado um estudo de caso para validação da estrutura, utilizando as atividades de *setup* de uma célula de uma empresa do ramo automobilístico que mantém um sistema de pensamento enxuto há anos.

Para compreender a filosofia *Lean*, necessita-se de habilidades enxutas, que são definidas como aquelas baseadas em técnicas, cognitivas, sociais e comportamentais, que visam o alcance e a sustentação dos resultados desejados nas empresas. Para aprimorar as habilidades busca-se o desenvolvendo via treinamentos para formular melhores padrões de trabalho a cada evolução da equipe no trabalho.

No caso da empresa estudada, as habilidades enxutas propiciam a redução nos tempos para concluir uma tarefa, para promoção do nivelamento das atividades, o que viabiliza a produção de pequenos lotes em espaço de tempo curto.

Três colaboradores (um técnico de manufatura e dois operadores) com experiência da melhor célula produtiva, segundo escolha da empresa, no que tange resultados de qualidade, custo, entrega, segurança e participação dos funcionários, foram convidados para entrevista, a qual visava entender como o pensamento *Lean* influencia nas decisões dos entrevistados.

Os entrevistados passaram por três situações reais que desafiaram suas habilidades na tomada de decisão.

A primeira entrevista foi feita com o técnico de manufatura, com oito anos de atuação na célula, que foi desafiado a resolver problemas com o *setup* de um torno, do qual o operador necessitou de sua intervenção para fixação de ferramental.

Segundo Seidel (2015) durante entrevista com os três colaboradores foram identificados sessenta e quatro trechos das entrevistas, as quais foram agrupadas em dez habilidades do pensamento enxuto, conforme Tabela 2, na lista de habilidades enxutas observadas, a seguir:

Tabela 2: Lista de habilidades enxutas observadas

Habilidades Enxutas	Quantidade de trechos
1 saber analisar o problema e identificar a causa	15
2 identificar a necessidade de compartilhar problemas/dificuldades	13
3 identificar a necessidade de solicitar apoio	9
4 saber ajustar o equipamento	9
5 identificar a necessidade de aprendizado	6
6 identificar situações semelhantes em eventos passados	5
7 identificar a necessidade de ajuste no equipamento	3
8 identificar a necessidade de tomada de decisões para a solução do problema	2
9 identificar a necessidade de coleta de informações	1
10 identificar a necessidade de registros informais sobre o processo	1
Total	64

Fonte: SEIDEL, 2015.

Conforme a Tabela 2, os entrevistados desenvolveram diversas habilidades pela prática, que foi influenciada por iniciativas próprias por meio de mentoria da liderança e através de treinamentos formais, que para Seidel (2015) estão em conformidade ao que o STP propõe através da prática industrial no desenvolvimento de pessoas, onde as habilidades e solução de problemas são fundamentais para o desenvolvimento de um sistema de pensamento enxuto, que alcança a melhoria contínua com auxílio de pessoas capacitadas e bem selecionadas para desempenhar determinada função.

No trabalho foi notado que outras habilidades enxutas necessitam ser mais bem exploradas, pois o tempo de treinamento observado pelo autor da pesquisa mostrou jornada de 8h, o que é muito pouco em se tratando da discussão e troca de conhecimento entre a equipe, para que a melhoria contínua e novos padrões sejam implementados na empresa.

A identificação das habilidades enxutas auxiliam os coordenadores a encontrar melhores padrões de trabalho e treinamentos de equipe.

3 METODOLOGIA

Este capítulo visa abordar o tipo de pesquisa, materiais e métodos, variáveis e indicadores, e apresentar as considerações finais à metodologia a ser utilizada na pesquisa.

3.1 Tipo de pesquisa

O presente trabalho é de natureza qualitativa, comparativa e exploratória com base no procedimento de investigação bibliográfica.

Segundo Gil *apud* Nascimento (2014), a pesquisa qualitativa é caracterizada como aquela em que a análise dos fatos e significados, bem como a interpretação dos fenômenos é de responsabilidade do pesquisador, conferindo a ele inferir, não estatisticamente, o que fora coletado. Esse tipo difere conceitualmente da pesquisa quantitativa, que visa à transformação ou exposição das informações coletadas em métodos numéricos e estatísticos.

A abordagem exploratória consiste em investigar o porquê de um fenômeno, intervindo e propondo melhoria. Para Gil (2008), a pesquisa exploratória busca desenvolver, esclarecer e alterar ideias e conceitos, através de hipóteses ou formulação de problemas que servirão de base inicial para entendimento geral e aproximativo, que poderá contribuir para estudos posteriores mais aprofundados. Esta pesquisa, normalmente é empregada quando o assunto, ainda, não é bastante difundido na sociedade.

A pesquisa comparativa segundo Gil (2008) é a que precede de investigação das similaridades e diferenças entre indivíduos, classe, fenômenos e fatos. Essa pesquisa poderá apresentar elevado grau de generalização se utilizado procedimentos organizados e criteriosos.

3.2 Materiais e métodos

O presente trabalho, como forma de atender aos requisitos da investigação quanto à contribuição do *Lean Manufacturing* para os processos de gestão da manutenção, seguirá as etapas a seguir:

Investigar via revisão bibliográfica os conceitos e definições relativos a contribuição do *Lean Manufacturing* aplicado nos processos de gestão da manutenção;

Identificar via estado do conhecimento de múltiplos casos, a aplicabilidade do *Lean Manufacturing* na gestão da manutenção nos anos de 2012 até 2015;

Identificar a aplicação das ferramentas que corroboram na aplicação do *Lean* como melhoria contínua, método 5S, produção puxada, *just in time*, automação, nivelamento na gestão da manutenção mecânica.

