

ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO E PRINCÍPIOS DO *LEAN MANUFACTURING*

Estefani Silva Rocha (Universidade de Franca)
estefani_@hotmail.com

Brena Bezerra Silva (Universidade de Franca)
Bezerra.brena@yahoo.com.br

Paulo Renato Pakes (Universidade Federal de São Carlos)
paulopakes@gmail.com



A necessidade de novas tecnologias e desenvolvimento dos processos de fabricação capazes de operar de maneira rápida e competitiva, mas gerando poucas falhas, está cada vez maior. Além disso, existe a necessidade de melhoria nos processos produtivos, onde muitos gestores começaram a procurar medidas para melhorar a qualidade de seus produtos e reduzir os custos de fabricação. Para isso, o Lean Manufacturing (LM) surgiu como uma estratégia de fabricação avançada para fornecer melhoria da produtividade, maximização da qualidade e eliminação de resíduos. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho é descrever o desenvolvimento do Lean Manufacturing e os principais benefícios alcançados. Para tanto, foi desenvolvido um estudo de caso em uma empresa do setor de aviação. A metodologia utilizada foi um estudo de caso único. A empresa passou a focar nos princípios do sistema implantado, conseguindo eliminar ou minimizar tudo que era considerado desperdício, com a aplicação das ferramentas, conseguiram uma maior eficiência e aumento na produtividade, além de redução de despesa pessoal, mais eficiência nas máquinas e consequentemente redução de inventário, devido a minimização de paradas nos maquinários, houve uma diminuição percentual significativa de defeitos, com a implementação do TPM, além de uma grande redução de custo na fabricação.

Palavras-chave: Lean Manufacturing, melhoria contínua, manufatura enxuta, TPM, ferramentas Lean.

1. Introdução

Mudanças econômicas ocorridas desde os primórdios da produção fabril têm redesenhado as bases da produtividade e da competitividade industrial no mundo. Fatores como qualidade e confiabilidade do produto, agilidade no atendimento às exigências do mercado e flexibilidade são considerados como as novas dimensões de sucesso empresarial (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2018).

A necessidade de novas tecnologias e desenvolvimento dos processos de fabricação capazes de operar de maneira rápida e competitiva, mas gerando poucas falhas, está cada vez maior. Além disso, existe a necessidade de melhoria nos processos produtivos, onde muitos gestores começaram a procurar medidas para melhorar a qualidade de seus produtos e reduzir os custos de fabricação (XIAO et al., 2013; INTRA; ZAHN, 2014).

O *Lean Manufacturing* tem como objetivo reduzir os desperdícios, ter maior qualidade dos produtos e redução do tempo de entrega ao cliente, a partir desse conceito de se produzir mais com cada vez menos. Devem-se priorizar os gargalos e as operações onde há a existência de maior quantidade de desperdício, fornecendo a essas áreas maiores oportunidades de melhoria com impactos substanciais sobre a equação do negócio. (WOMACK; JONES; ROOS, 2004).

O *Lean Manufacturing* (LM) surgiu como uma estratégia de fabricação avançada para fornecer melhoria da produtividade, maximização da qualidade e eliminação de resíduos (Resta *et al.*, 2016). Cunha e Alves (2011) e Silva e Alves (2011) afirmam que a adoção do LM por uma organização pode trazer vantagens como redução de desperdícios e custos e melhorias de tempo do processo produtivo. Dessa forma, o *Lean* tem sido aplicado por inúmeras organizações de diversos segmentos.

Nesse contexto, o objetivo desse trabalho é descrever o desenvolvimento do *Lean Manufacturing* e os principais benefícios alcançados. Para tanto, foi desenvolvido um estudo de caso em uma empresa do setor de aviação.

2. *Lean Manufacturing*

Lean Manufacturing (LM) é basicamente um termo adaptado e modernizado com uma conotação ocidental da antiga filosofia de gestão japonesa chamada de *Just in Time* (JIT). Mas, enquanto o JIT é uma filosofia de gestão, a LM é um sistema produtivo que tem por objetivo básico, racionalizar o fluxo de produção, procurando continuamente reduzir os recursos necessários para produzir um determinado produto e buscando reduzir qualquer tipo de perda no processo (WOMACK; JONES, 2004; CORRÊA; CORRÊA, 2009).

