

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**CRISTINA STELLA**

**MELHORIA DA EFICIÊNCIA DE UMA LINHA DE PRODUÇÃO:  
UMA APLICAÇÃO DO LEAN MANUFACTURING EM UMA INDÚSTRIA  
METALMECÂNICA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO  
PATO BRANCO**

**2018**

**CRISTINA STELLA**

**MELHORIA DA EFICIÊNCIA DE UMA LINHA DE PRODUÇÃO:  
UMA APLICAÇÃO DO LEAN MANUFACTURING EM UMA INDÚSTRIA  
METALMECÂNICA**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia de Produção da Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo G. Trentin

**PATO BRANCO**

**2018**



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Câmpus Pato Branco



Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
III Curso de Especialização em Engenharia de Produção

---

**TERMO DE APROVAÇÃO**  
**MELHORIA DA EFICIÊNCIA DE UMA LINHA DE PRODUÇÃO:**  
**UMA APLICAÇÃO DO LEAN MANUFACTURING EM UMA INDÚSTRIA**  
**METALMECÂNICA**

por

**CRISTINA STELLA**

Este(a) Trabalho de Conclusão de Curso (TCCE) foi apresentado(a) em 24 de novembro de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia de Produção. O(a) candidato(a) foi arguido(a) pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof. Dr. Marcelo G. Trentin  
(Orientador)

---

Prof. Dr. Sergio Luiz Ribas Pessa  
Membro Titular

---

Prof. Dr. Luiz Fernande Casagrande  
Membro Titular

## RESUMO

STELLA, Cristina. **Melhoria da eficiência de uma linha de produção: Uma aplicação do Lean manufacturing em uma indústria metalmecânica.** 2018

Trabalho de Conclusão de Curso – Especialização em Engenharia da Produção. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2018.

A busca por maior eficiência dos recursos e menores custos de produção são uma das constantes buscas na maioria das organizações atuantes em mercados competitivos. O Lean Manufacturing atualmente é adotado por muitas empresas para o alcance desses objetivos, pois sua filosofia é voltada para a redução de desperdícios e aumento da qualidade e eficiência na produção. O presente trabalho é um estudo de caso realizado em uma indústria do setor metal mecânico, visando aumentar a eficiência através da eliminação de desperdícios, possibilitando melhoria do desempenho e da competitividade organizacional. Após o diagnóstico e análise, do setor foram traçados os planos de melhorias. Foram feitas modificações no layout do setor, medições nos postos de trabalho, aplicação do 5S, criação de quadros de gestão visual, Como principais resultados, foram evidenciadas, aumento da capacidade produtiva, eliminação de desperdícios impactando diretamente no custo operacional e na cultura da empresa. Tendo assim um ganho estimado de 67% de eficiência produtiva.

**Palavras-chave:** lean manufacturing. Redução de Desperdícios. Aumento da eficiência.

**ABSTRACT**

STELLA, Cristina. **Melhoria da eficiência de uma linha de produção: Uma aplicação do Lean manufacturing em uma indústria metalmecânica.** 2018

Trabalho de Conclusão de Curso – Especialização em Engenharia da Produção. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2018.

The search for greater efficiency of resources and lower costs of production are one of the constant searches in most organizations operating in competitive markets. Lean Manufacturing is currently adopted by many companies to achieve these goals, as its philosophy is focused on reducing waste and increasing quality and production efficiency. The present work is a case study carried out in an industry of the metal mechanics sector, aiming to increase the efficiency through the elimination of wastes, allowing improvement of the performance and the organizational competitiveness. After the diagnosis and analysis, the improvement plans were drawn from the sector. Modifications were made in the layout of the sector, measurements in the workstations, application of the 5S, creation of management boards visual, as main results, were evidenced, increase of production capacity, elimination of wastes directly impacting on operational cost and company culture . Having thus an estimated gain of 67% of productive efficiency.

**Keywords:** Lean manufacturing. Waste Reduction. Increased efficiency.

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1: Plano de ação grupo kaizen.....	16
Figura 2: Média de produção no período de quatro meses.....	17
Figura 3: Gráfico de tempos de operações antes do kaizen .....	17
Figura 4: Plano de Montagem .....	18
Figura 5: Lay pós <i>Kaizen</i> .....	19
Figura 6: Corredor principal antes da mudança .....	19
Figura 7: Corredor principal depois da mudança.....	20
Figura 8: Quadro de gerenciamento hora-hora .....	21
Figura 9: Investimentos necessários para conclusão projeto .....	22
Figura 10: Produtividade antes e depois do Kaizen .....	23
Figura 11: Retorno com investimento total em 12 meses - Mão de obra .....	23