Discutir e comparar os principais pontos relevantes que demonstram a aplicabilidade do *Lean Manufacturing* nas atividades da gestão da manutenção através de tabelas desenvolvidas no pacote *Office*.

3.3 Variáveis e indicadores

A variável do trabalho consiste em identificar como a contribuição do *Lean Manufacturing* para os processos da gestão da manutenção se faz presente nas empresas atualmente. Ademais, as variáveis do *Lean* se divide em metodologias 5S, PCM, GQT e em ferramentas da melhoria contínua – *Kaizen*, *just in time* – JIT, produção – *Kanban*, nivelamento – *Heijunka*, automação – *Jidoka*. A Tabela 3 apresentam as principais variáveis e indicadores do *Lean Manufacturing* aplicado na gestão da manutenção estudados em múltiplos casos.

Tabela 3: Variáveis e indicadores do *Lean Manufacturing*

VARIÁVEIS	INDICADORES
<i>Kaizen</i>	Qualidade do serviço, custo e tempo.
5S	Descarte, arrumação, limpeza, padronização, disciplina.
JIT	Custo, impactos na produtividade, flexibilidade, confiabilidade, velocidade de entrega.
<i>Kanban</i>	Demanda, resposta, coordenação.
<i>Jidoka</i>	Autonomia, redução das perdas.
<i>Heijunka</i>	Tempo de ritmo, nivelamento.

Fonte: Pesquisa Direta (2016).

3.4 Considerações finais

O capítulo 3 apresentou quais metodologias, tipos de pesquisas, variáveis e indicadores da pesquisa. As bases conceituais desse capítulo servirão para o aprofundamento, direcionamento e discussões dos estudos acerca da contribuição do *Lean Manufacturing* aplicado à gestão da manutenção nos próximos capítulos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da revisão bibliográfica e do estado do conhecimento (pesquisas realizadas entre 2012 e 2015) foi possível demonstrar a utilização das ferramentas, técnicas e métodos *Lean Manufacturing* aplicados dentro da perspectiva da gestão da manutenção.

Em relação à melhoria contínua, a Tabela 4 apresenta uma análise comparativa relacionada ao que as pesquisas demonstram.

Tabela 4: Aplicação do Kaizen no decorrer dos últimos anos

Melhoria Contínua – Kaizen			
2012	2013	2014	2015
<p>Sousa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - redução do <i>lead time</i> - motivação - elevação da produtividade - maior número de clientes atendidos 	<p>Godois:</p> <ul style="list-style-type: none"> - superação de dificuldades - contramedidas definitivas - melhora dos serviços 	<p>Lima:</p> <ul style="list-style-type: none"> - valorização de toda equipe - elevação da qualidade, dos índices de desempenho -eficiência -pode gerar conflitos entre funcionários 	<p>Duarte:</p> <ul style="list-style-type: none"> -proporciona novos hábitos - pode gerar conflitos entre funcionários
<p>Júnior:</p> <ul style="list-style-type: none"> - conhecimento do equipamento 	<p>Campanini:</p> <ul style="list-style-type: none"> - participação ativa do nível operacional 	<p>Volante:</p> <ul style="list-style-type: none"> - dedicação diária dos funcionários 	<p>Oliveira:</p> <ul style="list-style-type: none"> -capacitação contínua

<ul style="list-style-type: none"> - melhor manutenção autônoma - maior agilidade - elevação da eficiência dos equipamentos 	<ul style="list-style-type: none"> - grandes Melhorias 	<ul style="list-style-type: none"> - elevação da produtividade - motivação - redução de custos 	<ul style="list-style-type: none"> - elevação da experiência -visão crítica, sistêmica
		<p>Nascimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> -monitoramento do planejado - acompanhamento, medição, avaliação da execução 	<p>Seidel:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pessoas capacitadas - aumento dos treinamentos

Fonte: Pesquisa Direta (2016).

A Tabela 4 mostra a aplicação do Kaizen para os anos compreendidos entre 2012 a 2015, em trabalhos desenvolvidos por diversos autores.

A cerca da melhoria contínua, o autor Sousa (2012), em sua obra intitulada *Aplicabilidade dos princípios do Lean Manufacturing no setor de serviços: estudo em uma oficina mecânica de motos*, destaca que a filosofia da melhoria contínua contagiou não só o proprietário da oficina de motos como também os funcionários que perceberam que as ações do *Lean Manufacturing* foram fundamentais para reduzir o *lead time* da prestação de serviços, elevando a produtividade, com número de atendimentos aos clientes, acrescido de 12,5%, isto é, atendimento de 18 para 24 unidades de motos por dia.

Sousa (2012) observou que a proposta de padronização via *Lean Manufacturing* possibilitou à empresa de motos enxergarem problemas, identificando soluções e aprendizado para as próximas solicitações de serviços.

Júnior (2012), no trabalho intitulado *Proposta de Aumento de Eficiência Fabril por Meio da Manutenção Produtiva Total em uma Empresa Fabricante de Embalagem de Alumínio* utilizou a melhoria contínua em várias etapas desde a limpeza de componentes, parte do 5S, até a etapa da autogestão dos equipamentos, onde o funcionário que receber treinamento adequado e conhecimento a respeito dos equipamentos poderá prover uma melhor manutenção autônoma, agindo com rapidez frente a uma anomalia, elevando a eficiência global dos equipamentos.

Godois (2013), no trabalho intitulado *Manutenção produtiva total no processo de usinagem de conexões empresa TUPY S. A.* indica que a superação das dificuldades e melhoria contínua só será possível se os problemas antigos forem superados, sem discriminar quem tenha provocado uma falha na empresa, mas sim encarar as falhas que tal modo a encontrar contramedidas definitivas que proporcionem melhorias futuras dos serviços prestados.