Segundo Ohno (1997), o LM é a eliminação de desperdícios e elementos desnecessários a fim de reduzir custos; a ideia básica é produzir apenas o necessário, no momento necessário e na quantidade requerida. Para Godinho Filho (2004), o LM é um modelo estratégico e integrado de gestão que busca auxiliar às organizações a atingir determinados objetivos de desempenho, como qualidade e produtividade. Pinto (2006) define o pensamento *Lean*, como uma abordagem inovadora às práticas de gestão, orientando a sua ação para a eliminação gradual das fontes de desperdício, através de abordagens e procedimentos simples, procurando a perfeição dos processos, sustentada numa atitude de permanente

Para Campos (2014), o desperdício é todo e qualquer recurso que se gasta na execução de um produto ou serviço além do estritamente necessário (matéria prima, tempo, energia, por exemplo). Os desperdícios são apresentados na tabela 1.

Tabela 1 - Perdas do *Lean Manufacturing*

Desperdícios	Descrição
Desperdício de Superprodução (Ohno, 1997)	Por quantidade: produzir em quantidades excessivas (SHINGO, 1996a apud SILVA et al., 2013) Por antecipação: produzir antecipadamente em relação aos estágios subsequentes da produção (SHINGO, 1996a apud SILVA et al., 2013)
Desperdício de Espera (Ohno, 1997)	Associada aos períodos de tempo nos quais os trabalhadores ou máquinas não estão sendo utilizados produtivamente (SHINGO, 1996b apud SILVA et al., 2013)
Desperdício em Transporte (Ohno, 1997)	Se caracteriza pela movimentação excessiva e desnecessária de materiais ou informações dentro do processo produtivo (ANTUNES et al. 2008 , apud SILVA et al., 2013)
Desperdício do Processamento (Ohno, 1997)	São as atividades de processamento ou fabricação que são desnecessárias para que o produto, serviço ou sistema obtenha suas características básicas de qualidade (SHINGO, 1996a; 1996b apud SILVA et al., 2013)
Desperdício de Estoque (Ohno, 1997)	Gerado pelo excesso de matérias-primas, materiais em processo e produtos acabados acumulados (SHINGO, 1996b apud SILVA et al., 2013)
Desperdício de Movimento	Estão associadas aos movimentos desnecessários realizados pelos trabalhadores durante a execução de atividades principais em máquinas ou na linha de montagem (ANTUNES et al. 2008 , apud SILVA et al., 2013)
Desperdício de produzir produtos defeituosos (Ohno, 1997)	Refere-se à fabricação de produtos nãoconformes, isto é, produtos que não atendem os requisitos do projeto (SHINGO, 1996a apud SILVA et al., 2013)

Fonte: Adaptado de SILVA et al. (2013)

Perdas ou desperdícios são atividades que geram custo e não agregam valor ao produto, portanto devem ser eliminados (ANTUNES, 2008). Segundo Werkema (2010), a essência do LM está na redução dos sete tipos de desperdícios ou perdas. Ao eliminar todos os desperdícios, restam na organização todas as atividades que geram valor. Desta forma, as organizações conseguirão reforçar as vantagens competitivas e insatisfação e de melhoria contínua, e fazendo do tempo uma arma competitiva.

Womack e Jones (2006) definiram os cinco princípios do *Lean Manufacturing* que oferecem

uma grande colaboração para a gestão de processos, de acordo com a tabela 2.

Tabela 2 - Princípios do *Lean Manufacturing*

Princípios	Conceitos
Valor	O valor de um produto só pode ser definido pelo cliente quando for expresso em forma de um produto, bem ou serviço, sendo essencial que atenda a todas as necessidades e expectativas do cliente final.
Cadeia de valor	Deve-se conhecer todo o caminho que um determinado produto percorre, analisar os processos para determinar quais realmente agregam valor.
Fluxo da cadeia de valor	É o responsável por definir, delimitar e fazer a gestão dos estoques em pequenos lotes ao longo das etapas de processamento.
Produção puxada	Busca-se uma produção nivelada em toda a cadeia, com fluxo contínuo, eficaz e pequenos lotes, para que se ganhe com a redução dos excessos de produção.
Busca da perfeição	O objetivo principal aqui é melhorar todo o processo produtivo de maneira permanente e contínua, buscando a eliminação total de desperdícios.

Fonte: Elaborado pelo autor

Além dos princípios, para alcançar seus objetivos, o LM aplica ferramentas, que auxiliam no desenvolvimento de melhorias e alcance de metas. A tabela 3 apresenta algumas dessas ferramentas.

