

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA MECÂNICA  
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**LEANDRO LEDESMA**

**MELHORIA CONTÍNUA DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO EM UMA  
INDÚSTRIA AUTOMOTIVA PARA MINIMIZAÇÃO DO DESPERDÍCIO  
APLICANDO O LEAN MANUFACTURING**

**TRABALHO DE DIPLOMAÇÃO**

**PONTA GROSSA  
2019**

**LEANDRO LEDESMA**

**MELHORIA CONTÍNUA DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO EM UMA  
INDÚSTRIA AUTOMOTIVA PARA MINIMIZAÇÃO DO DESPERDÍCIO  
APLICANDO O LEAN MANUFACTURING**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado como requisito parcial a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, do Departamento de Engenharia Mecânica – DAMEC – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre de Castro Alves

**PONTA GROSSA  
2019**



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Câmpus Ponta Grossa  
Diretoria de Graduação e Educação Profissional  
Departamento Acadêmico de Mecânica  
Bacharelado em Engenharia Mecânica



## **TERMO DE APROVAÇÃO**

**MELHORIA CONTÍNUA DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO EM UMA INDÚSTRIA  
AUTOMOTIVA PARA MINIMIZAÇÃO DO DESPERDÍCIO APLICANDO O LEAN  
MANUFACTURING**

por

**LEANDRO LEDESMA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 28 de novembro de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Alexandre de Castro Alves  
Orientador

Prof. Me. Pericles Secco Cancian  
Membro Titular

Prof. Me. José Roberto Okida  
Membro Titular

Prof. Dr. Marcos Eduardo Soares  
Responsável pelos TCC

Prof. Dr. Marcelo Vasconcelos de  
Carvalho  
Coordenador do Curso

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Alexandre Alves , pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória, aos meus colegas de sala. Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, pois acredito que sem o apoio deles e contribuição para realização do meu sonho em ser bacharel, seria muito difícil vencer esse desafio.

E por último, e nem por isso menos importante, agradeço a empresa que deu a liberação para realização do trabalho e a todos meus colegas de trabalho pelo apoio para desenvolvimento do projeto e grande trabalho em equipe para garantir resultados satisfatórios. Também aos amigos que sempre me deram apoio e compartilham seu conhecimento para realização deste projeto.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa, que espero que tenha uma grande contribuição para sociedade e para futuros trabalhos nesta área.

## RESUMO

LEDESMA, Leandro. **Melhoria Contínua do Processo de Fabricação em uma Indústria Automotiva para Minimização do Desperdício Aplicando o Lean Manufacturing**. 2019. 38 p. Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado, Engenharia Mecânica - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2019.

Este estudo tem como foco a diminuição de perdas através do uso da filosofia Lean Manufacturing do inglês manufatura enxuta, que nasceu juntamente com o Sistema Toyota de Produção no Japão, tem como principal objetivo a redução de perdas com movimentação através da aplicação de ferramentas específicas do Lean como a gestão visual, Kaizen, 5s entre outras e pode ser aplicado não só para indústrias, mas sim para todo tipo de empreendimento organizacional. Tal Estudo foi desenvolvido em uma indústria automotiva na região dos campos gerais no estado do Paraná, em aproximadamente três meses, com a participação de uma equipe de trabalho, pois foram envolvidas várias áreas da empresa, apesar do estudo ser voltado especificamente para uma melhoria na área de montagens dela. O Trabalho gerou resultados satisfatórios ao final, com ganhos tanto nos objetivos iniciais definidos do trabalho como também ganhos extras obtidos através da aplicação dele, mostrando que a manufatura enxuta trás vários benefícios decorrentes de melhorias que são planejadas.

**Palavras-chave:** Manufatura Enxuta. Indústria automotiva. Melhoria Continua.

## ABSTRACT

LEDESMA, Leandro. **Melhoria Contínua do Processo de Fabricação em uma Indústria Automotiva para Minimização do Desperdício Aplicando o Lean Manufacturing**. 2019. 38 p. Work of Conclusion Course, Mechanical Engineering - Federal Technology University - Paraná. Ponta Grossa, 2019.

This study focuses on reducing losses through the use of the Lean Manufacturing philosophy of English lean manufacturing, which was born along with the Toyota Production System in Japan, aims to reduce losses with movement through the application of specific Lean tools such as visual management, Kaizen, 5s among others and can be applied not only to industries, but for all types of organizational enterprise. This study was developed in an automotive industry in the general field region in the state of Paraná, in approximately three months, with the participation of a work team, because several areas of the company were involved, although the study was focused specifically for an improvement in its assembly area. The Work generated satisfactory results at the end, with gains both in the defined industrial objectives of the work and also extra gains obtained through the application of it, showing that lean manufacturing brings several benefits resulting from improvements that are planned.

**Keywords:** Lean Manufacturing. Automotive industry. Continuous Improvement.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Efeitos da melhoria continua no processo .....	12
Figura 2 - Etapas do Kanban.....	15
Figura 3 - Pirâmide hierárquica .....	17
Figura 4 - Passos do ciclo kaizen.....	18
Figura 5 - Planta baixa antes da aplicação da melhoria .....	26
Figura 6 - Planta baixa depois da aplicação da melhoria .....	26
Figura 7- Área das montagens antes da melhoria.....	31
Figura 8 - Área das montagens após a melhoria.....	31
Figura 9 - Célula de montagem 1 após a melhoria.....	33
Figura 10 - Melhoria contínua através da identificação de produtos .....	34
Figura 11 - Área com problema de dimensionamento.....	35
Gráfico 1 - Tempo de perdas montagem 1 junho e outubro .....	28
Gráfico 2 - Tempo de perdas montagem 2 junho e outubro .....	29
Gráfico 3 - Eficiência global da planta OEE .....	36

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>8</b>
1.1	DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA .....	8
1.2	OBJETIVO PRINCIPAL .....	9
1.2.1	Objetivos específicos.....	9
1.3	JUSTIFICATIVA .....	9
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>11</b>
2.1	PRINCIPAIS FERRAMENTAS .....	13
2.1.1	Padronização.....	13
2.1.2	5S .....	13
2.1.3	Kanban .....	14
2.1.4	Kaizen .....	15
2.1.5	Gestão Visual .....	17
2.2	EFICIÊNCIA DA FILOSOFIA LEAN MANUFACTURING .....	18
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>20</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>25</b>
4.1	LEAN MANUFACTURING NAS CÉLULAS DE MONTAGEM .....	25
4.2	A GESTÃO VISUAL NA MELHORIA CONTÍNUA .....	30
4.3	O AUMENTO DA PRODUTIVIDADE GLOBAL DA PLANTA .....	35
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>37</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>38</b>



## 1 INTRODUÇÃO

O Lean Manufacturing se apresenta como uma filosofia que surgiu juntamente com o Sistema Toyota de Produção (também conhecido como Produção Just-in-Time), sendo que ele busca através de suas ferramentas eliminar desperdícios, ou seja, deve-se excluir o que não tem valor para o cliente e imprimir valor para a empresa, seja ela de pequeno, médio ou grande porte, gerando-se ganhos não só econômicos mas muitas vezes ambientais e ou até sociais.

Este tipo de filosofia na sua maioria das vezes são utilizadas somente na área industrial, mas ela pode ser aplicada em qualquer área e tipos de empresa, pois pode impulsionar ganhos quando aplicada em nossas casas, até uma grande multinacional. Ou seja, a eliminação de perdas desnecessárias nos processos geram grandes retornos, tanto organizacional como visual, potencializando-se o desenvolvimento dos mesmos.

### 1.1 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA

Neste trabalho aplica-se a Manufatura Enxuta e suas ferramentas para a eliminação de problemas pontuais e os desperdícios existentes no processo de fabricação da coluna intermediária de direção elétrica. Ou seja, pretende-se identificar as limitações dos setores de montagem e expedição de uma empresa automotiva. O setor possui limitações pois gera muitas perdas e retrabalho com movimentação, set-up (regulagem), ajuste, manutenção e falha das máquinas, gerando-se influência econômica do processo produtivo. Isso porque as limitações produtivas geradas provém de um processo não adequado ao fluxo contínuo do mesmo, gerando-se uma perda de produtividade e grande perda econômica para a empresa.

Logo, com o uso planejado de ferramentas presentes na filosofia Lean pretende-se minimizar o problema com movimentação principalmente, set-up (regulagem), ajuste, manutenção e falha das máquinas em contrapartida. Porém não serão utilizadas todas as ferramentas para o processo de análise que deve ser adequado a cada aplicação específica.