Campanini (2013), em seu trabalho intitulado *Manufatura enxuta para melhoria da eficiência empresarial: uma aplicação da troca rápida de ferramentas e kanban em uma empresa fabricante de eletrodomésticos* diz que a melhoria contínua só será obtida via participação do nível operacional, pois é no chão de fábrica que as grandes mudanças ocorrem.

Da pesquisa de Lima (2014) intitulada *OEE: Utilizando conceitos para medir a eficácia de uma equipe de manutenção*, que objetiva a análise da eficácia global da equipe (OTE - *Overall Team Effectiveness*) a busca pela melhoria contínua na empresa, durante as atividades, pontos positivos foram observados que incluem: a valorização da equipe (todos os envolvidos), a adequação da equipe as necessidades de buscar sempre o melhor para atingir metas estipuladas. Já os pontos negativos encontrados foram referentes às relações pessoais devido ao conflito de geração com a quebra de paradigmas, que ocorreram durante aplicação dos novos conceitos *Lean* e de MPT na empresa.

Lima (2014) entende que a empresa promoveu muitos treinamentos da equipe, com orientação na motivação da equipe e entendimento do futuro organizacional, visando à

melhoria contínua, elevação da qualidade, dos índices de desempenho e eficiência. Segundo Lima (2014), através dos esforços das pessoas, o sucesso de qualquer programa/ metodologia pode ser alcançado.

Como apresentado em Lima (2014) pode-se observar que a quebra de paradigma só será alcançada efetivamente quando a empresa orientar, treinar e apresentar claramente o porquê das ações *Lean* no setor de serviços de manutenção da empresa, de tal sorte a não deixar dúvidas aos colaboradores envolvidos com a manutenção.

Como restrição, Duarte (2015), assim como Lima (2014) alerta aos desafios de melhora da aplicação do *Lean Manufacturing*, onde foram notadas restrições ao sistema devido ao fator cultural e de resistência, pois o *Lean* incorpora novo método de trabalho.

Volante (2014) a pesquisa intitulada *Implantação do sistema de produção enxuta na manutenção preventiva de filatórios open-end, utilizando técnicas do TPM* afirma que O sucesso do *Lean Manufacturing* depende da dedicação diária dos funcionários, que devem ter foco na melhoria contínua em cada etapa da manutenção. Além disso, o *Lean* contribuiu para uma produção mais estável, elevando a produtividade, a motivação dos colaboradores e a redução de custos.

O autor Nascimento (2014) na pesquisa intitulada *Lean Manufacturing: estudo sobre a contribuição do método para o planejamento e programação das grandes paradas* diz que para a garantia de melhoria contínua, todo o planejamento deve ser monitorado. Logo, as equipes definidas para garantir a melhoria contínua deve prover o acompanhamento, medição e avaliação do planejamento durante sua execução, assim, irão contribuir para identificação e correção de desvios que posteriormente poderão ser tratados como lições aprendidas.

Na pesquisa de Oliveira (2015) intitulada *Aplicação de Lean Manufacturing na Orica Chemichal Brasil*, a melhoria contínua é apresentada como aquela que só pode ser alcançada através da capacitação contínua, elevação da experiência, visão crítica e visão sistêmica mais apurada decorrente da rotina de trabalho, como também via monitoramento contínuo do projeto implementado.

A pesquisa de Seidel (2015) denominada *Identificação das habilidades enxutas: um estudo exploratório em uma atividade de Troca Rápida de Ferramentas* propõe que, de acordo com o *Lean Manufacturing*, através da prática industrial no desenvolvimento de

peças, onde as habilidades e solução de problemas são fundamentais para o desenvolvimento de um sistema de pensamento enxuto, que se alcança a melhoria contínua com auxílio de pessoas capacitadas e bem selecionadas para desempenhar determinada função.

Seidel (2015) observa que a melhoria contínua pode ser aprimorada com a elevação do número de horas de treinamento, que segundo o autor foi ínfima, totalizando 8h.

Os autores destacaram a importância de se buscar a melhoria contínua nas empresas. Essa busca só será possível através de treinamentos direcionados a todos os envolvidos nas atividades de manutenção. O monitoramento, a aquisição de experiência por parte dos funcionários ao longo dos anos, e discussões de melhorias entre a equipe envolvida na manutenção facilitará o alcance de melhores resultados.

Em relação ao 5S, a Tabela 5 apresenta uma análise comparativa relacionada ao que as pesquisas demonstram entre os anos 2012 e 2015.

Tabela 5: Aplicação observada do 5S no decorrer dos últimos anos

5S			
2012	2013	2014	2015
<p>Sousa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - falta de organização de ferramental - perda de tempo para localização - layout mal Planejado - perda de tempo na movimentação de pessoas <p>Júnior:</p> <ul style="list-style-type: none"> - limpeza e descarte - organização do <i>layout</i> - padronização 	<p>Godois:</p> <ul style="list-style-type: none"> - padronização da limpeza - redução das perdas de tempo no reparo 	<p>Nascimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - organização do espaço de trabalho - sinalização adequada - prevenção de acidentes 	<p>Duarte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - padronização - disciplina

Fonte: Pesquisa Direta (2016).

Da Tabela 5, o método 5S foi abordado no trabalho de Sousa (2012), na pesquisa o método é apresentado como aquele que resolve problemas como falta de organização de ferramentas de serviço, que leve tempo para encontrá-las e como consequência em perdas de tempo na realização do serviço; motos em espera localizados em layout inconveniente, ocupando muito espaço e gerando atraso nas movimentações internas de pessoas.