Tabela 3- Ferramentas do *Lean Manufacturing*

Ferramentas	Conceito
<i>Value Stream Map</i> (VSM): Mapa de Fluxo de Valor	Fluxo de valor é o conjunto de todas as atividades que ocorrem desde a colocação do pedido até a entrega ao consumidor final. O mapeamento ajuda a identificar as fontes do desperdício, tomando as decisões sobre o fluxo visíveis, engloba conceitos e técnicas enxutas, que ajuda a evitar a implementação de algumas técnicas isoladamente. Sua meta é alcançar é a obtenção de um fluxo contínuo, orientado pelas necessidades dos clientes, desde a matéria prima até o produto final.
5S	Utilizada no processo de implantação da Manufatura Enxuta. Os objetivos principais são: melhorar a qualidade dos produtos/serviços; melhorar o ambiente de trabalho e de atendimento ao usuário; melhorar a qualidade de vida dos funcionários; educar para a simplicidade de atos e ações; maximizar o aproveitamento dos recursos disponíveis; reduzir gastos e desperdícios; otimizar o espaço físico; reduzir e prevenir acidentes; melhorar as relações humanas; aumentar a autoestima dos funcionários. Os 5S tem origem das seguintes palavras: <i>Seiri</i> – Senso de utilização; <i>Seiton</i> – Senso de organização; <i>Seiso</i> – Senso de limpeza; <i>Seiketsu</i> – Senso de padronização; <i>Shitsuke</i> – Senso de disciplina.
<i>Kaizen</i>	Baseada na eliminação de desperdícios com base no bom senso, no uso de soluções baratas para ajudar à motivação e criatividade dos colaboradores para melhorar a prática dos processos de trabalho, na busca pela melhoria contínua, palavra <i>Kaizen</i> de origem japonesa tem como significado “Fazer Bem”. A ferramenta <i>Kaizen</i> possui a finalidade de reduzir os desperdícios gerados nos processos produtivos, à procura da melhoria contínua, da qualidade dos produtos e o aumento da produtividade.
<i>Kanban</i>	Tem como objetivo controlar e balancear a produção, eliminar perdas, priorizar a produção, controlar o fluxo de material, permitir a reposição de estoques baseado na demanda e fornecer informações sobre o produto e o processo. O cartão, ou sinal funciona como o disparador da produção, coordenando a produção de todos os itens de acordo com a demanda e ainda, pode controlar visualmente a produção e programar a produção de acordo com o sistema “puxar”.
<i>Poka Yoke</i>	Os <i>Poka Yoke</i> são mecanismos usados para colocar um processo completo à prova de erro. Idealmente, <i>Poka Yoke</i> assegura que as condições apropriadas existem antes de executar um passo do processo, impedindo que defeitos ocorram em primeiro lugar.
SMED	Método de redução dos tempos de setup nas mudanças de ferramenta de uma máquina ou de ajustes nos processos, através da otimização dos tempos de mudança. Tem o objetivo de maximizar a utilização dos meios e o aumento da flexibilidade dos processos.
Manutenção Produtiva Total (TPM)	O TPM é uma ferramenta com a qual se pretende maximizar a eficiência do equipamento para toda a sua vida e ao mesmo tempo melhorar a sua longevidade (NAKAJIMA, 1988). Para Messel (2004), esta ferramenta é uma forma sistemática para eliminar os desperdícios, nela são identificadas as causas e efeitos dos desperdícios que vão apoiar na definição das ações preventivas e corretivas.