## 1.2 OBJETIVO PRINCIPAL

Como objetivo principal para esse trabalho definiu-se:

- Melhoria do índice OEE (Overall Equipment Effectiveness) com a aplicação de ferramentas do Lean Manufacturing e a minimização de operações para a melhoria do fluxo contínuo do processo de fabricação da coluna intermediária de direção elétrica e diminuição da perda com movimentação.

### 1.2.1 Objetivos Específicos

Como objetivos secundários para se atingir o objetivo principal desse trabalho definiu-se aplicar as seguintes ferramentas do Lean Manufacturing para se identificar possíveis limitações do processo na linha de produção :

- *Aplicar Brainstorming* para definir planos de melhoria;
- Cronoanálise para identificação dos parâmetros do set-up;
- Aplicar o Kanban para acompanhar e organizar o planejamento;
- Aplicar a ferramenta de Gestão Visual para organizar e diminuir perdas com movimentação;
- Aplicar os conceitos 5s para otimizar a organização e limpeza da célula de produção;
- Aplicar o Kaizen para o melhoramento contínuo do processo;
- Adotar padronização para criar procedimentos e um padrão para o trabalho.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

Esse trabalho nos trará melhoras significativas na rastreabilidade e diminuição na perda com movimentação de matéria prima, através da organização de todos os produtos com ferramentas como gestão visual e 5s principalmente,

tornando assim o processo mais confiável e conseqüentemente a garantia da qualidade do produto. Além disso pretende-se melhorar a qualidade de trabalho de nossos colaboradores e diminuir a geração de lixo e sucata, evitando-se a geração de resíduos, buscando assim uma melhora ambiental do processo.

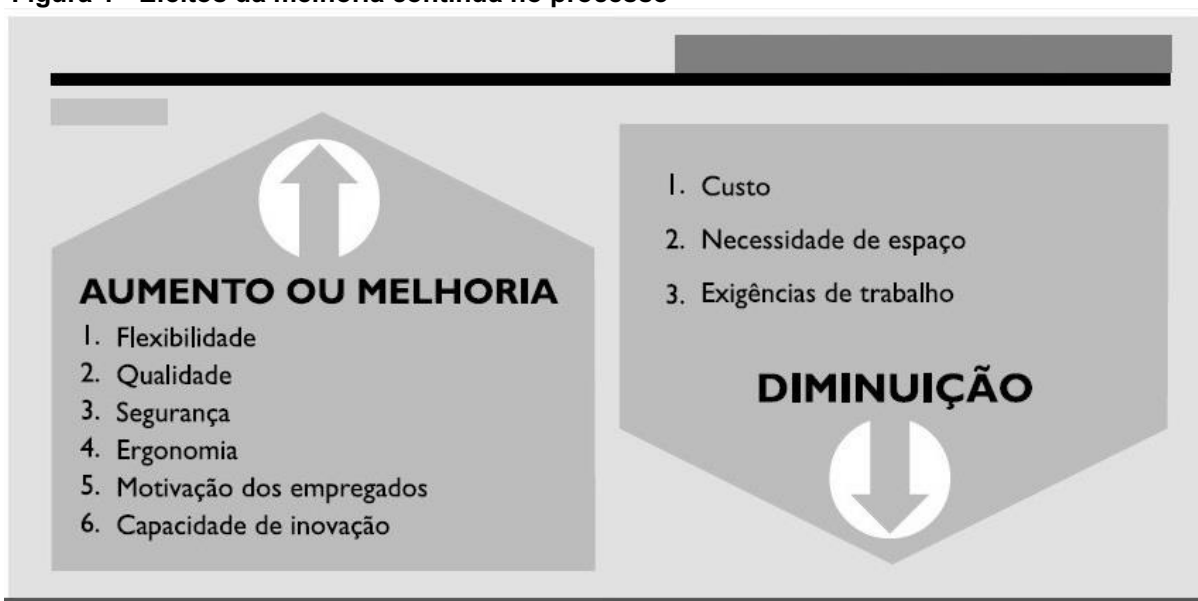
## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O Lean Manufacturing nasceu através da remontagem ao Sistema Toyota de Produção que através de seu criador Taiichi Ohno, na década de 50. Buscava-se a identificação e diminuição de desperdícios em uma linha de produção, buscando-se a redução de custos e impulsão da qualidade de seu produto. Dessa forma, esse sistema ficou conhecido como Produção Enxuta ou Lean Production, sendo definido como Lean Manufacturing por James P. Womack e Daniel T. Jones (1990) em um estudo sobre a indústria automobilística.

Um dos principais conceitos desta filosofia segundo Taichii Ohno (1988) está a redução de sete desperdícios mais comuns defeitos, excesso de produção, estoques, superprocessamento, transporte desnecessário, espera onde cada um deles pode ter uma interpretação diferente de acordo com o processo onde em alguns pode ser considerado realmente um desperdício, já em outros não pois dependem se isso agrega valor ao meu produto final ou não. James P Womack e Daniel T. Jones (1990) acrescentaram mais um tópico a esta lista “ o projeto de produtos e serviços que não atendem às necessidades do cliente” ou seja tudo leva ao principal motivo pelo qual produzimos, se isso agraga valor ou não ao nosso produto baseado em que o nosso cliente pede.

Tais ganhos gerados com a busca da eliminação dessas perda pode ser verificado na figura 1.

Figura 1 - Efeitos da melhoria continua no processo



Fonte: Adaptado de Cristina Werkema (2011)

Nas palavras de Womack e Jones (1990) ainda temos que existe um poderoso antídoto ao desperdício “o pensamento enxuto (*Lean Thinking*), que é uma forma de especificar o valor, alinhar na melhor sequência as ações que criam o valor, realizar essas atividades sem interrupção toda vez que alguém as solicita e realiza-lás de modo cada vez mais eficaz”. Isso nos submete a algo muito usado durante nosso projeto, o fluxo contínuo onde todas nossas ferramentas usadas buscarão no fim ter este fluxo contínuo que traz este pensamento enxuto citado e busca a diminuição de desperdícios.

De acordo com o *Lean Institute Brasil* as principais ferramentas para colocar em prática o *Lean Thinking* são:

- Mapeamento do Fluxo de Valor
- Métricas Lean
- Kaizen
- Kanban
- Padronização
- 5s
- Redução de Setup
- Total Productive Maintenance (TPM)

- Gestão Visual
- Poka Yoke

Barker (1994) apresenta um projeto onde a filosofia da manufatura enxuta se aplica no chão de fábrica buscando um método de melhoria baseado no tempo e na capacidade de se agregar valor ao produto. Katayama & Bennett (1996) trazem em sua literatura o papel e a importância da manufatura enxuta no cenário atual da economia recessiva japonesa. Em experiências em quatro empresas, os métodos se mostraram competitivos quando a economia japonesa estava em expansão, ou seja, esta filosofia se torna muito interessante e competitiva para economias emergentes. Por exemplo na economia brasileira a manufatura enxuta tem potencial para uma grande competitividade se aplicada principalmente na área automotiva pois foi no Sistema Toyota de Produção em que ela nasceu.

## 2.1 PRINCIPAIS FERRAMENTAS

Em nosso projeto de melhoria não utilizaremos todas as ferramentas existentes na filosofia Lean, mas sim algumas delas que são de suma importância para aplicação desta, utilizaremos como principais ferramentas para nosso projeto o Kaizen, Kanban, 5s, Padronização e Gestão Visual.

Que juntos irão trazer o resultado desejado com o apoio de algumas técnicas que dão apoio a estas ferramentas em geral assim como utilizaremos o conceito da OEE (Overall Equipment Effectiveness) que é um indicador de eficiência global da minha planta produtiva que leva em conta 3 aspectos: Qualidade, Disponibilidade e Produtividade ou seja o quanto produtos bons eu produzo, quanto tempo para produzir eu tenho e se a meta da minha máquina é atingida pelo operador. Com isso temos um indicador global de eficiência produtiva da minha planta.

### 2.1.1 Padronização

Saia (2009) mostra que a **padronização** é uma ferramenta onde se insere vários procedimentos que estabelecem o melhor método e sequência correta para cada processo buscando sempre uma produção puxada e eficiente, com o mínimo

de paradas ou perdas com movimentação, onde também se busca uma maior facilidade para rastreamento do processo. Tal ferramenta permite acelerar os processos sem perder a qualidade do produto, através da padronização que gera organização, onde “Sua aplicabilidade contribui com a organização do trabalho, redução do tempo de processamento e com a redução do retrabalho e do número de defeitos” (SAIA, 2009, p. 25).