Como se pode observar, o 5S além de possibilitar organização de ferramental remete ao tempo de ritmo, do qual os funcionários desperdiçavam tempo na procura de material adequado e no deslocamento dentro da oficina, que possui layout desfavorável ao deslocamento mais rápido devido ao grande número de motos que ficavam estocadas na oficina.

Júnior (2012) promove o 5S através da política de limpeza para utilização dos equipamentos e organização do espaço de trabalho, a empresa busca a eliminação de problemas causados por detritos de matéria-prima e de sujeira proveniente do meio ambiente como também permite melhor contato manual, visualização e detecção de pequenas anomalias dos equipamentos.

Para Júnior (2012), após etapa de limpeza, há etiquetagem das anomalias, identificadas em cores, para organizar as atribuições possíveis ao operador, mecânico, eletricista ou por alguém da eletrônica.

O autor Júnior (2012) aborda as quatro primeiras etapas do 5S, limpeza, descarte, organização, padronização, no primeiro momento de aplicação da metodologia como forma de detecção de anomalias na empresa. Conforme literatura apresentada no item 2.3.2, método 5S, a etapa da disciplina poderá ser alcançada, somente, após manutenção sistêmica e rotineira de todas as outras etapas do 5S a fim de que se busque padronização e nível de qualidade do serviço planejado para o 5S.

Godois (2013) propõe padrões de limpeza pesada dos equipamentos para facilitar o trabalho da equipe de manutenção reduzindo o tempo gasto para reparo.

A padronização da limpeza anterior ao reparo promovido pela equipe de manutenção contribuiu para a redução das perdas de tempo, conforme o *Lean Manufacturing* exige, no reparo dos equipamentos para a equipe de manutenção, que só necessita preocupar com a execução direta da manutenção dos equipamentos.

Assim como Sousa (2012) e Júnior (2012), Nascimento (2014) preocupa-se com *layout* de trabalho adequado. Nascimento (2014) destaca que a equipe de planejamento não

avaliou um *layout* mais eficiente e produtivo para a disponibilização de recursos, como a metodologia 5S prevê, e que foi observada a falta de sinalização, isolamento adequado para evitar possíveis acidentes na área de manutenção da empresa estudada.

Duarte (2015) afirma que o programa 5S padroniza e organiza as oficinas, agilizando a manutenção para montagens de componentes. Durante o ano todo, um comitê fica responsável pelo 5S, e que tem como premissa implantar melhorias, organização, limpeza e manutenção efetiva do 5S na oficina.

Do autor, Duarte (2015), percebe-se em seu trabalho, que o 5S, na empresa estudada, está em estágio mais avançado do que os outros trabalhos citados neste capítulo, pois em seus estudos a empresa, além de gerar padrões para as atividades já possui disciplina para discussões de padrões estabelecidos e que necessitam de melhoria. Nota-se, ainda, que o comitê do 5S atua de forma crítica e compromissada, o que eleva a qualidade dos serviços de manutenção da oficina.

A Tabela 6, a seguir, apresenta a aplicação do *just in time* no decorrer dos anos de 2012 a 2015, em trabalhos pesquisados.

Tabela 6: Aplicação observada do *just in time* no decorrer dos últimos anos

Just in Time - JIT			
2012	2013	2014	2015
	Campanini: - redução do <i>setup</i> total - diminuição do desperdício de tempo		

Fonte: Pesquisa Direta (2016).

Da Tabela 6, Campanini (2013) diz que através do JIT, as atividades de *setup* interno (ocorre quando a máquina está parada) foram reduzidas em 68%. Além do *setup* interno, identificou-se que outros 28% do *setup* total representavam desperdícios de tempo.

Os ganhos de tempo no *setup* contribuem para redução dos custos, produtividade, velocidade de entrega do serviço gerando confiabilidade das tarefas executadas pela equipe de manutenção.

Em relação ao *Kanban*, a Tabela 7 apresenta uma análise comparativa relacionada ao que as pesquisas demonstram.

Tabela 7: Aplicação observada do *Kanban* observada nos últimos anos

Produção Puxada – <i>Kanban</i>			
2012	2013	2014	2015
	Campanini: - redução de itens em estoques		Duarte: - agilidade no processo de manutenção - melhor do fluxo de serviços

Fonte: Pesquisa Direta (2016).

Através da Tabela 7, Campanini (2013) afirma que os cartões *kanban* foram adotados como forma de reduzir os estoques. E como resultado houve diminuição em 50% em estoque. Já, Duarte (2015), diz que o cartões *kanban* agilizam o processo da manutenção, antecipando os pedidos de materiais via fluxo de serviço, que se torna melhor nas oficinas.

O conceito da produção puxada auxilia tanto a produção como a manutenção, pois a equipe de manutenção poderá planejar melhor suas atividades de acordo com a solicitação de outros setores da empresa.

Na produção puxada com a utilização do JIT, há redução de ferramental e materiais estocados em uma empresa. Ainda, sabe-se que, muitos materiais poderão sofrer desgastes, avarias se estocados por muito tempo.

Em relação ao nivelamento, a Tabela 8 apresenta uma análise comparativa relacionada ao que as pesquisas demonstram.

Tabela 8: Aplicação observada do Nivelamento no decorrer dos anos

Nivelamento - Heijunka			
2012	2013	2014	2015
	Godois: - melhora nos resultados	Volante: - avaliação dos movimentos desnecessários	Seidel: - redução do tempo de tarefa - pequenos lotes em tempo curtos
			Duarte: - identificar atividades que agregam valor - reduz desperdícios

Fonte: Pesquisa Direta (2016).