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
1.1 OBJETIVO GERAL .....	8
1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO .....	9
<b>2. REFERENCIAL TEORICO .....</b>	<b>9</b>
2.1 LEAN MANUFACTURING .....	9
2.2 MELHORIA CONTÍNUA .....	11
2.3 LAYOUT DO PROCESSO .....	12
2.4 ESTABILIDADE NA PRODUÇÃO .....	12
2.5 GESTÃO A VISTA .....	13
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>13</b>
3.1 ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO .....	14
<b>4. DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>15</b>
4.1 PLANEJAMENTO .....	15
4.2 CONSTRUÇÃO DE HIPÓTESES E PLANO DE AÇÃO .....	15
4.3 Balanceamento de Funções .....	16
4.4 LAYOUT PARA FLUXO CONTÍNUO.....	18
4.5 FLUXO DE MATERIAIS.....	19
4.6 GESTÃO VISUAL .....	21
4.7 APLICAÇÃO DO 5S E TREINAMENTOS.....	21
4.8 INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS.....	22
4.9 RESULTADOS .....	22
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>24</b>
<b>6. REFERENCIAS .....</b>	<b>25</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Diante da grande concorrência de mercado é fundamental atender adequadamente as exigências dos consumidores, as empresas operam em um ambiente cada vez mais dinâmico e buscam cada vez mais atualizar suas estratégias de gestão. Para isso considera trazer maior eficiência em seus sistemas produtivos influenciando positivamente os fatores de desempenho como: custo, processos, qualidade, flexibilidade, inovação, logística e desenvolvimento de novos produtos (ANTUNES, 2008).

O *lean manufacturing* é um sistema completo em eficiência e eficácia utilizando técnica para garantir a redução de custos, maior qualidade e produtividade no processo de produção, garantindo assim uma maior lucratividade para as empresas. O lean Manufacturing é composto por um conjunto de recomendações e princípios que as empresas industriais devem seguir com o intuito de se tornarem mais enxutas e ágeis. Além da redução de custos, a adoção do lean resulta em flexibilidade do sistema para adaptar-se as variações da demanda, com rápido atendimento aos clientes decorrente da redução do lead time, bem como na produção de produtos confiáveis quanto a qualidade. Uma vez que estes requisitos (custo, qualidade, flexibilidade e desempenho de entrega) são os critérios competitivos qualificadores no mercado globalizado, a maioria das empresas vem buscando a adoção do lean manufacturing em seu ambiente produtivo.

Pela importância do assunto, justifica-se abordar o aumento da eficiência produtiva através de um estudo de caso, utilizando ferramentas lean Manufacturing. Para cumprir seus objetivos, o trabalho primeiramente estabelece o referencial teórico, seguido pelos procedimentos metodológicos adotados, resultados empíricos e, finalmente, suas conclusões. Os resultados servem como base para outras empresas que estão começando ou já utilizam a manufatura enxuta, assim como os ganhos que podem ser obtidos com pequenos investimentos.

### 1.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo principal a redução de desperdícios e consequente melhoria da eficiência de uma linha de produção piloto de uma

empresa do setor metalmecânico, por meio da aplicação das ferramentas do Lean Manufacturing.

## 1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Com vista a atingir o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram traçados:

- Diminuir os desperdícios, e paradas não programadas com a aplicação de ferramentas lean.
- Definir *takt time* produtivo, através de medições de métricas da linha de produção;
- Melhor aproveitamento de espaço através da otimização do *layout*;
- Implementação do 5S e gestão a vista.

## 2. REFERENCIAL TEORICO

### 2.1 LEAN MANUFACTURING

O lean manufacturing, ou como Manufatura Enxuta teve seu início na *Toyota Motor Company*, no Japão, ao final da década de 1940, com o objetivo de aperfeiçoar o processo produtivo, eliminar as perdas e consequentemente satisfazer as necessidades do cliente, entregando valor a ele, na hora certa, na quantidade solicitada, com a qualidade elevada e o preço baixo. O modelo Toyota de produção começou a ser reconhecido em 1990 após a publicação e divulgação do livro “A Máquina que mudou o Mundo”, trabalho desenvolvido por Womack e Jones (1997) em montadoras de automóveis do mundo todo. O livro mostra a realidade das montadoras quando comparadas ao Sistema Toyota de Produção. As dificuldades das organizações para garantir o resultado da produtividade, da qualidade e dos custos. (CABRAL & ANDRADE, 1998).

O objetivo principal do lean manufacturing consiste na eliminação de desperdícios. Shingo (1996) e Ohno (1997), na Toyota, identificaram sete principais formas de desperdícios, posteriormente descritos por Womack e Jones (2004):

- Superprodução: pode ser definido como a produção excessiva ou produção cedo demais, resultando em um fluxo pobre de peças e informações. Segundo Caon, Côrrea e Gianesi (2004) e Shingo (2005), existem dois tipos de superprodução:

- Perda por produzir demais (superprodução por quantidade), ou seja, a perda por fabricar além do volume programado ou solicitado; e a perda por produzir antecipadamente (superprodução por antecipação), que se trata da perda decorrente de uma produção realizada antes que os produtos sejam solicitados, resultando em estocagem.
- Fabricação de produtos defeituosos: é resultante da fabricação de produtos fora dos padrões de qualidade requeridos. O desperdício por defeitos de qualidade é um dos piores desperdícios dentro dos processos de fabricação, gerando perda de materiais, mão-de-obra e maior necessidade de avaliação e controle da produção.
- Estoque: o desperdício ocorre pelo estoque desnecessário de matéria-prima, material em processamento e produto acabado. Todo produto em estoque que necessita de mão de obra operacional, ocupa espaço ou exige equipamentos para tal. A eliminação dos estoques é um dos pontos-chaves da eliminação de desperdícios na produção enxuta.
- Processamentos inapropriados: perdas pelo uso indevido ou inadequado da tecnologia. São procedimentos que poderiam ser otimizados ou até eliminados sem gerar perdas no processo produtivo.
- Transportes desnecessários: são perdas pela movimentação excessiva de bens ou informações. Resultam no aumento do lead time de fabricação e do custo de produto.
- Espera: causada por um período de tempo em que nenhum processamento, transporte ou inspeção é executado, ficando o lote parado esperando que algum outro processo ocorra para que se dê continuidade ao fluxo de produção.
- g) Movimentações desnecessárias: caracterizada por toda movimentação corporal de pessoas que não estão relacionadas à agregação de valor ao produto.