### 2.1.2 5S

Manfredini & Suski (2010) exemplifica que o maior objetivo da **5S** é agir como uma ferramenta que objetiva o crescimento do ser humano, voltado ao bem estar do indivíduo, da comunidade e das organizações podendo ser aplicado em qualquer circunstância. Tal ferramenta permite reduzir o desperdícios sendo eles de: materiais, de tempo e de espaço. Proporcionando assim maior confortabilidade no trabalho e menor índice de acidentes no ambiente de trabalho. Tendo como base cinco técnicas descritas em seu título que significa, 5S (cinco sentidos): senso de utilização, seleção, organização; senso de ordenação, classificação; senso de limpeza, zelo; senso de padronização, asseio, saúde; senso de autodisciplina, educação, compromisso.

Já Ferraz (2006) atribui a ferramenta 5S a separação do que é necessário, o que poderá vir a ser necessário e o que é desnecessário (não agrega valor); onde cada objeto do processo deve ter seu lugar, para que seja facilmente encontrado quando necessário; em um local que deve estar sempre limpo. Para produtos com uma maior necessidade de uso ou importância no processo deve se localizar em local de fácil acesso; com uma boa higiene; buscando assim a disciplina que deve estar presente nesta ferramenta permitindo que ela se torne cultural ou seja habitual.

Mostra assim que através desta ferramenta também se busca conquistar a maior rastreabilidade do processo, onde conseguiremos localizar rapidamente um produto dentro do nosso processo baseado em uma boa organização trazida pelo 5S.

Tal ferramenta serve de apoio a outras que serão usadas como por exemplo a de padronização, pois dentro do 5s também buscamos o senso da padronização que vem como apoio a ferramenta com o mesmo nome, mostrando que no Lean tudo irá convergir a um ideal, o de melhoramento do processo em si.

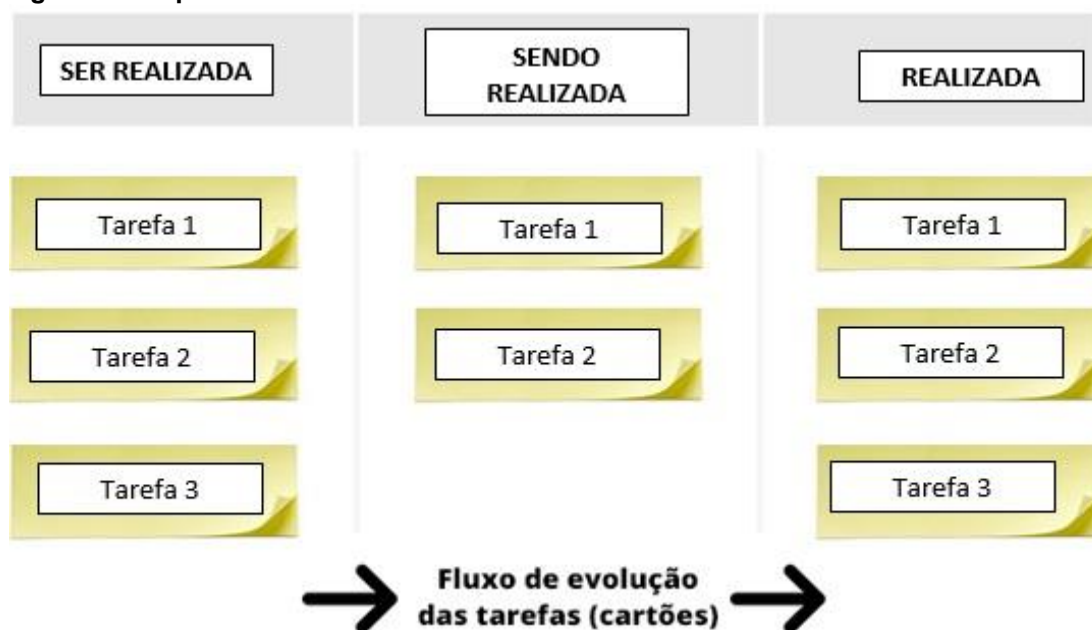
### 2.1.3 Kanban

Bastos & Chaves (2012) definem que o **Kanban** se torna uma ferramenta que se comporta como um sinal que controla o processo de fabricação.

Este sinal, que inicia e controla todo o processo produtivo, é transmitido através de um cartão Kaban com informação específica sobre esse lote, como por exemplo, o nome do produto, códigos das peças, número do cartão, número do lote, tamanho do lote, data de vencimento, entre outros, permitindo ao operador ter um conhecimento mais sólido sobre o trabalho que deve efetuar (BASTOS & CHAVES, 2012, p. 8). (Reescreve de tras para frente

Esta ferramenta traz a relação entre cliente e fornecedor, mesmo que está seja interna ou seja dentro do processo, da linha de produção, atribuindo aos operadores a responsabilidade para cumprir certas tarefas dadas a eles, pois o setor a montante pode ser considerado fornecedor e o setor a jusante como cliente, como mostra a figura a seguir.

Figura 2 - Etapas do Kanban



Fonte: adaptado de <https://pmkb.com.br/uploads/27252/fluxo-evolucao-cartoes.png>



Como pode ser visto no fluxo acima esta ferramenta tem como base a organização de tarefas sequenciais a serem seguidas e cumpridas que são expostas em um quadro com diferentes cores, onde estas cores vão demonstrar o nível de importância de aplicação de cada tarefa ou outros motivos dependendo do processo em que será usada.

#### 2.1.4 Kaizen

O **Kaizen** é visto como “a filosofia mais poderosa da administração” (IMAI, 1994, p.03). Isso por ser uma ferramenta que envolve um todo no processo de produção e busca a mudança cultural da empresa, em busca de melhoria dos negócios através do uso de outras ferramentas dentro dele. Sua tradução é dada como Kai = melhoria e Zen = contínua, onde isso significa a procura e posterior conquista de resultados específicos como eliminação de desperdício, de tempo, dinheiro, material e esforço; elevando a qualidade de produtos, serviços, convivência no trabalho, melhoramento pessoal e desenvolvimento de empregados, reduzindo os custos de projeto, fabricação, estoque e distribuição, transformando o atendimento das exigências do cliente em um processo natural e interminável de melhoria mostrado na obra de Imai (1994) onde ele resume que “Kaizen é um guarda chuva que abrange todas as técnicas de melhoria, aglutinando- as de maneira harmoniosa para tirar o máximo proveito do que cada uma oferece”.

Esta ferramenta utiliza de outras técnicas para atingir seu objetivo da melhoria contínua, tais como: Gráfico de Pareto, Diagrama de causa e efeito, Histograma, Diagrama de Dispersão, Gráfico de controle, ... Essas técnicas podem buscar o controle estatístico do processo, para o acompanhamento da melhoria com base na padronização. Entretanto, no Kaizen se faz necessário seguir a ordem da pirâmide hierárquica dos recursos humanos para as tomadas de decisões com base nessa pirâmide, como mostrado abaixo.

Figura 3 - Pirâmide hierárquica



3

Fonte: <https://image.slidesharecdn.com/industriadeprocessos-160608181240/95/industria-de-processos-3-638.jpg?cb=146541860>

Outras ferramentas de apoio, agora para um melhor ataque do problema são o Ciclo PDCA e a Identificação dos problemas que juntos fazem com que se ataque o problema real realmente e ajudam na melhor organização e planeamento das ações a serem executadas para atingir a melhoria. A figura 4 resume de uma forma breve os passos da aplicação do Kaizen.

Figura 4 - Passos do ciclo kaizen



Fonte: adaptado de <http://profamarins.blogspot.com>

Na figura acima o processo de Kaizen se inicia com a documentação da realidade

### 2.1.5 Gestão Visual

A **Gestão Visual** é uma ferramenta que será de extrema importância principalmente para a melhor organização do nosso processo, sem ela dificilmente conseguimos aplicar as outras ferramentas, pois um processo necessita de organização. Através de demarcações no chão com fitas, pintura entre outras formas essa ferramenta determina o local correto em que o material deve estar para não se “perder” no processo, além de que esta ferramenta ajuda a evidenciar resultados esbarrando na gestão a vista que contribui para a maior aproximação dos colaboradores através da exposição de gráficos de controle e resultados objetivos em murais em locais de livre acesso de todos, com o propósito da melhoria,

aproximando os vários setores da empresa em torno de um único objetivo, com uma visão cultural centralizada do processo.

Para Tezel, Kostela e Tzortzopoulos (2009), no contexto empresarial, gestão visual é definida como um sistema de gestão que objetiva melhorar o desempenho organizacional através da conexão e alinhamento da organização como um todo, incluindo o alinhamento cultural da empresa e de seus colaboradores com outros sistemas de gestão, processos de trabalho, elementos de trabalho, e as partes interessadas, por meio de estímulos principalmente visuais, de forma direta abordar um ou mais dos cinco sentidos humanos.