É possível observar na Tabela 8, o autor Godois (2013) acredita que do nivelamento dos serviços, melhores resultados no setor de manutenção poderão ser alcançados. Para Volante (2014), para a análise dos tempos e métodos melhores é necessário que se inclua análise de movimentações desnecessárias na manutenção como forma de promover um nivelamento mais efetivo nas atividades.

Seidel (2015) cita o nivelamento de atividades como resultado do desenvolvimento das habilidades enxutas que propiciam a redução dos tempos para realizar uma tarefa.

Duarte (2015) aponta que do fluxo definido, via desenho e mapeamento da cadeia de valor identificou-se perdas existentes em cada etapa do processo de manutenção de subconjuntos de uma mineradora. Além disso, o autor identifica a cadeia de valor dos processos e as etapas que agregam valor às atividades (nivelando a produção), o que reduz os desperdícios e as perdas com material para montagem de componentes.

O autor Volante (2014) e Duarte (2015) indicam que o nivelamento é mais bem definido quando se analisam os desperdícios quanto da movimentação desnecessária e na identificação das atividades que agregam valor.

Nota-se que um nivelamento de prestação de serviço adequado, permite a empresa mensurar o número de clientes atendidos em determinado espaço de tempo e de acordo com a variada demanda dos clientes.

A metodologia da autonomia não foi abordada de forma expressiva nos artigos apresentados no item 2.5, mas vale salientar que para prevenir a perda de lotes de produção e para garantir a segurança dos trabalhadores indica-se além, das empresas realizarem orientações aos trabalhadores de práticas mais seguras, prover o desenvolvimento de dispositivos que pare uma atividade assim que uma anomalia ou falha ocorra.

Em relação ao *Lean Manufacturing*, a Tabela 9, apresenta uma análise comparativa relacionada ao que as pesquisas demonstram.

Tabela 9: Aplicação observada do Lean Manufacturing no decorrer dos anos

<i>Lean Manufacturing</i>			
2012	2013	2014	2015
<p>Sousa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - padronização das atividades - aprendizado contínuo - solução de problemas - redução na de tempo de entrega de serviço 	<p>Godois:</p> <ul style="list-style-type: none"> - o MPT atua em consonância com a manufatura enxuta - elevação da produtividade e competitividade - redução do número de paradas, dos custos de manutenção - identificação da causa raiz - determinação de contramedidas 	<p>Lima:</p> <ul style="list-style-type: none"> - investimento nas pessoas - elevação do desempenho, eficiência e da qualidade 	<p>Oliveira:</p> <ul style="list-style-type: none"> - redução no tempo de atendimento e de parada das máquinas - troca de conhecimento - orientações, relatórios escritos com linguagem objetiva, clara e simples

<p>Júnior:</p> <ul style="list-style-type: none"> - necessidade de investimento em capital social - redução de desperdícios - elevação de desempenho da equipe 	<p>Campanini:</p> <ul style="list-style-type: none"> - redução de gargalos de produção, horas trabalhadas e estoques - levantamento de dados - treinamentos - padronização das atividades 	<p>Volante:</p> <ul style="list-style-type: none"> - produção estável - elevação da produtividade e motivação dos colaboradores - redução dos custos 	<p>Seidel:</p> <ul style="list-style-type: none"> - aprimorar habilidades - treinamentos - melhorar padrões de serviços
		<p>Nascimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - contribui para o planejamento e execução em grandes paradas de manutenção futura - redução dos desperdícios decorrente do planejamento e execução - melhoria contínua - correção dos desvios - redução dos estoques - movimentação adequada 	<p>Duarte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - redução do desperdício, <i>lead time</i>, retrabalhos, estoques e de movimentos desnecessários - eleva a produtividade e qualidade - mudança cultural e autodisciplina, segurança, confiabilidade qualidade na manutenção

Fonte: Pesquisa Direta (2016).

É possível observar na Tabela 9 que Sousa (2012) destaca a proposta de padronização das atividades visou prevenir o reaparecimento do problema e obter um aprendizado contínuo para próximas soluções de problemas através da filosofia *Lean*.

Sousa (2012) realizou a análise do Mapa de Valor de Tempo apontando as atividades que agregam valor ou não a um serviço. Dessas atividades percebeu-se que ocorreram em uma oficina desperdícios necessários para prestação de serviço de atendimento ao cliente, na espera dos clientes para receber suas motos, e atividades de internas na oficina que agregam valor ao serviço da equipe da mecânica como avaliação da moto e execução do serviço as motos.

Percebe-se que Sousa (2012), em seu trabalho, indica preocupação em prestar um bom serviço de manutenção em tempo curto de tempo, de forma a deixar o cliente satisfeito. Para uma evolução das atividades de manutenção, a experiência no decorrer do tempo se faz necessário de tal sorte que a equipe poderá melhorar seus padrões, para cada melhoria e redução de desperdícios alcançados que são necessários para a aplicação do *Lean Manufacturing* nos processos de manutenção.

Para Júnior (2012) embora encontrado muita melhoria nos serviços de manutenção, a empresa, necessita promover alto investimento em capital social e metodologia de trabalho que busque a redução de desperdício de material, tempo e que evite o baixo desempenho pessoal.

O investimento em capital social citado por Júnior (2012) consiste em promover maiores treinamentos e demandar tempo para que ocorra alinhamento de conhecimento entre os envolvidos.

Godois (2013) afirma que a consonância entre MPT e o pensamento enxuto poderá promoverá alcance de resultados positivos, na garantia da produtividade e competitividade.

O MPT auxilia na elevação da confiabilidade dos equipamentos e visa a elevação da OEE, fatores que corroboram para aplicação do *Lean Manufacturing* na manutenção.

Como resultado da pesquisa de Godois (2013) destaca-se a redução dos custos de manutenção, do número de paradas para manutenções corretivas, motivação e maior integração os membros da equipe, identificação da causa raiz de um problema e determinação de contramedidas necessárias para combatê-la.