Diversas citações da literatura, dentre elas os trabalhos de Batti et al (2014); Oliveira et al (2014), Dal Forno, Forcellini e Crestani (2010); Dal Forno (2008) citam alguns benefícios com a introdução da manufatura enxuta, tal como a redução de 30% do lead time, aumento de 10 a 30% da produtividade, redução de 80% do estoque e redução de 30 a 50% do espaço físico.

## 2.2 MELHORIA CONTÍNUA

A essência do Kaizen trata-se do modo de pensar de todos os envolvidos no processo, uma atitude de autorreflexão, de autocrítica, e forte desejo de melhorar. É a análise da situação atual do processo, e implementação de melhorias que se traduzem em benefícios concretos. (RENO et al. 2011).

A filosofia *Kaizen* implica em um estilo de vida focado em esforços de melhoria contínua. Esse tipo de processo oferece resultados significativos ao longo do tempo, porém as melhorias obtidas são pequenas e incrementais. *Kaizen* pode ser visto como um processo raciocínio e de ação para solução de problemas. Para entender e resolver um problema é preciso reconhecê-lo, coletar e analisar dados relevantes. Segundo Imai (1996), o evento *Kaizen* visa obter melhorias e atingir os objetivos, considerando:

- Organizar uma linha ou célula de produção capaz de produzir de acordo com o tempo *takt*;
- Organizar uma linha ou célula suficientemente flexível para acomodar os desvios do tempo de *takt*;
- Eliminar os fatores que prejudicam o ritmo suave das operações;
- Desenvolver procedimentos de trabalho que possam ser incorporados ao trabalho padronizado;
- Minimizar o número de operadores na linha ou célula de montagem.

Na melhoria contínua todos os aspectos de uma operação podem ser continuamente melhorados, partindo da ideia de que os envolvidos diretamente em uma operação se constituem nos principais atores capazes de identificar alterações que devem ser realizadas (IMAI, 1996).

A aplicação da manufatura enxuta através de trabalhos *Kaizen* em uma organização acontece quando a alta administração assume os valores deste conceito como parte da Política da Qualidade. A organização tem como compromisso inserir atividades que promova melhorias e aumento de conhecimento aos seus colaboradores tais como programas de sugestão, círculo da qualidade, programas 5S, programas de treinamento em técnicas estatísticas e ferramentas da qualidade, ciclo PDCA e muitas outras ferramentas para que os valores possam ser adotados. (SHINGO, 2005).

### 2.3 LAYOUT DO PROCESSO

Arranjo físico de uma operação produtiva como a preocupação com a localização física dos recursos de transformação. Significa planejar a localização de todas as máquinas, estações de trabalho, áreas de atendimento ao cliente, áreas de armazenamento de materiais, corredores, banheiros, refeitórios, bebedouros, divisórias internas, escritórios e salas de computador, e ainda os padrões de fluxo de materiais e de pessoas que circulam o prédio (GAITHER e FRAZIER, 2001).

Para definição de layout deve-se ter a determinação da capacidade de produção e quantidade por turnos de trabalho a serem utilizados, identificando os gargalos, isto é, processos ou equipamentos que limitam a capacidade de produção. Além de identificar os tipos de layout possíveis de implementar nos processos produtivos das indústrias, deve-se considerar algumas informações: especificações do produto; características do produto: dimensões, características especiais; quantidade de produtos e de materiais; sequência de operações e de montagem; espaço necessário para cada equipamento: incluindo espaço para movimentação do operador, estoques e manutenção; informações sobre recebimento, expedição, estocagem de matéria-prima e produtos acabados e transporte (LAUGENI; MARTINS, 1999).

### 2.4 ESTABILIDADE NA PRODUÇÃO

A estabilização da produção segundo Kamada (2007) ocorre quando se consegue produzir conforme planejado, isto é, primeiro calculando o *takt time* (ritmo de demanda) e determinando quais são os recursos necessários (mão de obra, máquinas e materiais) para se produzir com o menor desperdício possível, alinhado com a segurança e garantindo a qualidade. O planejamento dos recursos deve ser feito absoluto critério, evitando desperdícios e garantindo todos os recursos necessários, de modo que tenha o menor lead time possível respeitando a pontualidade na entrega.

É necessário medir e acompanhar a estabilidade para conhecer os desvios e problemas que aparecem ao longo do processo. Identificando os problemas é preciso criar estratégias, que no caso do trabalho proposto foi um trabalho kaizen, para solucioná-los o mais rápido possível e não afetar o tempo *takt*.