Fonte: Elaborado pelo Autor

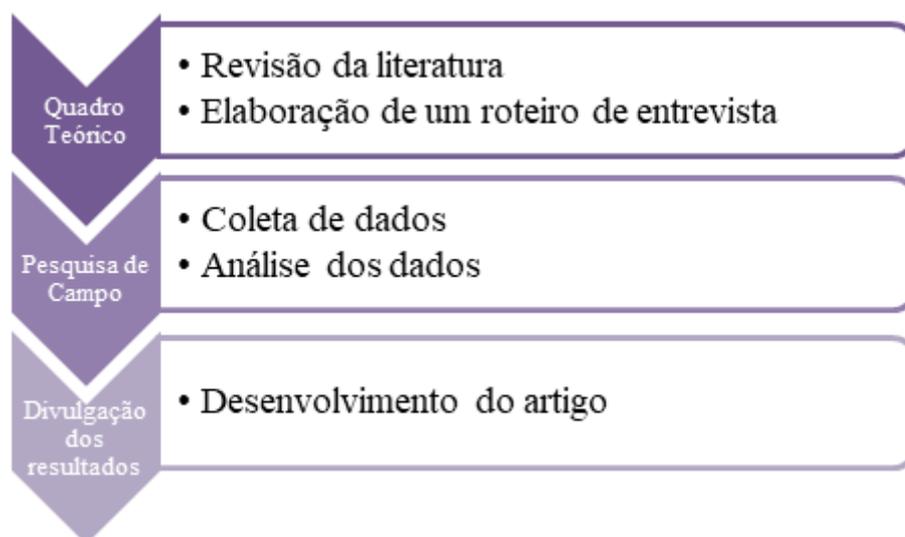
3. Método de pesquisa

O presente trabalho foi realizado por meio de estudo de caso. Segundo Yin (2015), o estudo de caso investiga um fenômeno atual no contexto da vida real, geralmente considerando que as fronteiras entre o fenômeno e o contexto onde se insere não são claramente definidas.

Além disso, conforme Yin (2015), o estudo de caso é uma estratégia de pesquisa que compreende um método que abrange tudo em abordagens específicas de coletas e análise de dados. Pode-se classificar como um estudo de caso do tipo qualitativo, onde busca resultados para os questionamentos que os pesquisadores possuem sobre o assunto.

A sequência metodológica para elaboração do trabalho foi realizada conforme apresentado na figura 1.

Figura 1- Fluxograma



Fonte: Elaborado pelo Autor

O desenvolvimento seguirá as etapas apresentadas a seguir, compondo a estrutura metodológica do trabalho:

- Examinar a literatura buscando as principais características referentes à implementação *Lean Manufacturing* em indústrias, em artigos e pesquisas científicas e a plataforma *capex*, usando palavras chaves como: *Lean Manufacturing*, implantação, Manufatura Enxuta, indústria enxuta, ferramentas do *Lean*;
- O caso foi selecionado por ser uma empresa conceituada com o *Lean* há algum tempo, o que possibilitou a análise de melhorias, além da disponibilidade de acesso;
- O instrumento de coleta de dados por elaborado a partir da revisão de literatura, que proporcionou o desenvolvimento do questionário aplicado na empresa. Foi realizada uma entrevista com o gerente de *Lean* na empresa;
- A análise dos dados foi feita por meio da análise das respostas do entrevistado e descrição, conforme a teoria estudada sobre LM;
- Desenvolvimento do artigo e conclusão foi a elaboração do relatório com as análises.

4. Resultados

A organização X é uma empresa brasileira de perfil global, com negócios nos segmentos de aviação, localizada no interior de São Paulo. Na unidade visitada há aproximadamente 2500 funcionários e possui atividade como centro de serviços e processos de manufatura dos principais produtos.

O principal objetivo estratégico da empresa é apresentar produtos inovadores no setor de atuação, de modo a satisfazer as necessidades dos clientes e a lucratividade da empresa. Segundo o entrevistado, a satisfação do cliente é uma preocupação central para a empresa. Por esse motivo, há um investimento constante no aprimoramento de seus serviços e no desenvolvimento de produto que atendam plenamente às necessidades do mercado, bem como em melhorias na rede de suporte ao cliente. Nesse contexto, o *Lean Manufacturing* foi implantado há sete anos com o objetivo de melhorar a produtividade e a eficiência das operações, de modo a atender com maior velocidade as necessidades dos clientes. A seguir, serão apresentadas as mudanças ocorridas na empresa após a implantação do LM.

4.1 Descrição do *Lean Manufacturing*

As principais motivações para a implantação do LM na empresa estão relacionadas à necessidade de melhoria da produtividade. Assim, em 2013, a empresa elaborou um plano de implantação, que envolveu o treinamento de funcionários de maneira estruturada. Os líderes foram buscar a experiência de uma consultoria japonesa alinhada aos princípios *Lean*. Além disso, consultorias externas foram contratadas e continuam a fornecer serviços de melhoria até hoje.

Uma das primeiras medidas adotadas na empresa foi a análise dos processos e operações. Para visualizar os problemas que precisariam ser melhorados foi elaborado um mapeamento de processos e operações de toda a empresa, que foi realizado por reuniões com líderes e colaboradores de diferentes departamentos na empresa.