Campanini (2013) aplicação do *Lean Manufacturing* é necessário quando um setor possui gargalo na prestação de serviço e da produção, trabalho com horas extras, estoques

grandes devido a uma produção que exija muitas manutenções e paradas, além de baixa flexibilidade nas atividades.

O caminho crítico da empresa pode representar em grande perda devido uma parada ou demora na execução de um serviço. Aquele deve ser prioritariamente estudado para que perdas de produção, atrasos na entrega de um produto final não ocorra.

Campanini (2013) destaca que para uma aplicação do *Lean*, através de estudos bibliográficos e treinamentos específicos e detalhados, padronizações das atividades foram alcançados pela equipe de manutenção.

Lima (2014) destaca que através da relação entre eficiência, desempenho, qualidade de serviços realizados por equipes de manutenção inspirados pela filosofia *Lean*, uma empresa terá destaque nos recursos humanos, pois, este que será o principal responsável pela elevação dos índices de produção da empresa.

De maneira análoga as conclusões de Lima (2014), Volante (2014) diz que o sucesso do *Lean Manufacturing* depende da dedicação diária dos funcionários, que devem ter foco na melhoria contínua em cada etapa. Volante (2014) diz ainda, que o *Lean* contribuiu para uma produção mais estável, elevando a produtividade, a motivação dos colaboradores e a redução dos custos.

Nascimento (2014) conclui que através de todas as etapas, das orientações e conclusões apresentadas na pesquisa, o *Lean Manufacturing* contribuirá para definir um modelo de planejamento de atividades mais adequado para as grandes paradas da empresa.

Para Nascimento (2014), a manufatura enxuta provoca redução dos desperdícios decorrente do planejamento e execução, melhoria contínua, correção dos desvios, redução do volume dos estoques, definição da movimentação adequada na área da grande parada de manutenção.

Oliveira (2015) conclui que através da metodologia, *Lean Manufacturing*, houve redução de 54% no tempo de atendimento, queda do tempo de parada da máquina.

O autor, Oliveira (2015), salienta ainda que os relatórios necessitam ser enxutos, não extensos, e de linguagem objetiva, simplificada, de tal sorte que todos possam entender claramente o que se orienta. Ademais, o aprendizado e troca de conhecimentos devem ser

estimulados e realizados de forma contínua entre os colaboradores da empresa com intuito de se alcançar resultados cada vez mais satisfatórios.

Destaca-se, ainda que, a melhoria dos serviços prestados se dá via aperfeiçoamento das equipes e que esta deve, preferencialmente, permanecer trabalhando na empresa por vários anos, a fim de melhorar padrões, trocar informações e aprendizado entres os envolvidos no trabalho. Logo, uma empresa que possui pessoas desmotivadas não terá aplicação efetiva e satisfatória da manufatura enxuta na manutenção da empresa.

Para Seidel (2015), a filosofia *Lean*, possibilita aprimorar as habilidades, desenvolvendo-as via treinamentos, melhorar padrões a cada evolução da equipe no trabalho.

De modo análogo a Nascimento (2014), Duarte (2015) diz que o *Lean* apresenta função estratégica para aumentar os níveis de produção utilizando a mesma mão de obra, ajusta e aperfeiçoa os processos antecipando os pedidos de materiais para reformas dos componentes (caracterizando a produção puxada), identifica a cadeia de valor dos processos e as etapas que agregam valor às atividades (nivelando a produção), reduz os desperdícios, como exemplo, para montagem de componentes, redução do custo da manutenção e melhorar continuamente seus processos.

Duarte (2015) ainda afirma que o *Lean* garante menor desperdício, redução do *lead time* e retrabalhos, redução de estoques e de movimentos desnecessários, aumenta a produtividade e qualidade, proporciona mudança cultural e autodisciplina, melhora a segurança, confiabilidade e qualidade na manutenção.

De forma semelhante à Sousa (2012) e Campanini (2013), no que se refere para a identificação e melhor plano de atividades no caminho crítico na empresa, Duarte (2015) afirma que ainda há falta de planejamento, educação na identificação de gargalos quando da prestação de serviços e de produção, para aplicação da metodologia *Lean*, que geraram incertezas na equipe, durante a implantação da manufatura enxuta.

Ainda o autor Sousa (2012) e Duarte (2015) destaca a identificação de gargalos na prestação de serviços como forma de desenvolver melhor a aplicação do *Lean Manufacturing* nos processos de gestão da manutenção. Com isso, destaca-se a necessidade da orientação e apresentação das melhores atividades de manutenção pelos gestores de responsáveis pelo setor de manutenção da empresa.

A maioria dos autores estudados, na gestão da manutenção, destaca o papel importante da gestão de pessoas. Como observado nos trabalhos, a motivação, o treinamento adequado com linguagem clara e objetiva contribuem para melhor entendimento de todos os envolvidos na manutenção corroborando para alcance das metas estabelecidas no planejamento da manufatura enxuta na manutenção.

O *Lean Manufacturing* aplicado na gestão da manutenção com foco em resultados e motivação, valoriza as pessoas, e não se orienta trabalhar com a filosofia do desemprego, pois este fator poderá desestabilizar e desmotivar a equipe de manutenção, o que se busca é eliminação de excessos na prestação de serviços na manutenção e por seguinte garantir ganhos na produção.

5 CONCLUSÃO

Por meio de revisão bibliográfica e estado do conhecimento, o presente trabalho buscou avaliar a contribuição do *Lean Manufacturing aplicado à gestão da manutenção* nos anos de 2012 até 2015.