Ainda segundo Kamada (2007), outro ponto importante é a necessidade de reestruturação dos departamentos de Suprimentos, Engenharia, Qualidade, RH e

Manutenção de forma que aperfeiçoem os recursos e apoiem as necessidades de nivelamento da Produção.

## 2.5 GESTÃO A VISTA

De acordo com Falconi (2013), colocar dados à vista para todos ajuda a calibrar onde deve estar concentrado o esforço individual para que o resultado coletivo seja alcançado. No entanto, não basta escolher qualquer indicador e estampá-lo nas paredes da fábrica ou do escritório.

Dessa maneira, Greif (1991) propõe algumas etapas para o melhor desenvolvimento e aplicação da gestão à vista: definição de objetivos prioritários; aumento do engajamento com a descentralização da tomada de decisão; criação de cronogramas visuais; escolha de métodos simples e a exibição dos resultados.

Falconi (2013) aponta que os principais itens de controle devem ser expostos em local apropriado de tal forma que sejam de fácil acesso a toda a sua equipe (gerentes, assessores, supervisores e operadores). Isto é o que se denomina gestão à vista, nela devem ser colocados dados e informações dispostos de tal forma que não seja necessário esforço de interpretação do leitor, ainda segundo o autor, a verdadeira gestão à vista, basta apenas olhar para entender. Um gráfico grande, contendo o item de controle, deve ser colocado na parede no local de trabalho, tendo como exemplo os funcionários do faturamento devem ter um gráfico grande na área de trabalho para que sintam satisfação de ver a “porcentagem de faturas defeituosas” caindo.

## 3. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do trabalho ocorreu o levantamento do estado atual da linha, visando à obtenção das informações e detalhes necessários a formação dos indicadores produtivos.

O emprego de técnicas e metodologias de solução de problemas foi fundamental para atuar nas causas que geravam perdas de eficiência, com o objetivo de melhorar os indicadores de desempenho. Os motivos precisaram ser conhecidos para permitir o desenvolvimento das ações efetivas e foco nos pontos mais relevantes, a partir das informações obtidas nas análises realizadas durante o estudo.

A primeira etapa constituiu em definir um grupo de trabalho para realização de um *kaizen* na linha escolhida. O grupo foi constituído por profissionais da área de produção, engenharia de processos, qualidade, almoxarifado e responsável pela implantação cultura lean, tendo um total de cinco integrantes.

Após foi realizado um levantamento de informações sobre o processo através de observações no setor e coleta de dados, foi realizado um diagnóstico no setor a fim de conhecer o processo produtivo, levantar informações referentes aos seus produtos, procedimentos, capacidade produtiva e mão de obra. Após isso, através de conversas e observações, foram levantados os principais problemas que causavam ineficiência produtiva na linha de montagem.

A partir dos dados levantados, foi elaborado o plano de ação, levantando os pontos de aplicação e as técnicas que seriam empregadas, utilizando como referência as ferramentas propostas pelo Lean Manufacturing.

Realizar a implantação das melhorias propostas para o setor: a partir do plano de ação, melhoria do layout, medições e *tak time* produtivo, treinamento do 5S, implantação de gestão a vista.

E por fim foi apresentação dos principais resultados obtidos através da metodologia aplicada, assim como as dificuldades encontradas na implementação.

### 3.1 ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO

A proposta do trabalho é aplicar conhecimentos e ferramentas técnicas de solução de problemas baseados nas ferramentas lean para redução de desperdícios com propósito de melhorar a eficiência produtiva de linha de produção de uma indústria metal mecânica.

O trabalho é classificado como um estudo de caso, caracterizado como uma metodologia investigativa explorando uma situação real a partir de evidências de dados da linha de produção escolhida.

Quanto à natureza da pesquisa, classifica-se como pesquisa aplicada, pois o objetivo é a geração de conhecimento para a aplicação prática direcionada a solução de problemas reais. E como forma de abordagem do problema é uma pesquisa qualitativa quantitativa uma vez que aborda estudos teóricos e confronta com avaliações, medições e acompanha a evolução dos dados em processo.

## 4. DESENVOLVIMENTO

O trabalho foi desenvolvido em uma indústria metalomecânica localizada na região sul do Brasil onde produz aproximadamente dois milhões de produtos ao ano atua há 67 anos no mercado brasileiro e também exportação.

A empresa está buscando meios de se organizar e manter-se competitiva no mercado tornando-se uma empresa flexível de maneira a se adaptar mais rapidamente às grandes mudanças e exigências do mercado globalizado, onde a concorrência se torna cada vez mais forte. A empresa esta em fase inicial da implantação da metodologia lean manufacturing, e tem adotado os projetos *Kaizen* como principal ferramenta de melhoria continua na organização. O trabalho em questão teve como foco um projeto inicial de implantação do Lean uma linha de montagem de um dos principais produtos da empresa.

### 4.1 PLANEJAMENTO

Primeiramente foi definida uma equipe multifuncional de cinco pessoas, composta por pessoas chave de áreas de produção, áreas de suporte como engenharia, qualidade, logística e facilitadores. Com base na prioridade da empresa foram verificadas quais as oportunidades de melhoria visando principalmente à eliminação de perdas e aumento da eficiência.