## 2.2 EFICIÊNCIA DA FILOSOFIA LEAN MANUFACTURING

Ogayar & Galante (2013) mostram que alguns princípios são extremamente importantes para uma boa eficiência da implantação da filosofia para que ela seja bem sucedida. Tecnologia confiável é uma delas, onde está pode nos trazer dados ou resultados incorretos nos levando a conclusões precipitadas; já o desenvolvimento de pessoal e sócios com uma mentalidade alinhada com a filosofia é outro ponto chave para que sejam especialistas no trabalho, viver a filosofia e ensinar ela a outros alinha o pensamento de todos que tem participação direta ou indireta no processo com o sucesso buscado fazendo com que cada indivíduo e equipe siga a risca a filosofia da empresa e ela esteja alinhada com o Lean Manufacturing, vale citar o respeito à cadeia de fornecedores e sócios, promovendo um maior desenvolvimento de todos; decisões decorrentes do estudo minucioso e da participação de todos e todas as opções para solução de problemas, com rápida implementação dos meios escolhidos para solucioná-los. Buscar ter uma empresa que busca aprendizagem contínua de todos seus colaboradores e envolvidos na melhoria buscada, promovendo a melhoria contínua.

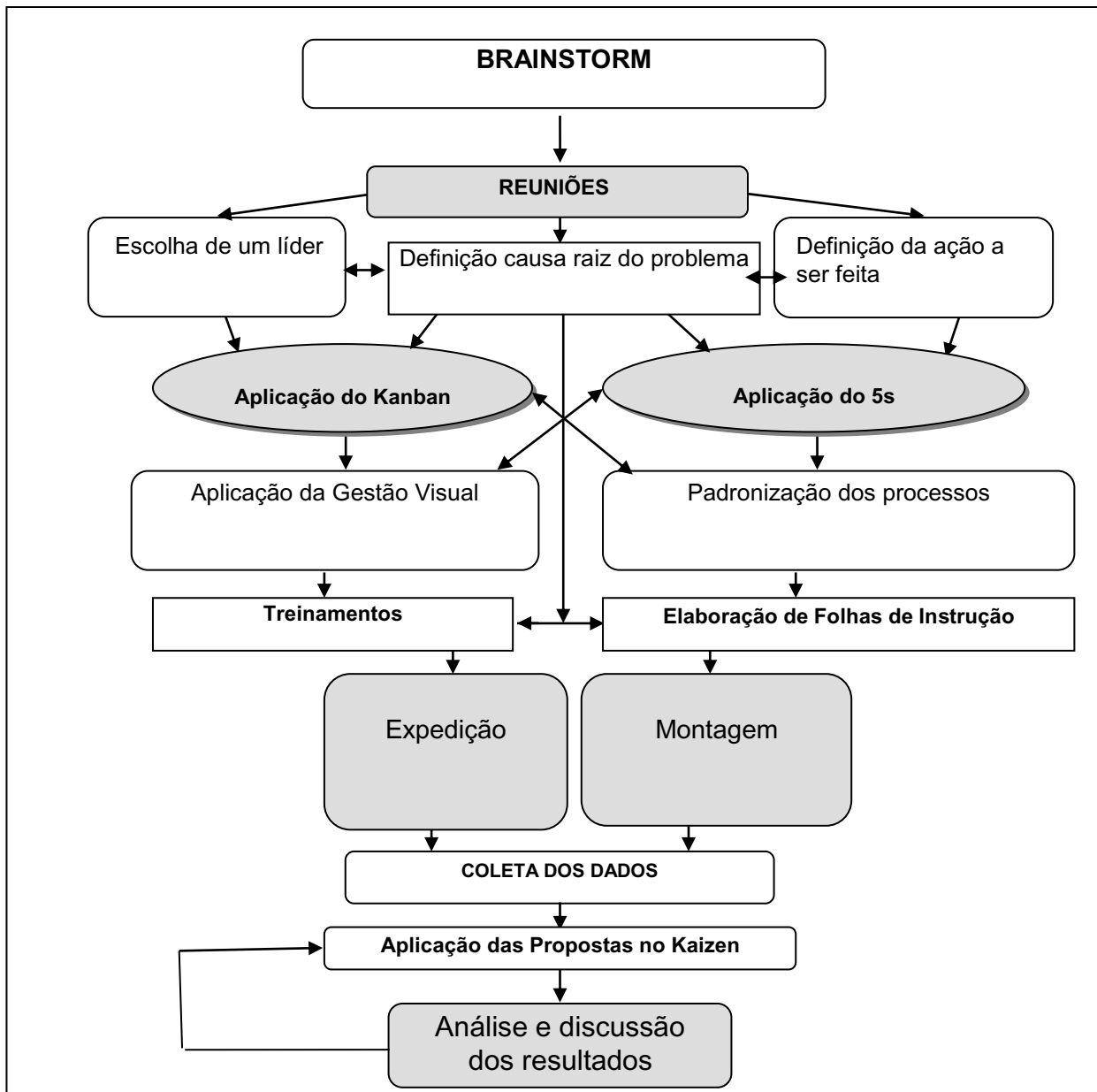
A valorização dos pontos explanados impactará no seu resultado final pois “Na metodologia Lean os trabalhadores estão muito envolvidos na implementação, seguimento e consolidação do processo de melhora contínua” (OGAYAR & GALANTE, 2013, p. 37) não podendo os deixar de lado ou achar que eles são menos importantes para um projeto eficiente.

### 3 METODOLOGIA

A metodologia seguida durante a execução do projeto, inicialmente se teve como base reunião semanais para direcionamento do projeto e melhorias mais importantes e necessárias para o momento da empresa. Essas reuniões eram compostas dos seguintes integrantes do processo: Gerência de Produção, Encarregado da Produção, Estagiário de Engenharia e Aprendiz Técnico. Um *Brainstorm* foi feito inicialmente, este é conhecido como chuva de ideias em que gestores se reúnem com líderes de produção, operadores entre outros envolvidos e esses dão sugestões para o direcionamento do trabalho, tais reuniões eram repetidas semanalmente com base no tempo disponível de cada um.

Com o direcionamento obtido, iniciamos uma distribuição de tarefas e a escolha do líder do projeto, tal que irá conduzir os trabalhos junto a linha de produção além de organizar reuniões e levar problemas as diretorias, gerências e responsáveis pelas áreas em questão. Na Fluxograma abaixo resumem-se as etapas que deverão ser seguidas não obrigatoriamente mas que dão uma ideia do planejamento para nossa metodologia e aplicação nesse projeto, como forma de geração e implementação do processo de melhoria contínua.

Diagrama da metodologia de aplicação do projeto



Fonte: Autoria própria

Como problema emergencial verificado preliminarmente temos a desorganização das áreas dentro da indústria, vista como problema raiz dentro das reuniões. Dessa forma será aplicado as ferramentas de gestão para detecção do problema gerador de toda a desordem.

Será utilizado o Kanban para gerar o planejamento das ações e quais ferramentas devem ser aplicadas, primeiro definindo datas para essas ações serem

concluídas, porém essas datas e ações podem sofrer mudanças no decorrer do projeto devido a problemas não planejados e enfrentados durante a aplicação da melhoria, fazendo assim com que todas as etapas após a definição das causas raízes, definição do líder e das ações se conversam entrem si durante todo projeto e não necessariamente seguem um fluxo linear.

Com base no planejamento do kanban será a aplicada a gestão visual através da demarcação do chão com o uso de fitas colantes de diversas cores e colocação de placas identificando para que aquele local demarcado serviria, buscando assim uma maior facilidade de localização dos materiais usados na produção das peças e uma diminuição da perda com movimentação, além de mostrar aos clientes uma indústria mais apresentável que dá uma ideia de maior qualidade em primeiro momento, pois essa maior qualidade só pode ser provada com resultados e a eficácia do projeto. Além de a gestão visual buscar introduzir uma diferente filosofia dentro da empresa, pois uma empresa mais organizada busca fazer com que seus colaboradores tenham mais organização durante seu trabalho.

Com a demarcação feita e a gestão visual iniciada temos apoio de outras ferramentas para a busca da melhoria contínua desejada, pois de início já temos uma maior organização mas ainda precisamos que nossos colaboradores sejam capacitados para compreender essa forma de trabalho enxuto.

Com a demarcação das áreas concluída passaremos a aplicação de outras ferramentas como o 5s, kaizen, Padronização, e até o Kanban novamente. O apoio delas só pode ser feito após a organização gerada pela demarcação do espaços sendo que assim podemos padronizar o processo produtivo, dando treinamentos aos colaboradores com relação a isso e também com relação a ferramenta 5s que introduzirá uma rotina orgazinacional em cada célula de produção. O Kanban nos auxiliará de forma que nas reuniões feitas semanalmente, iremos estabelecer prazos para cumprir planejamentos feitos e isso será colocado em um quadro ao alcance de todos os envolvidos no projeto, com o nome de um responsável para cada plano e seu respectivo prazo, para isso utilizaremos uma tabela excel que será enviada para todos os envolvidos e exposta a todos na sala de reuniões.