Após vários acessos a fontes de busca, percebeu-se que a aplicação da manufatura enxuta no setor de manutenção ainda é pouco explorada se comparada ao grande número de pesquisas publicadas a respeito do *Lean Manufacturing* nos processos de produção, onde muitas vezes ao debruçar sobre o assunto, vários autores tendem a fazer uma abordagem mais direcionada às linhas de produção para geração de bens de consumo em detrimento às atividades de manutenção.

Como a manutenção envolve a prestação de serviços a clientes internos (setor de produção) e clientes externos (pessoas físicas, etc.), a aplicação do *Lean Manufacturing* possibilita várias melhorias no setor de manutenção, que carece de metodologias específicas para coordenar e difundir metodologias efetivas de redução de desperdícios.

Como observado no estado de conhecimento, pequenos ajustes e planejamentos inspirados na filosofia *Lean* alcançam resultados expressivos nas organizações conferindo dentre outros fatores, serviços com melhor qualidade e tempo de entrega ao cliente.

Os múltiplos casos estudados indicam que a filosofia *Lean* pode ser aplicada em associação com a gestão da manutenção para atingir a melhoria contínua, elevação da produtividade e redução/eliminação dos desperdícios, confiabilidade dos equipamentos e qualidade dos serviços.

A utilização da metodologia da manufatura enxuta é utilizada nas empresas de forma fragmentada, como podemos observar na pesquisa do estado de conhecimento, as empresas utilizam algumas ferramentas do *Lean* para alcance de seus objetivos.

Respondendo o problema da pesquisa:

Qual a contribuição do *Lean Manufacturing* aplicado à gestão da manutenção?

Tem-se que, o *Lean Manufacturing* é aplicável aos processos de gestão da manutenção e que propiciou melhores ritmos de trabalho com o nivelamento dos serviços de manutenção;

redução dos estoques; redução no número de paradas não planejadas para manutenção corretiva; redução dos desperdícios; ganhos de produtividade; ganhos econômicos; melhor capacitação, elevação da motivação e satisfação dos funcionários, que representam fator principal para promover a melhoria contínua nas empresas, corroborando para o sucesso na aplicação do *Lean Manufacturing* a processos de gestão da manutenção nas empresas.

6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Avaliar a contribuição do *Lean Manufacturing* aplicado à gestão da manutenção ao longo das últimas décadas, desde sua implementação até os dias atuais, como forma de avaliar a evolução da metodologia.

Avaliar a aplicabilidade do *Lean Manufacturing* e Eficiência Global do Equipamento (OEE) na gestão da manutenção.

7 BIBLIOGRAFIA

BAZI, F. L., TROJAN, F. *Análise de falhas: uma visão holística da melhoria contínua através da manutenção produtiva total (TPM) em um estudo de caso*. Gestão da Produção e Logística. Revista ADMPG Gestão Estratégica, Ponta Grossa, v. 7, n. 2, p.51-61, 2014.

BESSANT, J., CAFFYN, S., GALLAGHER, M. *An evolutionary model of continuous improvement behavior*. Technovation. v. 21, n. 1, p. 67-77, 2001.

BORMIO, M. R. *Manutenção Produtiva Total (TPM)*. Cenpro: Curso de Especialização em Engenharia de Produção, 2000.

BRITO, A. J. *A inteligência da produção enxuta*. VI SEMEAD. Ensaio de Administração Geral. Campinas, São Paulo, 1999. Disponível em:<
<http://www.ead.fea.usp.br/semead/6semead/ADM%20GERAL/040Adm%20-%20A%20Intelig%EAncia%20da%20Produ%EAo%20Enxuta.doc>> Acessado em: 10/04/2015.

CAMPANINI, H.C., et al. *Manufatura enxuta para melhoria continua da eficiência empresarial: uma aplicação da troca rápida de ferramentas e kanban em uma empresa fabricante de eletrodomésticos*. XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Salvador, BA, Brasil, 2013.

CAMPOS, V. F. *TQC - Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)*. 3ª edição - Fundação Christiano Ottoni – 1992.

COSTA, M. A. *Gestão estratégica de manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional*. Trabalho de conclusão de curso de Graduação em Engenharia de Produção–Universidade Federal de Juiz de Fora. UFJF, Minas Gerais, 2013. 103 f.

DEMING, W. E. *Qualidade: a revolução da administração*. Rio de Janeiro: Saraiva, 1990.

DUARTE, A. R. S., et al. *Aplicação de Lean Manufacturing no setor de manutenção de subconjuntos de uma mineradora de grande porte*. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Fortaleza, CE, Brasil, 2015.

FERRAZ, J. A. C. B. *Manufatura enxuta: o caso de Becton Dickinson*. Monografia submetida à coordenação de curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Juiz de Fora. UFJF, Minas Gerais, 2006. 42 f.: il.

FERREIRA, F. P. *Análise da implantação de um sistema de manufatura em uma empresa de autopeças*. Taubaté: UNITAL, São Paulo, 2004. 178f.:il.

FOGLIATTO, F. S. *Confiabilidade e manutenção industrial*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 3ª Edição, São Paulo: Atlas, 1996.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Atlas, 1999.
Gil, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social / Antonio Carlos Gil*. - 6. ed. São Paulo : Atlas, 2008.

GODOIS, A. R. *Manutenção produtiva total no processo de usinagem de conexões empresa TUPY S.A.* Trabalho de conclusão do curso de Pós Graduação *Latu Sensu* em Engenharia de Produção. UNIVILLE, Joinville, Brasil, 2013.

IMAI, M. *Kaizen - A Estratégia para o Sucesso Competitivo*. São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais, 1988.