A partir daí, foi possível perceber os principais problemas que ocorriam naquele período. Segundo o entrevistado os principais problemas eram:

- Dificuldade de cumprimento de prazos de entregas de ordens no processo produtivo;
- Falta de padronização das tarefas;
- Falta de esclarecimento aos funcionários de alguns procedimentos, o que gerava

produtos em processamento errados;

- Falta de requisitos estabelecidos na linha principal de montagem do produto;
- Materiais desorganizados;
- Materiais sem documentação e/ou identificação;
- Falta de comunicação entre o armazém da empresa e a divisão de produtos na requisição de material;
- Falta de identificação em carros de movimentação interna;
- Problemas com o *layout* da divisão;
- Não havia controle visual do processo;
- Desperdício de tempo de funcionários para buscar ferramentas para sua operação;
- Custos em excesso e estoques desnecessários, que muitas vezes atrapalhavam o fluxo de materiais na empresa.

Assim, por meio da implantação do LM, foram elaborados planos de ação direcionados a eliminação de problemas e melhoria da produtividade. Dentre as iniciativas adotadas pela empresa, podem-se destacar ações com o objetivo de: reduzir o tempo de *set up*, o *leadtime*, o volume de estoques, a movimentação e transportes. Além disso, houve uma reestruturação no que diz respeito a padronização de atividades, documentos e treinamentos. Segundo o entrevistado, a empresa criou um programa interno no qual só deveriam existir sete Ordens de Fabricação (OF) para uma única OF geral, que se refere na empresa como *kit* completo.

4.2 Uso de ferramentas células de melhoria

A empresa ciente de que a essência do *Lean Manufacturing* está na redução dos sete tipos de desperdícios ou perdas, começaram pôr na prática a teoria e os estudos, com um pilar de eficiência empresarial o qual se dividiam em quatro “níveis” de melhoria; a qualificada, a bronze, a prata e a ouro.

A empresa passou a ser toda “quebrada” por células, todas as áreas são divididas por processo e cada processo tem sua célula. Às vezes, as células podem ter mais do que um processo. A empresa identifica quais são suas entradas, quem são os fornecedores e para cada pedacinho de célula identifica quais os requisitos que necessitam para executar os processos, qual a saída deste processo que a célula produz e quais os clientes que recebem este produto que está sendo produzidos, os quais também têm requisitos, assim a empresa mapeia quais as entradas e saídas do processo. Dessa forma fica mais claro, para descobrir que existem clientes que tem uma necessidade um pouco diferente. Assim as células poderiam ser classificadas de acordo com o

pilar de gestão de melhoria, conforme a tabela 4.

Tabela 4 - Tipos de células de melhorias

Células	Abordagem
Qualificada	A qualificada era, o início da jornada a excelência empresarial, a qual estruturava as atividades das células para iniciar as rotinas operacionais. Se a célula tiver esse mapeamento, tiverem os indicadores que são necessários para mapear esses processos ela pode ser qualificada. Célula qualificada, ela começa a jornada para o bronze, o qual precisa identificar melhoria para os <i>stakeholders</i> , demonstrando que seus indicadores tiveram alguma melhoria, aplicando e estabilizando para tornar previsíveis os processos
Prata	Precisa atender as expectativas dos <i>stakeholders</i> , atingir os resultados do negócio através da melhoria do fluxo de valor, aplicando o FMEA, com um acompanhamento da gestão das possíveis falhas que possam ter no processo, além de monitorar e melhorar para mostrar que existe um resultado prático
Ouro	São de excelência empresarial, com o objetivo de encantar o cliente e ser o melhor do mercado, é um benchmarking, não só dentro da empresa como fora dela também.

Fonte: Elaborado pelo Autor

Apesar de grandes aplicações e resultados, a empresa afirma que não tem nenhuma célula ouro, para eles o maior desafio não é atingir uma classificação de ouro, mais sim, as necessidades dos clientes que vão mudando ao longo do tempo, assim como os desafios. Com isso eles lançaram um guia de excelência, de forma que diziam o que eles deveriam fazer e o porquê de se fazer, e não como, pois, este a célula saberia escolher. Deste modo, significaria mais autonomia para buscar eficiência, fazer como se achar melhor, desde que o resultado vem, buscando mais orientação, treinamentos, menos regras, buscar o resultado de forma mais simples sem alterar os níveis das células.