Após estabelecidos estes prazos podemos começar o trabalho com o treinamento dos colaboradores em relação a demarcação dos espaços, explicando a todos onde ficará cada material e como devem ser organizados estes, além de como

serão distribuídas as placas de identificação dos produtos e o porque de tudo isso. Com isso podemos partir a aplicação do 5s, padronização e por fim do Kaizen.

Numa primeira iteração se torna necessário que todas as etapas anteriores estejam concluídas para podemos aplicar a ferramenta 5s, que será aplicada após todo o fim de um turno para cada célula de produção, buscando uma melhora geral. Portanto, tendo como base uma melhoria da organização, da qualidade e do visual da célula, isso deve ser feito através do treinamento dos operadores das células e seus líderes onde se passa a informação de que a cada final de turno deve se reservar de 5 a 10 min para fazermos uma limpeza das máquinas, uma organização com relação a embalagens e peças concluídas e não concluídas, além da etiquetagem de todo material concluído e em processo. Isso deve ser padronizado em forma de documento que deve estar a livre acesso dos operadores, porém antes disso deve ser dado um treinamento a todos eles, treinamento dado pelo supervisor de produção.

A padronização além de dar apoio ao 5s funciona de forma eficaz para padronizar nosso processo em cada célula ou setor dependendo do tamanho destes, o treinamento aos operadores pode ser dado de forma setorial, ou em cada célula. Tal padronização nos traz um maior fluxo de produção podendo aumentar nossa produtividade e reduzir as perdas com sucata até, aumentando assim a qualidade do nosso produto. Também buscando um padrão aplicamos nessa etapa a cronoanálise que é uma forma de estabelecer uma meta de produção correta para cada célula através do acompanhamento e cronometragem do tempo de produção em que os operadores concluem uma peça dentro do fluxo contínuo dela, este trabalho deve ser feito pelo líder do projeto de melhoria.

Com todo esse trabalho de forma cronológica iniciamos a busca de um resultado adequado, sem perdas desnecessárias com movimentação, superprocessamento, entre outras perdas apontadas pela filosofia Lean Manufacturing, porém esse é apenas o início de um projeto de melhoria.

Através do uso da última ferramenta necessária citada, o Kaizen, buscaremos a melhoria contínua, pois essa ferramenta nos traz um ciclo de melhoria, de forma que o projeto não torne a nossa melhoria apenas pontual e sim uma melhoria contínua que é algo que não pode parar nunca e deve se tornar uma filosofia no meu sistema de produção.



Para isso devemos documentar um planejamento e delegar uma pessoa para fazer o acompanhamento da nova forma de processo que foi implantada, exigindo o cumprimento de tudo o que foi repassado durante os treinamentos realizados, isso é feito normalmente pelo líder do projeto escolhido nas reuniões, fazendo com que ele se torne um auditor da filosofia Lean para que o ciclo seja cumprido e caso necessário sejam feitos novos treinamentos para alinhar o pensamento não absorvido pelos operadores. O papel da cobrança para se cumprir o que foi repassado não é do Líder do projeto e sim do gestor responsável pela produção que na maioria das vezes é o supervisor de produção do turno ou da fábrica, porém este papel também é dos líderes de turno, setor entre outras lideranças que variam de um processo para o outro, seguindo uma hierarquia (Fig 3) , que deve ser respeitada para o projeto ser eficiente. O líder do projeto de melhoria Lean apenas auditará o processo e repassará possíveis erros aos responsáveis pela gestão da produção.

Tal ciclo de auditoria e possíveis correções deve ocorrer de forma continuada, sempre buscando melhorias em processos ou formas de trabalho que estejam de forma errada, pois a melhoria nunca parará.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

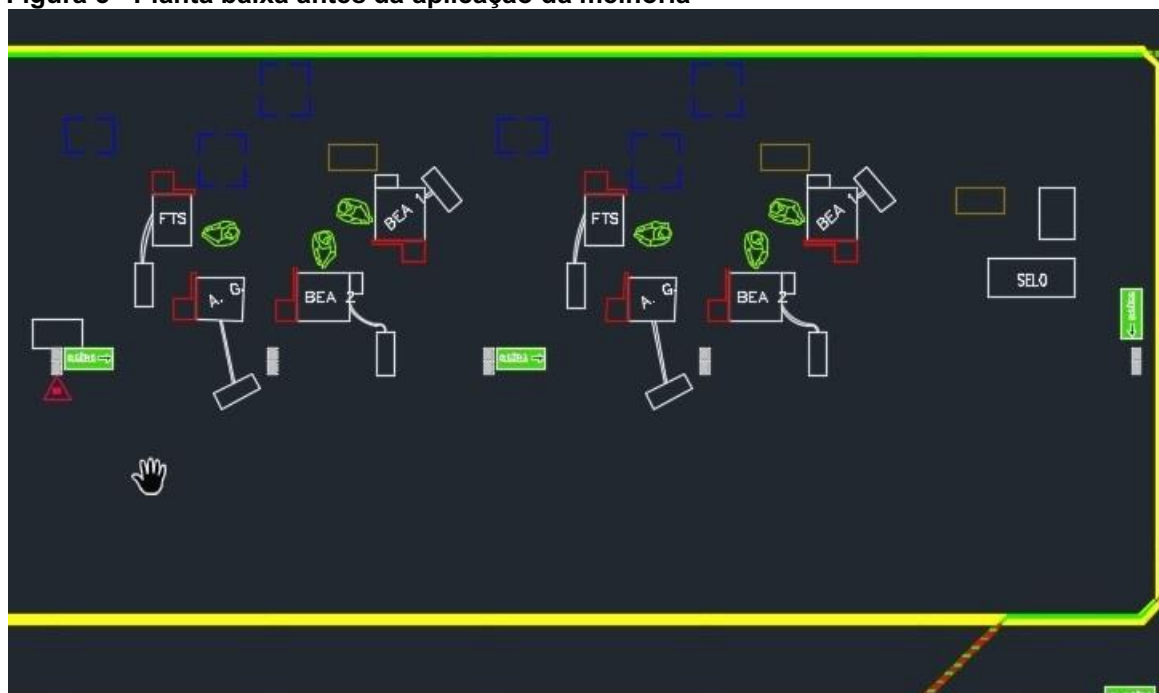
Através do projeto de melhoria feito em uma indústria do ramo automotivo, buscamos diminuir desperdícios para gerar maior produtividade para empresa com o uso de ferramentas presentes na filosofia Lean Manufacturing. Neste trabalho, em meio a todo processo de melhoria tivemos obstáculos que em algumas vezes geraram algumas mudanças no planejamento inicial, tais como necessidade de pessoas, material, tempo e imprevistos causados por setores que não eram o nosso e que não tínhamos controle sobre.

A indústria objeto desse trabalho se compõe de vários setores, cada um com suas respectivas atribuições e para uma melhoria adequada se torna necessário um alinhamento com todos eles. Porém nem sempre isso acontece e em nosso projeto tivemos alguns imprevistos com erro de planejamento de demanda de produção que acabou interferindo nos resultados mas não prejudicou a nossa melhoria por completo.

### 4.1 LEAN MANUFACTURING NAS CÉLULAS DE MONTAGEM

Com base na figura 4 realizou-se as reuniões, com a definição das causas, aplicou-se a metodologia kanban para posterior aplicação da ferramenta de gestão visual no layout do processo produtivo. Em praticamente três meses de trabalho buscamos o aumento da produtividade da área de montagens de uma indústria automotiva, através do uso das ferramentas da filosofia Lean Manufacturing, fizemos a padronização do sistema produtivo através de demarcações no chão com fitas de três cores diferente: verde, amarelo e branco. Com esta padronização de cores definimos o projeto de melhoria através do software de desenho que mostra a planta baixa da área antes do projeto antes e depois:

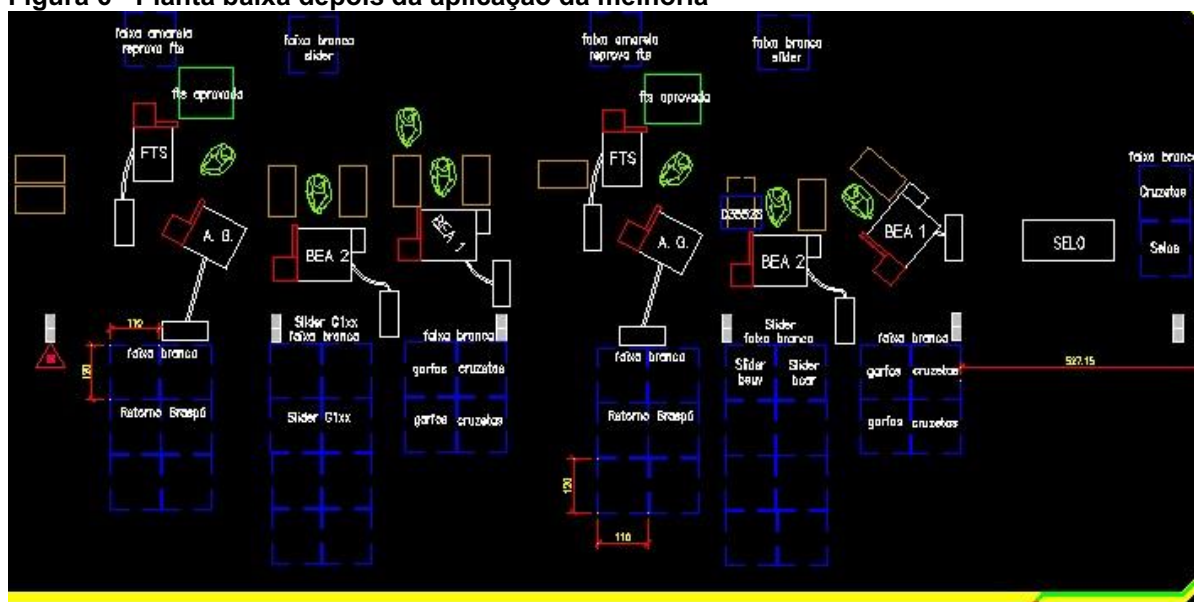
Figura 5 - Planta baixa antes da aplicação da melhoria



Fonte: Autoria própria

Como pode ser verificado na gestão visual da figura acima do layout inicial e na figura abaixo do layout novo não houve significativa mudança no posicionamento das máquinas. Entretanto, existiu reorganização das matérias primas demarcadas na figura abaixo em azul e que estão bem mais próximas da célula de produção. Essas matérias primas no layout inicial estavam tão longe que nem fazem parte do seu visual.

Figura 6 - Planta baixa depois da aplicação da melhoria

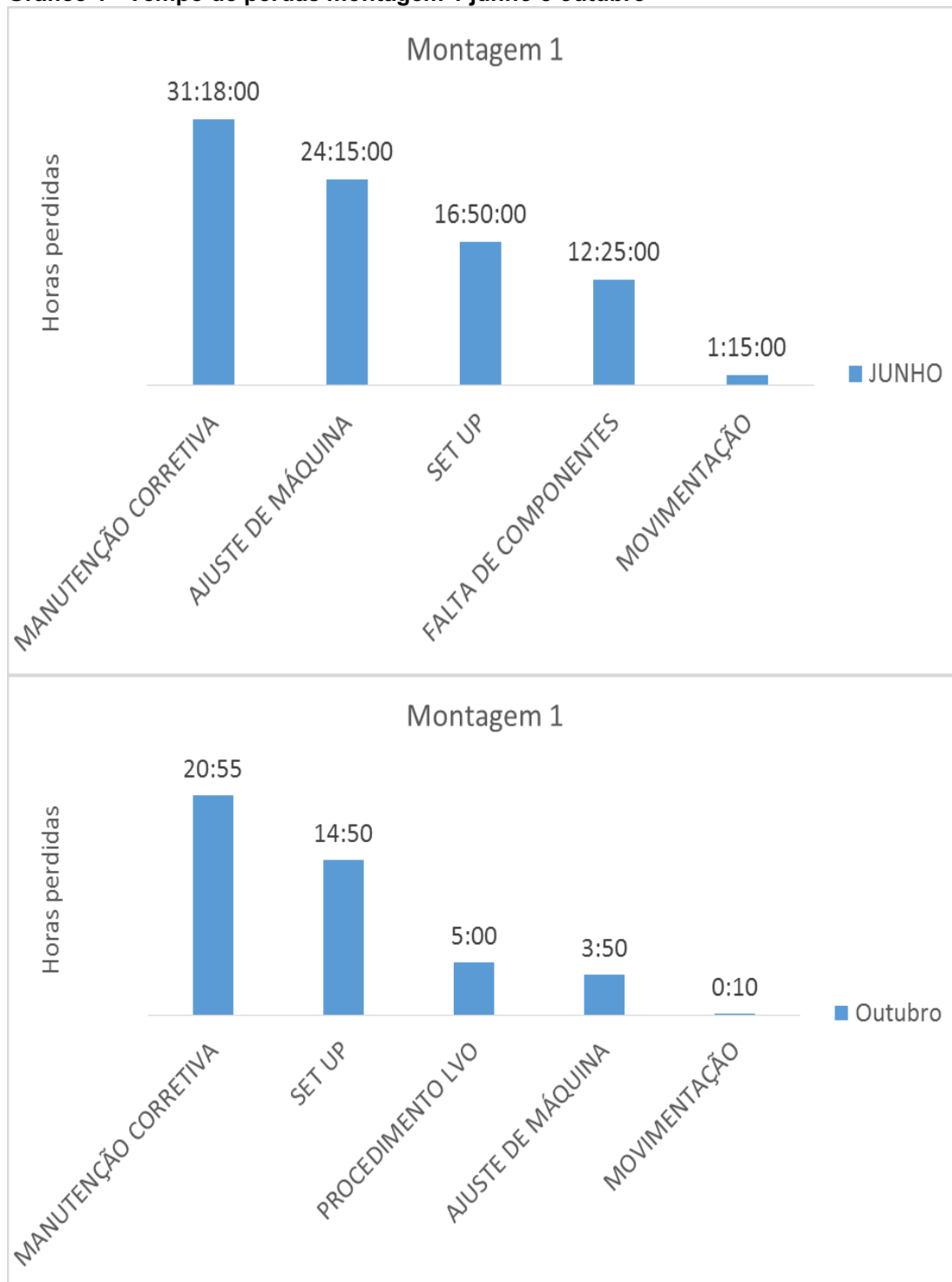


Fonte: Autoria própria

Com a melhoria do layout temos diminuição da movimentação pois o novo visual das matérias primas que estão mais próximas diminuindo teoricamente o tempo de movimentação. A partir da execução desta padronização do layout e a aplicação contínua da ferramenta 5S nesse layout trouxe mais organização na célula produtiva além uma melhor gestão visual do processo. Pois agora temos espaços demarcados para cada produto que será produzido dentro da célula, trazendo uma grande melhora com relação a rastreabilidade de matérias primas e produtos acabados dentro desta célula, evitando desperdícios e “sumiços”.

Tais perdas são mostradas através de gráficos atualizados e acompanhados diariamente. Gráficos de perdas antes da aplicação da melhoria no ano de 2018:

Gráfico 1 - Tempo de perdas montagem 1 junho e outubro



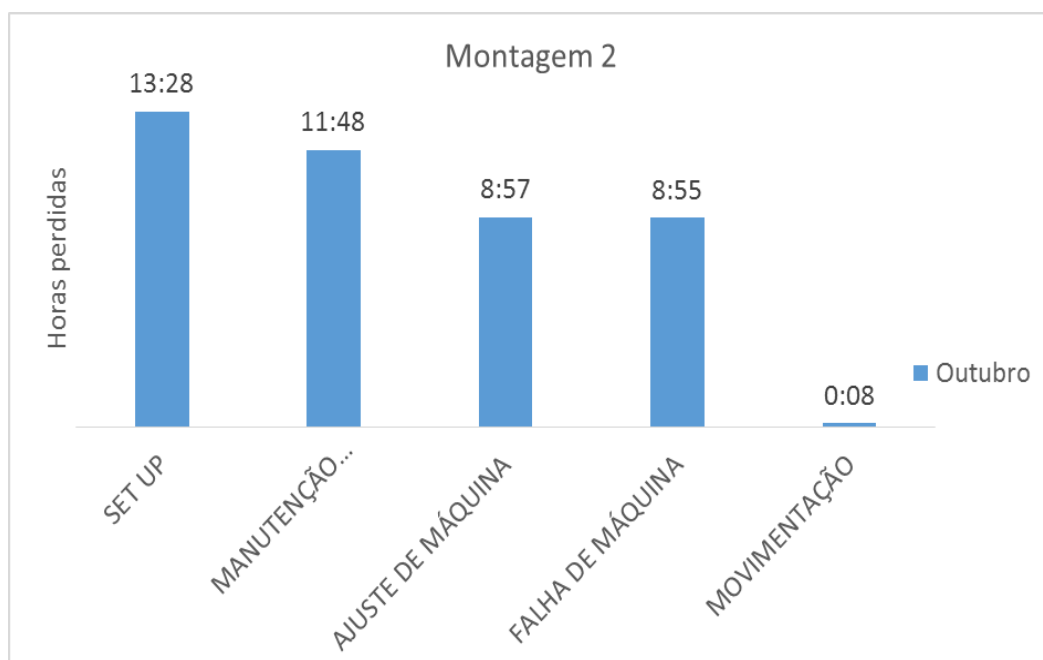
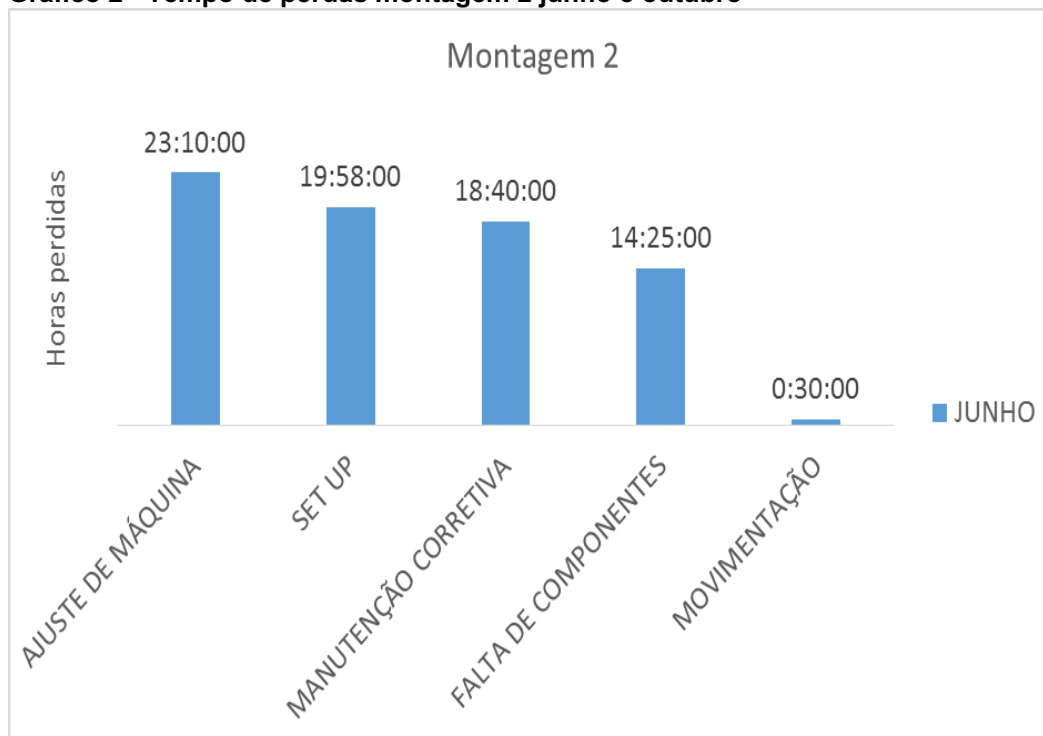
Fonte: autoria própria

Pelo gráfico conseguimos visualizar a grande diferença de perda com movimentação entre os meses de junho e outubro que caiu de 1 hora e 15 minutos para apenas 10 minutos, as outras perdas aparecem para demonstrar que nosso

indicador mdia várias perdas porém o projeto foi focado apenas na diminuição das perdas com movimentação.

Da mesma forma mostramos essa diminuição na montagem 2 mostrada nos gráficos de perdas após a aplicação do projeto de melhoria no ano de 2018:

**Gráfico 2 - Tempo de perdas montagem 2 junho e outubro**



Fonte: autoria própria

Partindo dos valores do início do estudo que ocorreu em Junho, conseguimos através da tabela expor os valores dos resultados obtidos no mês de outubro, após a melhoria já estar finalizada e do ganho final. Através da diminuição do tempo de perda com movimentação nas montagens 1 e 2 e tendo os maiores valores de perdas no mês de junho tivemos os seguintes resultados:

**Tabela 1 - Resultados com diminuição da movimentação**

<b>Perdas com movimentação (h:min)</b>				
máquina/mês	junho	outubro	Ganho	variação %
<b>Montagem 1</b>	01:15	00:10	01:05	87%
<b>Montagem 2</b>	00:30	00:08	00:22	74%
<b>Total</b>	01:45	00:18	01:27	83%

Fonte: Autoria própria

A melhoria com o uso destas ferramentas possibilitou uma grande diminuição nos desperdícios de tempo com movimentação para abastecer a célula de produção com matéria prima. Na tabela 1 acima verifica-se que a montagem 1 obtido uma variação do ganho de 87 % e na montagem 2 uma variação do ganho de 74 % o gerou uma média nas duas células de 83% como potencial melhoria relacionada a movimentação.

#### 4.2 A GESTÃO VISUAL NA MELHORIA CONTINUA

Com tais resultados tivemos mudanças na parte visual da nossa área produtiva, ou seja com a aplicação da ferramenta de gestão visual tivemos uma melhoria expressiva em questões visuais relacionadas a organização da nossa célula, isso traz resultados de maior facilidade de rastreabilidade do meu produto, pois apenas com a visão consigo encontrar ele dentro da minha zona produtiva. Tais resultados impactam também a visão de clientes que visitam a indústria e tem uma boa “primeira impressão” e isso é resultado do projeto de melhoria que pode ser visto nas figuras a seguir:

**Figura 7 - Área das montagens antes da melhoria**



Fonte: Autoria própria

**Figura 8 - Área das montagens após a melhoria**



Fonte: Autoria própria



Além dos resultados obtidos com diminuição na movimentação trazendo os materiais necessários para abastecimento da célula mais próximo dela, de uma melhora na parte visual de organização da área produtiva e da maior facilidade na rastreabilidade dos produtos, tivemos ótimos resultados relacionados também a parte de resolução de problemas, pois com maior rastreabilidade dos produtos e lotes destes, conseguimos identificar problemas que podem vir a acontecer devido a materiais ou lotes inteiros que estavam com problemas e abasteciam nossa produção gerando problemas no produto final. Com essa maior organização o ataque ao problema raiz é mais rápido e ágil, trazendo respostas rápidas e mais acertivas.

Os resultados não foram apenas com a organização dos produtos que abastecem a linha mas também com as células de produção, que ficaram mais organizadas, com grande melhora na gestão visual dela, rastreabilidade de produtos de boa qualidade, suspeitas e que estão entrando na linha para produção. Essa organização visual foi feita através de cores e trouxe uma grande melhora para resoluções de problemas de qualidade e maior confiabilidade no processo, pois assim se torna mais difícil o erro do envio de um produto com problemas de qualidade, pois eles já são segregados, separados e identificados dentro da célula produtiva como se pode ver nas figuras:

**Figura 9 - Célula de montagem 1 após a melhoria**



**Fonte: Autoria própria**

Com aplicação da ferramenta kaizen que busca a melhoria contínua, já tendo os resultados iniciais e buscando uma melhora maior, foi aplicada uma identificação para cada caixa separadamente de produtos que abastecem a linha, pois assim a rastreabilidade aumentaria e o erro diminuiria, isso foi concluído após 2 semanas da melhoria aplicada e em funcionamento, com isso tivemos resultados melhores para uma rastreabilidade do nosso produto através do software de manufatura pois em cada caixa eram colocados o nome do produto e seu código de rastreamento no software que daria a quantidade existente deste, assim tivemos resultados melhores ainda e sempre buscando mais para fazer o ciclo kaizen girar.

**Figura 10 - Melhoria contínua através da identificação de produtos**

Fonte: Autoria própria

Apesar dos ótimos resultados obtidos após e durante todo trabalho desenvolvido, também enfrentamos problemas, o principal problema encontrado após a aplicação do projeto foi um mal dimensionamento feito para a colocação de caixas de um material que passaria por um processo de montagem de rolamentos, o local para armazenamento do produto foi planejado a partir da demanda passada pela área de planejamento de produção porém o número repassado foi incorreto e o projeto ficou pequeno demais após aplicado, ou seja, tivemos mais material do que o planejado acarretando uma falta de espaço e tendo como resultado caixas fora do local dimensionado para elas, prejudicando a organização, a gestão visual da área e a rastreabilidade do material. Além de na hora da aplicação a cor da fita usada ser a cor incorreta pois o material estava em processo, logo a demarcação deveria ser na cor branca e não na cor verde como mostra a figura, mostrando um erro de comunicação entre a equipe.