A primeira reunião do grupo kaizen foi na linha de montagem a fim de registrar todas as perdas encontradas, baseando-se na segurança e nas sete perdas do lean manufacturing. De todas as oportunidades de melhoria levantadas fez-se uma lista de problemas para serem analisados pela equipe multidisciplinar. Para análise das causas dos problemas, utilizou-se a técnica dos cinco Porquês. Para as definições das ações utilizou-se o Brainstorming.

### 4.2 CONSTRUÇÃO DE HIPÓTESES E PLANO DE AÇÃO

Após o levantamento das perdas encontradas, elas foram analisadas e pôde-se chegar a algumas conclusões que revelaram os principais problemas da linha de montagem.

- Desbalanceamento produtivo;
- Movimentações em excesso;
- Espaço físico mal utilizado;

- Problemas no abastecimento matéria- prima na linha;
- Ausência de 5s;
- Ausência de gestão a vista.

Após esta análise, visando à aplicação da filosofia lean na linha de montagem, foi criado o plano de ação demonstrado na Figura 1, por meio do grupo de *kaizen*:

**Figura 1: Plano de ação grupo kaizen**

O Que Que tarefa será executada?	Por que Qual o motivo da tarefa ser executada?	Onde Em que local será executada a tarefa?	Quando Qual o prazo da tarefa a ser executada?	Quem Quem irá executar/participar da tarefa?	Como Como será executada a tarefa?
Definição do takt time	Atender a produção diária estabelecida	Linha de montagem	xxxx	xxxx	xxxx
Otimização do layout	Melhorar o fluxo de materiais	Linha de montagem	xxxx	xxxx	xxxx
Treinamento e implantação do 5S	Organização e agilidade na hora de executar o trabalho	Linha de montagem	xxxx	xxxx	xxxx
Definição de carrinhos padrões para peças	Evitar retrabalho com peças mal armazenadas	Linha de montagem	xxxx	xxxx	xxxx
Criação de indicadores	Acompanhamento de evolução da linha	Linha de montagem	xxxx	xxxx	xxxx

Fonte: Arquivo Empresa

#### 4.3 Balanceamento de Funções

Na linha de montagem produz três diferentes modelos de produtos possuindo a mesma sequência de atividades e as mesmas operações diferenciando-se apenas nas especificações dos componentes.

A produção da linha é de 180 produtos, média diária, com 36 operadores, conforme nos mostra o quadro da Figura 2, ou seja, cinco produtos por operador tendo um custo de R\$ 2976.17 por operador e um custo de transformação de R\$ 29.76 por produto.

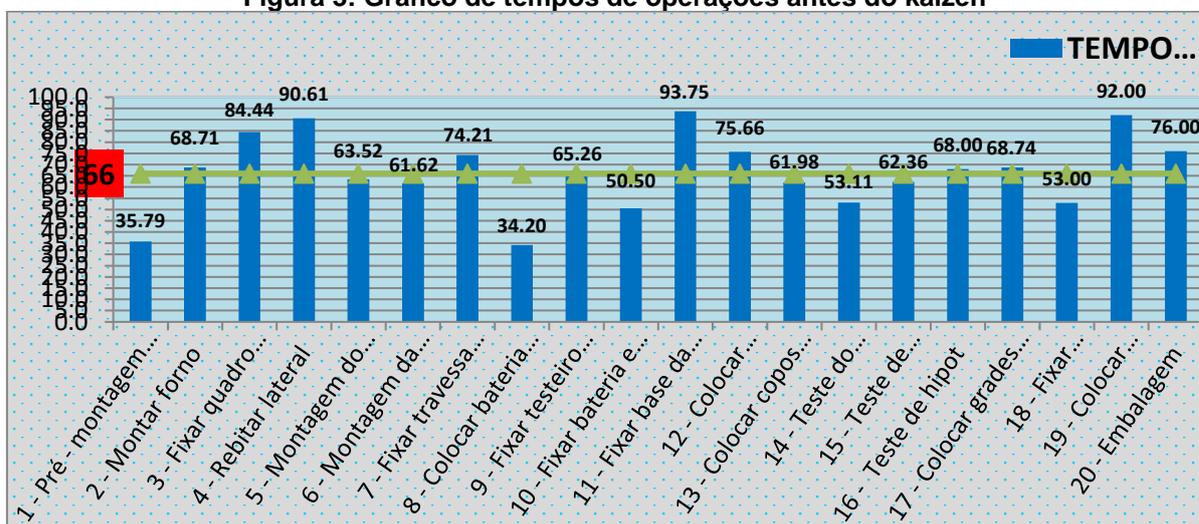
Figura 2: Média de produção no período de quatro meses

Situação Atual	
Produção /Dia	180
Número de Operadores	36
Custo/Operadores	2976,17
Produção/Homem/Dia	5
Custo de Transformação	R\$ 29,76

Fonte: Autor

Na Figura 3: gráfico de tempo de operações é possível verificar o desbalanceamento na distribuição das funções na linha antes da realização do trabalho. Onde apresenta a instabilidade de tempos nas funções, e a oportunidade de aumentar a produtividade em diversos postos mediante o balanceamento de acordo com o *takt time* proposto.