Com a implantação de células de melhoria contínua, nas áreas de manufatura, engenharia, programas e financeiro, tiveram a utilização de várias metodologias como: análise e solução de problemas pelo PDCA contribuíram para a identificação dos problemas e a elaboração de ações corretivas e preventivas para eliminá-los ou minimizá-los; Mapeamento de Fluxo de Valor (VSM) analisou o fluxo das etapas e informações do processo desde a origem até a entrega ao cliente; Controle Estatístico de Processos (CEP) teve o objetivo monitorar um produto ou serviço durante seu processo de produção, de forma a identificar as saídas não conformes, para que a causa raiz possa ser eliminada e o processo seja estabilizado, evitando que mais variações ocorram; gerenciamento por indicadores chave (KPI), foi utilizado para medir o desempenho de um processo de negócio e avaliar se ele está dentro dos padrões

desejados e cumprindo com seus objetivos e metas; *Market Feedback Analysis* (MFA), tratou-se do gerenciamento de informações detalhadas sobre cada cliente e de todos os pontos de contato com ele, a fim de maximizar sua fidelidade, garantindo a satisfação no consumo de seus produtos; além do DMAIC e do PDCA.

Foi percebido que o 5S já foi muito utilizado na empresa e teve grandes resultados no começo do processo, porém novas ferramentas foram se destacando mais e deixando o 5S de lado, porém, por ser uma ferramenta prática e de fácil aplicação que facilita muito a organização, espera-se que volta a ser usada mais frequentemente, mesmo que nunca deixaram de aplicá-lo. Houve a implantação da metodologia *Kaizen* sob orientação e treinamento da Consultoria Japonesa, reduzindo os custos, dobrando a produtividade e eliminando os desperdícios através de mapeamento de processos AS IS, definição do processo *TO BE* e implantação das melhorias, incluindo técnicas de diagrama espaguete, gráfico de balanceamento de operadores, cronoanálise, gerenciamento visual, *Just-In-Time* (JIT) e *Heijunka*.

Ainda por ser um método simples visualmente de controlar o processo, a empresa utiliza o sistema de sinalização entre cliente e fornecedor, o *Kanban*, com o objetivo de assinalar a necessidade de mais material e assegurar que as peças sejam produzidas e entregues a tempo de garantir a fabricação ou montagem subsequentes. Isso é obtido puxando-se as partes na direção do processo final, seja ele a linha de montagem final, a expedição ou a entrega ao cliente.

A empresa iniciou um programa que tem o objetivo de prevenir falhas humanas e corrigir erros eventuais, e para isso usa *Poka Yoke*, e o programa de gestão de manutenção, teve início com a Manutenção Produtiva Total (TPM), a qual se pretende maximizar a eficiência do equipamento para toda a sua vida e ao mesmo tempo melhorar a sua longevidade e que com o SMED que é um conjunto de técnicas pertencentes ao *Lean* que visam a reduzir o tempo de setup de uma máquina. Quando bem aplicado, ele permite que as máquinas demorem menos tempo quando são ligadas, dando mais flexibilidade à linha.

4.3 Análise dos princípios *Lean* e benefícios alcançados

Assim, por meio das mudanças ocorridas ao longo dos anos, a empresa pôde obter melhorias em diversos setores, aos quais podem ser analisados de acordo com os princípios do *Lean*.

Valor: Para a análise de valor dos processos da empresa, houve a implantação da gestão das células de melhoria contínua. As células tinham o objetivo de analisar as atividades que agregavam valor. Por meio do estudo de fluxo de valor, os funcionários buscaram identificar as

atividades que atendiam aos pedidos da aviação comercial.

Cadeia de valor: Nesse sentido, foram estabelecidos indicadores e realizados desdobramentos de indicadores, que levavam ao atendimento das necessidades dos clientes, desde a assinatura do contrato com o cliente, configuração da aeronave, produção do avião até a entrega. Dessa forma, passou a existir um estudo de operações e processos, por meio do mapeamento e delimitação de indicadores para análise da saída dos processos, de forma eficiente na programação da organização, oferecendo produtos, capacidades e preços específicos.