Figura 11 - Área com problema de dimensionamento

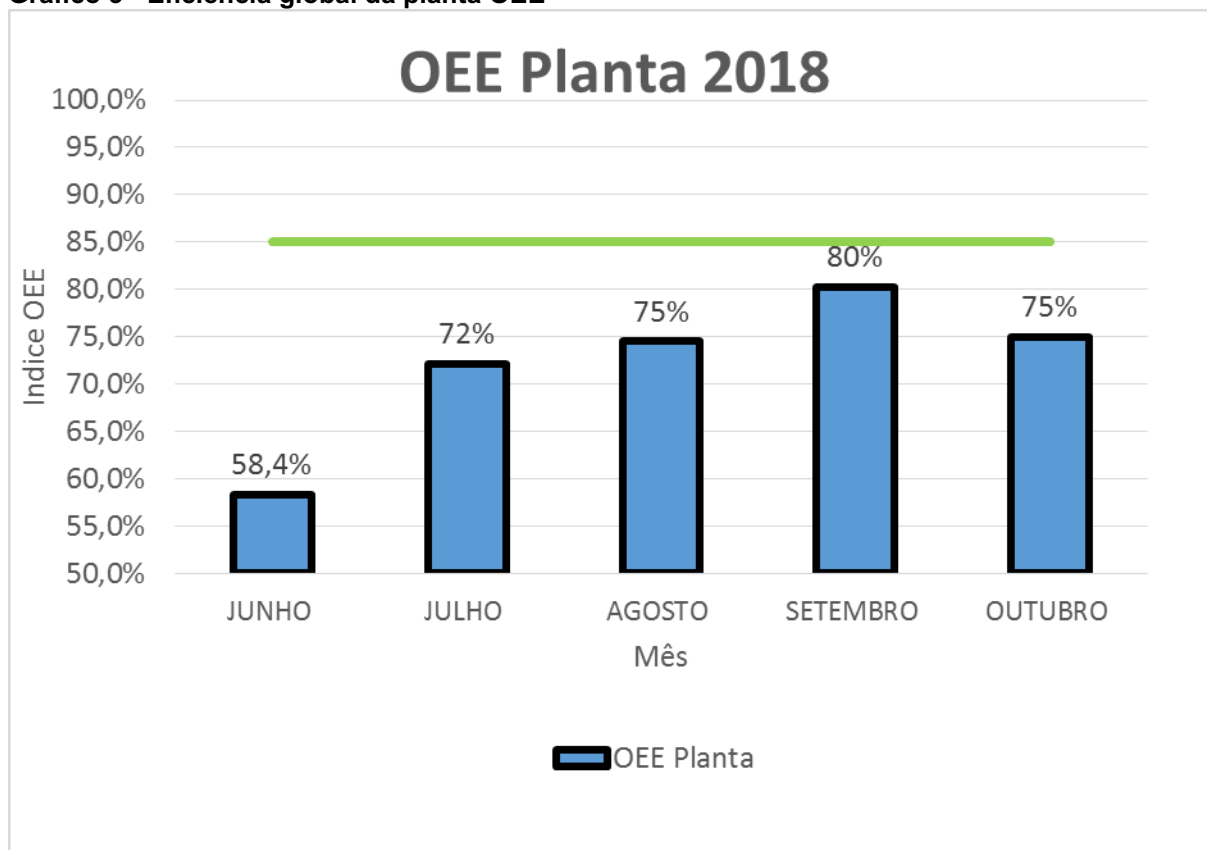


Fonte: Autoria própria

#### 4.3 O AUMENTO DA PRODUTIVIDADE GLOBAL DA PLANTA

Com a junção de todo trabalho métodos os resultados obtidos através da aplicação das ferramentas Lean Manufacturing também podemos analisar os resultados com que esta melhoria trouxe a nossa OEE que é mais conhecida por eficiência global da planta. Apesar da OEE não ser impactada apenas por um fator e sim por três, o fator da diminuição com movimentação obtido com a melhoria acarreta um aumento de desempenho do operador. Ou seja, os operadores produzem por mais tempo e não perdem tempo excessivo com a movimentação de materias, contribuindo para o cálculo do OEE, como verificado na figura a seguir.

Gráfico 3 - Eficiência global da planta OEE



Fonte: Autoria própria

No gráfico a seguir pode-se identificar que no mês de junho tivemos valores por volta de 58% da OEE sendo que neste mês o projeto de melhoria iniciou-se. Nos meses seguintes podemos identificar um aumento médio de 17% na OEE da planta sendo que no mês de setembro já se tinha a melhoria aplicada do ciclo kaizen aplicado.

Esse aumento médio de 17% não conseguiu ser mantido porém tivemos uma queda de 5% se comparado o mês de setembro com o de outubro devido a fatores que não foram planejados durante o projeto e que envolviam outras áreas da empresa. Ou seja, em outubro a queda ocorreu devido a uma falha com a falta de materiais na linha de produção acarretada por um erro de planejamento, elevado número de falta ao trabalho de colaboradores devido a doença, entre outros.

Portanto, os valores se mantiveram próximos a 75% se comparados ao início do projeto que era de 58%, gerando-se um ganho médio da OEE acima de 15%, mostrando-se adequados para melhoria da nossa eficiência global.

## 5 CONCLUSÃO

Portanto conseguimos demonstrar que com a aplicação da filosofia Lean Manufacturing, mais especificamente com aplicação de algumas ferramentas dela, chegamos a resultados satisfatórios em nossa célula produtiva como:

- Diminuição da perda com movimentação em 83% da célula de montagem;
- Aumento da produtividade em média de 17% devido a diminuição das perdas com movimentação e a nova gestão visual da produtividade.
- Maior organização da célula produtiva e menor risco de acidente em função da facilidade de deslocamento dos operadores e novo visual orientativo;
- Aumento da rastreabilidade do produto final e suas matérias primas em função da padronização e identificação dos produtos;
- Aumento da eficiência global da planta (OEE) acima de 15%;
- Diminuição da necessidade de espaços devido a minimização do estoque e o controle visual em função da demarcação e localização de cada produto;
- Aumento na qualidade do produto final devido a maior organização das matérias primas, evitando-se erros de inserção incorreta para montagem.

Porém apesar de todas as melhorias conquistadas com o projeto o kaizen propõe uma melhoria contínua e se deve replicar a metodologia desse projeto para outras áreas produtivas da empresa. O trabalho objeto desse estudo se aplicou apenas a uma área específica do layout produtivo mas se tem muitas outras áreas produtivas com problemas similares. Dessa forma, deve-se buscar melhorar ainda mais a eficiência desse trabalho em outras áreas, sendo que com a mesma metodologia pode-se ter resultados ainda melhores nas próximas iterações.

## 6 REFERÊNCIAS

BARKER, R. C. The design of lean manufacturing systems using time-based analysis. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 14, n. 14, p. 86-96, 1994.

BASTOS, Bernardo Campbell; CHAVES, Carlos. Aplicação de Lean Manufacturing em uma Linha de Produção de uma Empresa do Setor Automotivo. Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, IX SEGeT, 2012.

FERRAZ, Jose Augusto de Castro Barbosa. Manufatura Enxuta: o caso da Becton Dickinson. *Rev Cont Fin*, v. 20, n. 5, p. 532-550, 2006.

IMAI, M. *A Estratégia para o Sucesso Competitivo*, 5ª Edição, Instituto IMAM, 1994.

J. P. Womack, D. T. Jones, D. Roos, *The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production*, Macmillan Publishing Company, New York, 1990.

KATAYAMA, H.; BENNETT, D. Lean production in a changing competitive world: a Japanese perspective. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 16, n. 2, p. 8-23, 1996.

*Lean Seis Sigma : introdução às ferramentas do Lean Manufacturing*; Cristina Werkema. – 2. Ed. – Rio de Janeiro : Elsevier, 2011.

MANFREDINI, Marcel Fermo; SUSKI, Cássio Aurélio. Aplicação do Lean Manufacturing para minimização de desperdícios gerados na produção. Artigo apresentado em Congresso, 2010, tema: 1º congresso de inovação, tecnologia e sustentabilidade.

OGAYAR, Juan Jose; GALANTE, Juan torrubiano. *Guía Lan Management: mejorar los procesos para ser más competitivos*. Cuba: Poraxa; Grupotel; IDI - Institut d'Innovació Empresarial de les Iles Balears 2013.

SAIA, Rafael. *O Lean Manufacturing aplicado em ambientes de produção Engineer to order*. Trabalho de Conclusão de Curso, Escola de Engenharia de São Carlos – USP, 2009.

TEZEL, B. A.; KOSKELA, L. J.; TZORTZOPOULOS, P. The functions of visual management. *International Research Symposium*, Salford, UK, 2009.

T. Ohno, Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production, Productivity Press, New York, 1988.

INDUSTRIAS DE PROCESSOS. : industria de processos3638.jpg?cb=146541860.  
Disponível em: <<https://image.slidesharecdn.com/>>. Acesso em: 20 de jun. de 2018.