Figura 3: Gráfico de tempos de operações antes do kaizen



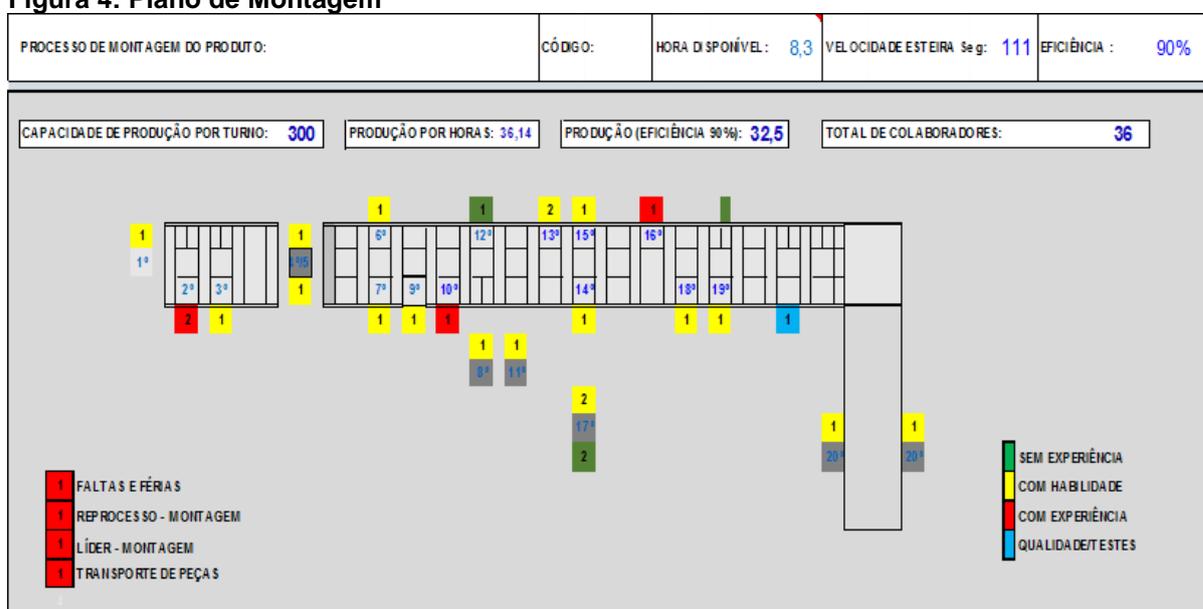
Fonte: Arquivo Empresa

Cada estação de trabalho foi cronometrada, criando um gráfico de balanceamento para análise das operações de acordo com o *takt time* proposto no estado futuro apresentando oportunidade de redução do *lead time* e aumento produtivo no processo.

A demanda efetiva por turno é calculada considerando a quantidade de turnos e a capacidade produtiva. A linha de montagem trabalha 1 turno por dia, de 8.3 horas e a demanda pretendida é de 300 produtos por dia. Considerando uma eficiência de 90% o *takt time* foi definido em 111 segundos, tendo como meta diária 300 produtos e horaria 32 produtos.

Na figura 4 o demonstrativo do plano de montagem, com os tempos determinados e as operações da linha numeradas e classificadas com operadores com ou sem experiência conforme a legenda.

**Figura 4: Plano de Montagem**

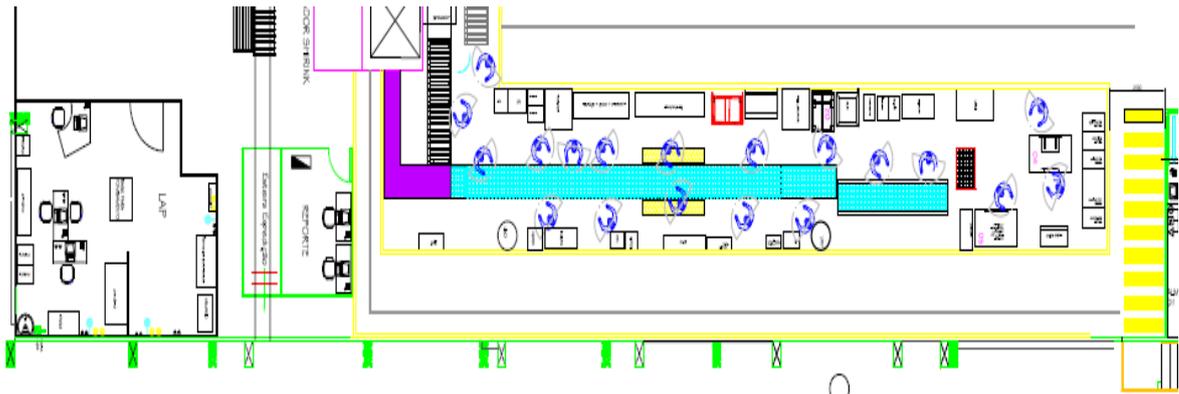


Fonte: Arquivo Empresa

#### 4.4 LAYOUT PARA FLUXO CONTÍNUO

O layout atual da fábrica apresentava dificuldade com o fluxo de materiais e colaboradores devido o pequeno espaço entre a linha e a estrutura (parede) gerando condição insegura, além de rota de fuga ter somente um lado de acesso, conforme mostra Figura 5: *layout pós kaizen*.