Fluxo da cadeia de valor: A empresa não possuía controle nas suas atividades e passaram a analisar com mais eficiência, identificaram as diferentes atividades para a fabricação do produto, analisando os processos para determinar quais realmente agregam valor e assim, passou a eliminar o quanto antes as atividades consideradas desperdício, como grande volume de material em processo, excesso de documentos de fabricação, além de grandes movimentações sem necessidade, obtendo grandes ganhos calculados.

Produção puxada: Atualizaram também o tipo de produção, até então empurrada para produção puxada, o qual consiste em produzir apenas aquilo que é necessário quando for necessário. Visando evitar a acumulação de estoques de produtos e principalmente das matérias-primas, a qual acontecia naquele momento, a empresa focou em melhorar os tempos de produção. Foram elaborados estudos do ciclo de fabricação, tempo de *set up* e *leadtime*.

Perfeição: Foram também em busca da perfeição por meio da avaliação dos produtos de acordo com os indicadores na saída de cada processo. Além disso, as células de melhoria contínua faziam reuniões periódicas, tratando-se de um processo contínuo de aumento de eficiência e eficácia.

Portanto, com a implantação do *Lean Manufacturing*, os princípios aplicados e as ferramentas utilizadas, foi possível minimizar e resolver os problemas e dificuldade encontradas durante a análise, obtendo significativos benefícios, como: melhor controle de produção, estoque de abastecimento sempre reposto, organização em documentações e recepcionamento de materiais, redução de transporte, controle visual do processo, redução de movimentos, minimização de custos em excesso e estoques desnecessários, o qual atrapalhava o fluxo. Além de que, foi possível ter um grande aumento na produtividade de 1,5 a 2 vezes, quando começa a rodar o OEE (indicador de eficiência da máquina) a cada 1% de incremento do OEE, redução de 1,2% de despesa pessoal, com redução de 50% de inventario, isso porque a máquina fica menos parada e para de acumular material do lado da máquina. Antes do TPM era em torno de

20% a 30% e ao implantar o TPM, a empresa tem máquina rodando com 92% de eficiência. Antes talvez, com a eficiência baixa, eles investiriam milhões em outra máquina ou equipamentos, que com o tempo ficaria na mesma condição e seria um grande desperdício. Com um melhor controle da qualidade houve cerca de 30 a 40% de defeitos, pois acaba tendo um olhar mais criterioso, além de 30% de redução de custo na fabricação.

Através do formato do programa de excelência a organização capturou as necessidades dos seus clientes e mantém, com frequência, um modelo de *feedback*. Todos bem descritos e acompanhados, por exemplo, com *service level agrément* (SLA), assim são identificadas as necessidades dos clientes e o nível de satisfação.

5. Conclusão

Este trabalho teve como objetivo apresentar o desenvolvimento e os benefícios alcançados por meio da implantação do sistema de gestão *Lean Manufacturing* em uma empresa. Foram descritas as principais melhorias obtidas pela empresa como a eliminação dos desperdícios, o enquadramento nos princípios do sistema e a otimização das operações. Além disso, foram apresentadas as aplicações de ferramentas, que trouxeram um melhor resultado para o desenvolvimento do LM na empresa.

A empresa passou a focar nos princípios do sistema implantado, conseguindo eliminar ou minimizar tudo que era considerado desperdício, com a aplicação das ferramentas, conseguiram uma maior eficiência e aumento na produtividade, além de redução de despesa pessoal, mais eficiência nas máquinas e conseqüentemente redução de inventário, devido a minimização de paradas nos maquinários, houve uma diminuição percentual significativa de defeitos, com a implementação do TPM, além de uma grande redução de custo na fabricação.

A obtenção de resultados positivos com a aplicação da metodologia em processos produtivos independente da área é uma tarefa que exige bastante comprometimento por parte da equipe de produção, liderança e gestores, pois, os setores estão ligados um ao outro, uma atividade depende da outra para que o produto final tenha êxito. Porém, este estudo demonstra que é possível inovar, com pequenas, porém pontuais ferramentas, mapear e após, reduzir perdas, aumentar faturamento e, em conseqüência, satisfazer o cliente final. A importância deste estudo para o setor de aviação dá-se pelo fato da inovação na gestão da produção na busca do desenvolvimento de tecnologia e segurança.

Seguindo sua tradição de empresa de tecnologia de ponta, pode-se certamente esperar pela

melhoria contínua, tão bem em conjunto com os princípios do *Kaizen*, continue a nortear a corporativa em sua busca incessante por novas tecnologias e sistemas de gestão, levando-a a estar continuamente atenta tanto às inovações recentes quanto às pesquisas que estão em andamento.