NIIMI, A. *Sobre o Nivelamento (heijunka)*. Adaptado de discurso proferido para a “*Manufacturing Week*”. Tradução: Odier Tadashi. Chicago, Fev., 2004.

JÚNIOR, A. S. M., et al. *Proposta de aumento de eficiência global fabril por meio da manutenção produtiva total em uma empresa fabricante de embalagem de alumínio*. XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Bento Gonçalves, RS, Brasil, 2012.

JURAN, J. M. *Juran planejando para a qualidade*. São Paulo: Editora Pioneira, 1990.

KNIBERG, H. *Kanban vs. Scrum: Making the most of both*. 2009. Disponível em: <<https://www.crisp.se/file-uploads/Kanban-vs-Scrum.pdf>> Acesso em: 03/03/2016.

LIMA, E. C. O., ZARATIN, M. H. *OEE: utilizando conceitos para medir a eficácia de uma equipe de manutenção*. SIMPOI, 2014.

MARX, K. *O capital: crítica da economia política*. Tradução de Regis Barbosa e Flávio R. Kothe. 3. Ed. São Paulo: Nova Cultura, 1988.

MOBLEY, R. K., HIGGINS, L. R., WIKOFF, D. J. *Maintenance Engineering Handbook*. 7 ed. rev. Estados Unidos da América, 2008.

MOLINA, R.M. *Aplicação de técnicas e princípios da manufatura enxuta em uma empresa do vestuário: um estudo de caso*. Monografia submetida à coordenação do curso de Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Medianeira, 2014. 77 f.:il.

NASCIF, J., DORIGO, L. C. *A importância da Gestão na Manutenção ou Como evitar “armadilhas” na Gestão da Manutenção*. Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Manutenção 2005, Revisado 2013. Disponível em: <<http://www.tecem.com.br/wp-content/uploads/2013/03/a-importancia-da-gestao-na-manutencao-parte-i-Tecem.pdf>> Acesso em 28/05/2016.

NASCIMENTO, M. G. *Lean manufacturing: estudo sobre contribuição do método para o planejamento e programação das grandes paradas*. Ouro Preto: Redemat, Minas Gerais, 2014. 59 f. il.

NORDIN, N., et al. *A framework for organizational change management in lean manufacturing implementation*. International Journal of Services and Operations Management, vol. 12, n. 1, 2012.

OHNO, T. *O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala*. Porto Alegre, RS: Bookman, 1997. xiii, 149 p.

OLIVEIRA, F. A. R., et al. *Aplicação de Lean Manufacturing na Orica Chemical Brasil*. Revista de Gestão e Tecnologia, Centro Universitário Salesiano de São Paulo (UNISAL), São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.revista.unisal.br/lo/index.php/reget>> Acesso em: 16/01/2016.

PINTO, A. K., XAVIER, J. A. N. *Manutenção: função estratégica*. Rio de Janeiro: Qualitymak, 2001.

REIS, R. A. *Tempos de Resfriamento e Aquecimento: Repercussão no desempenho da manutenção na indústria siderúrgica*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)-Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2009. Disponível em: <<http://www.pg.utfpr.edu.br/dirppg/ppgep/dissertacoes/arquivos/136/Dissertacao.pdf>> Acessado em: 07/12/2015.

SANTOS, J., et al. *Otimizando a produção com a metodologia LEAN*. Coleção Hemus Produção. São Paulo: Editora Leopardo, 2009, p 8-9.

SEIDEL, A., SAURIN, T. A. *Identificação das habilidades enxutas: um estudo exploratório em uma atividade de troca rápida de ferramentas*. Produto e Produção, vo.1 16 n.3, p. 32-42, set. 2015.

SILVA, D. V. S., SANTOS, A. O., NETO, P. S. *Os benefícios do uso de kanban na gerência de projetos de manutenção de software*. VIII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação. Teresina, PI, Brasil, 2012.

SLACK, N., CHAMBERS, S., JOHNSTON, R. *Administração da Produção*. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SOUSA, D. G., SILVEIRA, L. F., BAGNO, R. B. *Aplicabilidade dos princípios do Lean Manufacturing no setor de serviços: estudo em uma oficina de motos*. XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Bento Gonçalves, RS, Brasil, 2012.

SOUZA, M. S., SANTANA, R. S. *A importância do planejamento e controle da manutenção: um estudo na Afla indústria de bebidas*. Revista Eletrônica da Faculdade José Augusto Vieira, 2008.

TUBINO, D. F. *Planejamento e controle da produção: teoria e prática*. 1. ed. 2. reimpr., São Paulo: Editora Atlas S. A., 2008.

VERRI, L. A. *Gerenciamento pela qualidade total na manutenção industrial: aplicação prática*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2007.

VIANA, H. R. G. *PCM: Planejamento e controle da manutenção*. 1ª Ed. Rio de Janeiro: Qualimarck, 2002.

VOLANTE, O. C. F. *Implantação do sistema de produção enxuta na manutenção preventiva de filatórios open-end, utilizando técnicas do TPM*. MBA Gestão da Qualidade e Engenharia da Produção, Instituto de Pós-Graduação – IPOG. Cuiabá, MT, 05 de setembro de 2014.

WORMACK, J. P., JONES, D. T. *A máquina que mudou o mundo*. Ed. Campus, Rio de Janeiro, Brasil, 1990.

XENUS, H. G. *Gerenciando a manutenção produtiva: o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade*. Belo Horizonte: Editora DG, 1998.

XENUS, H. G. *Gerenciando a manutenção produtiva*. Nova Lima: INDG, 2004.

ZAWISLAK, P. A., et al. *A produção enxuta e novos padrões de fornecimento em três montadoras de veículos no Brasil*. São Paulo: Anais do XXI Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica, 2000. v. único.