**Figura 5: Lay pós Kaizen**



Fonte: Arquivo empresa

Bem estruturado o fluxo contínuo permite que mais rápido o produto atravesse a linha e montagem. Sendo assim, a proposta foi ajustar o layout conforme nos mostra a Figura 5, tendo um redimensionamento de corredores com acesso aos dois lados da linha facilitando o fluxo de pessoas e veículos industriais usados para o transporte de materiais de abastecimento da linha como, paleteiras e carrinhos.

#### 4.5 FLUXO DE MATERIAIS

A situação encontrada na empresa não atende os conceitos *Lean* quanto ao fluxo de materiais. A principal perda de produtividade observada estava na alimentação constante dos componentes, sem um padrão de tempo de alimentação da linha, o acúmulo de embalagens de componentes nos bordos de linha, bancadas de trabalho, embalagens e carros que não facilitavam o fluxo contínuo.

Na figura 6 a foto do corredor principal da linha antes da mudança obstruído com carrinhos e peças no piso.

**Figura 6: Corredor principal antes da mudança**



Fonte: Arquivo da empresa

Objetivando estabelecer um fluxo de abastecimento de materiais a sugestão foi implantar um processo de transferência dos materiais das embalagens dos fornecedores para as caixas padronizadas da empresa, conceito este chamado de *repacking*.

No *repacking* as caixas vazias são levadas ao supermercado pelo rebocador que é abastecido com caixas cheias que serão levadas para as linhas na quantidade certa para uma hora e meia de produção, ao mesmo tempo em que as caixas vazias do supermercado são reabastecidas e ficam prontas para a próxima alimentação das linhas pelos operadores logísticos. A proposta foi implantar no almoxarifado um “supermercado” com os componentes armazenados em caixas padrão as quais são transportadas ao bordo de linha através do *Mizusumashi* (operador logístico). Esse sistema de fluxo de materiais além de evitar o acúmulo de embalagem e estoque de componentes no bordo de linha evita paradas produtivo por falta de abastecimento.

Na figura 7 a foto do corredor principal depois da mudança, com os carrinhos e bancadas adequados ao *layout* desobstruindo totalmente a passagem para abastecimento com paleteiras no corredor.

**Figura 7: Corredor principal depois da mudança**



Fonte: Arquivo da empresa



Foi estruturada também ferramentas para a realização de Auditorias de 5S no setor, de forma que fosse realizada periodicamente, com o objetivo de mensurar e manter a cultura do Programa na empresa.

#### 4.8 INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS

Para conclusão do plano de ação foi necessário orçamento do total de investimentos, conforme mostra Figura 9.

Figura 9: Investimentos necessários para conclusão projeto

Investimentos Necessários	
<b>Caixas plásticas</b>	<b>R\$ 15.776,80</b>
<b>Material - Tubos de aço para Kanbans</b>	<b>R\$ 9.300,00</b>
<b>Rodízios de carrinhos dedicados a Kit's</b>	<b>R\$ 2.600,00</b>
<b>Tinta para piso</b>	<b>R\$ 2.100,00</b>
<b>Quadros de Indicadores Produtivos</b>	<b>R\$ 220,00</b>
<b>Estantes Moduladas Repic - Almoz.</b>	<b>R\$ 8.600,00</b>
<b>Estrutura elevação para linha Montagem</b>	<b>R\$ 17.000,00</b>
<b>Trilhos Flow Rack</b>	<b>R\$ 1.860,00</b>
<b>Fabricação de carrinhos de armazen.</b>	<b>R\$ 20.000,00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 77.456,80</b>

Fonte: Autor

#### 4.9 RESULTADOS

Com o objetivo de aplicar os conceitos do *Lean Manufacturing* para melhorar a Qualidade, Produtividade, Ergonomia e Fluxo de Materiais nas linhas de produção, os resultados alcançados foram bons, além do planejado inicialmente, confirmando a contribuição do Sistema Toyota de Produção para uma produção enxuta, com fluxo contínuo e redução de desperdícios.

Principais resultados qualitativos:

- Disponibilidade de equipamentos;
- Mudança cultural;
- Lead time;
- Redução do duplo manuseio;
- Organização e Limpeza;
- Qualidade operacional;
- Criação de padrão;

- Estabilidade de processo;
- Monitoramento em tempo real dos problemas encontrados na linha de montagem pela Qualidade Operacional;

Principais resultados quantitativos:

- Redução dos estoques e matéria prima em processo em 50%;
- Aumento direto de dois pontos percentuais no índice de indicador de controle de reprocesso na linha de montagem;
- Ganho de 100% de produtividade conforme demonstra tabela 1;
- Retorno investimento em mão de obra em R\$ 857.136,96.

Nas Tabelas 1 e 2 é possível observar os ganhos mensuráveis em 67% de mão de obra e R\$ 857.136,95 em mão de obra. Com base de referência um mês com vinte dias úteis.