Assim pode-se esperar para estudos futuros a implantação mais aperfeiçoada de uma manufatura ágil, pelo fato de contar com um sistema de automação como principal estratégia para configuração da produção, possuindo um número reduzido de funcionários, além de que possibilita rápidas alterações na estrutura do produto sem comprometer as atividades da linha de produção e principalmente sem gerar custos elevados para a empresa.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, V. F.; **Controle da Qualidade Total (no estilo Japonês)**. Editora FALCONI, 2014.

CUNHA, L. O.; ALVES, J. M. A manufatura enxuta contribuindo para a melhoria da gestão de qualidade (SGQ): estudo de caso. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, 14, 2011. Anais... SIMPOI. São Paulo, 2011.

FILHO, M. G. Manufatura Enxuta: uma revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de pesquisas futuras. **Gestão e Produção**, Vol.11, No.1, p.1-19, jan. /Apr.2004.

FILHO, M. G; GILBERTO MILLER DEVÓS GANGA & ANGAPPA GUNASEKARAN (2016) Lean manufacturing in Brazilian small and medium enterprises: implementation and effect on performance, **International Journal of Production Research**, 54:24, 7523-7545,

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

INTRA, C.; ZAHN, T. Transformation-waves—a brick for a powerful and holistic continuous improvement process of a Lean production system. *Procedia CIRP*, v. 17, p. 582–587, 2014.

LINDGREN, P. C. C. **Implementação do sistema de manufatura enxuta (lean manufacturing) na Embraer**. Disponível em:< http://ppga.com.br/mba/2001/lindgren_paulo_cesar_correa.pdf > Acesso em: 10/04/2019.

NAKAJIMA, S - **Introduction to TPM**, Cambridge, Mass.: Productivity Press, 1989.

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

1997.

PINTO, J.: “**Introdução ao Pensamento Lean, a filosofia das organizações vencedoras**”, CLT Services. (2009) Disponível em http://pt.slideshare.net/Comunidade_Lean_Thinking/pensamento-lean Acesso em: 4/05/2019

RESTA, B. et al., 2016. **Lean Manufacturing and Sustainability: An Integrated View**, in: Nääs I. et al. (Eds.), Adv. Prod. Manag. Syst. Initiat. a Sustain. World. APMS 2016. Springer, Iguassu, pp. 659– 666. doi:10.1007/978-3-319-51133-7_78

REZENDE, D. M. et al. **Lean Manufacturing: redução de desperdícios e a padronização do processo** Disponível em: <<https://www.aedb.br/wp-content/uploads/2015/05/104157.pdf> > Acesso em: 10/05/2019.

RIBEIRO, Paulo Décio. **KANBAN – resultados de uma implantação bem sucedida**. 4. ed. Rio de Janeiro: COP, 1989.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Learning to See - Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda**, The Lean Enterprise Institute, MA, USA, 1998.

SHINGO, Shigeo - **A Revolution in Manufacturing: The SMED System**. Productivity Press. Cambridge, MA, 1985.

SILVA, A. R. et al. Gestão da qualidade: Aplicação da ferramenta 5w2h como plano de ação para projeto de abertura de uma empresa. In: Semana Internacional das Engenharias da FAHOR. 3., 2013, Horizontina. **Anais...** Horizontina: FAHOR, 2013.

SILVA, M. S. Q.; ALVES, J. M. Aplicação do método de mapeamento do fluxo de valor na cadeia de suprimentos de eletrodomésticos. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, 14, 2011. Anais... SIMPOI, São Paulo, 2011.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. Ed 8. São Paulo: Atlas, 2018.

WOMACK, J.P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riquezas**. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2006.

WOMACK, James; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. **A máquina que mudou o mundo**. São Paulo: Campus, 2004.

XIAO, L. et al. **Lean Implementation in Small and Medium Enterprises – a Singapore Context**. Industrial

Engineering and Engineering Management, p. 1592–1596, 2013.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso – Planejamento e Métodos**. 5a ed. Porto Alegre: Bookmann, 2015.

ZAHRAEE, S. M. et al. **Lean Manufacturing Implementation Through Value Stream Mapping : A Case Study**. Jurnal Teknologi, v. 68, p. 119–124, 2014.