**Figura 10: Produtividade antes e depois do Kaizen**

**Comparativo de Produtividade**

Situação	Produção	Num. de Op.	Prod/dia/op.	Ganho (produto)
Antiga	180	36	5,0	3
Pós Kaizen	300	36	8,3	

**Ganho 67%**

Fonte: Autor

**Figura 11: Retorno com investimento total em 12 meses - Mão de obra**

**Retorno do investimento - Mão de obra**

Situação	Prod/dia/op.	Prod. Mês	Custo por prod.	Diferença	Ganho Mês	Ganho Ano
Antiga	5	3600	R\$ 29,76	R\$ 11.90	R\$ 71.428,08	R\$ 857.136,96
Pós Kaizen	8	6000	R\$17.86			

**Ganho total** R\$ 857.136,96

Fonte: Autor

## 5. CONCLUSÃO

De acordo com os dados obtidos, o objetivo principal de aumentar a produtividade e reduzir os desperdícios com a implementação do sistema *lean* foram alcançados conforme podemos observar nos resultados após o trabalho um aumento de 67% da eficiência. Entretanto, a melhoria dos processos acontece gradativamente. Alguns pontos a serem melhorados é a consolidação da cultura de melhoria contínua, e disseminação das ferramentas.

Assim como demonstrado na literatura, uma das principais dificuldades encontradas foi entender e modificar a cultura da empresa. Muitas vezes as técnicas utilizadas não são integradas em um sistema e os envolvidos líderes e operadores não compreendem claramente a filosofia que está por trás das ferramentas e são resistentes a mudanças. O Desafio maior foi manter o supermercado de componentes para abastecimento da linha, devido à cultura de ter materiais em excesso e também por atrasos na entrega de materiais externos que acabavam indo diretamente para linha.

Diante do exposto, conclui-se que o sistema promoveu organização do local de trabalho, reduziu custos para a empresa, aumentou a produtividade, acompanhamento pela gestão visual e promoveu a integração das áreas e das pessoas envolvidas além de servir de exemplo para aplicações futuras.

O objetivo da empresa neste momento é continuar propondo melhorias para a fábrica utilizando para isso, a ajuda de todos os colaboradores, principalmente da produção, incentivando-os a criarem novas propostas, mesmo que simples, através de programas de incentivo com apoio da média e alta gerência.

Esse trabalho pode servir de exemplo para gestores de empresas de diversos ramos e portes, mostrando que é possível conquistar bons resultados com pequenas modificações em seus processos, postos de trabalho, gerando reduções significativas de custos. Isto pode ser evidenciado no estudo de caso apresentado, por meio dos quais se notou que o processo de melhoramento contínuo traz grandes resultados com a eliminação das perdas.

Como o tema Lean Manufacturing é extenso, há muito ainda a ser estudado visto que atualmente existem várias empresas que utilizam uma fusão da metodologia Lean com outras intimamente relacionadas como o Programa de Treinamento Operacional e o *Lean Six Sigma*.

## 6. REFERENCIAS

ANTUNES, Junico. **Sistemas de Produção: Conceitos e práticas para o projeto e gestão da produção enxuta.** Porto Alegre: Editora Bookman, 2008.

BATTI, Caetano Fontana Bez; FORCELLINI, Fernando Antonio; KAMINISHI, Flávio André; ALBANO, André Buainain; DAL FORNO, Ana Julia. **Implementação da Manufatura Enxuta num Ambiente de Produção sob Encomenda:** O caso de uma empresa do Setor Óptico. In: XX SIMPEP – Simpósio de Engenharia de Produção. Bauru/SP, 4 a 6 novembro de 2014.

CABRAL, Rodrigo H. Q.; ANDRADE, Ronaldo S. **Aplicabilidade do pensamento enxuto.** In: Enegep\_art393.pdf. Acesso em: 25 out. 2018.

CAON, M; CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. Planejamento, Programação e Controle da Produção. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

DAL FORNO, A. J. **Aplicação e análise das ferramentas Benchmarking Enxuto e Mapeamento do Fluxo de Valor:** estudo de caso em três empresas catarinenses. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2008. 144 p.

DAL FORNO, Ana Julia; FORCELLINI, Fernando Antonio; CRESTANI, Paulo Alberto. **A abordagem enxuta aplicada ao Agronegócio:** estudo de caso em um viveiro de mudas florestais. <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010>. Acesso em: 20 out. 2018.

FALCONI, V. **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do dia a dia**, 9ª Edição, Editora Falconi, 2013.

GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da produção e operações.** São Paulo: Pioneira, 2001.

IMAI, M. Gemba Kaizen: **Estratégias e técnicas do kaizen no piso de fábrica.** São Paulo: IMAM, p. 9-18, 25-27, 69-77, 167-171, 1996.

KAMADA, Sérgio. **Estabilidade na Produção na Toyota do Brasil**, jun 2007. Disponível em <http://www.lean.org.br>. Acesso em 21out.2018.

LAUGENI, F. P.; MARTINS, P. G. Administração da Produção. São Paulo: Saraiva, 1999.

OHNO, T. O Sistema Toyota de Produção: **Além da produção em larga escala.** Tradução de Cristina Schumacher. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

RENO, G. W. S; TRUZZI, O. R. S; TOLEDO, J. C.; COELHO, F. B.; DINIZ, C. P. **Melhoria da produtividade por meio da divisão uniforme das atividades dos operadores aplicando o método Kaizen no chão de fábrica numa fabricante de**

**bens de consumo.** 31º ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Universidade Federal de São Carlos, 2011.

SHINGO. S. O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção. Trad. Eduardo Schaan. 2. Ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2005.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas:** elimine o desperdício e crie riqueza. 6. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.