



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

ALEXANDRE JORGE MOTA DE SOUZA NETO

**IMPLEMENTAÇÃO DA FILOSOFIA DE MANUFATURA ENXUTA (*LEAN
MANUFACTURING*) PARA MELHORIA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE
DISCOS DE FREIO PARA MOTOCICLETAS**

Recife
2025

ALEXANDRE JORGE MOTA DE SOUZA NETO

IMPLEMENTAÇÃO DA FILOSOFIA DE MANUFATURA ENXUTA (*LEAN MANUFACTURING*) PARA MELHORIA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE DISCOS DE FREIO PARA MOTOCICLETAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador (a): Profa. Dra. Marcele Elisa Fontana.

Recife

2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Souza Neto, Alexandre Jorge Mota de.

Implementação da filosofia de manufatura enxuta (Lean Manufacturing) para melhoria do processo de produção de discos de freio para motocicletas / Alexandre Jorge Mota de Souza Neto. - Recife, 2025.

40 p. : il., tab.

Orientador(a): Marcele Elisa Fontana

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Engenharia Mecânica - Bacharelado, 2025.

Inclui referências.

1. Lean Manufacturing. 2. Kaizen. 3. Just in Time. 4. Fabricação de discos de freio. I. Fontana, Marcele Elisa. (Orientação). II. Título.

670 CDD (22.ed.)

ALEXANDRE JORGE MOTA DE SOUZA NETO

IMPLEMENTAÇÃO DA FILOSOFIA DE MANUFATURA ENXUTA (*LEAN MANUFACTURING*) PARA MELHORIA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE DISCOS DE FREIO PARA MOTOCICLETAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Aprovado em: 07/04/2025.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Marcele Elisa Fontana (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Antônio Marques da Costa Soares Júnior (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Francisco Fernando Roberto Pereira (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, meu pai Alexandre Jorge, minha mãe Kátia Cilene e meu irmão Allysson Jorge, por estarem comigo durante toda a trajetória na universidade e ensinamentos durante toda a vida. Tudo que conquistei também é por conta do esforço deles.

Agradeço a meus amigos que participaram direta ou indiretamente de cada conquista na universidade e no mercado.

Agradeço à empresa por proporcionar a chance de aprender e desenvolver esse e tantos outros trabalhos.

Agradeço à Profa. Dra. Marcele Elisa Fontana pela orientação em meu Trabalho de Conclusão de Curso.

RESUMO

A elevada concorrência existente no setor industrial exige a constante melhoria nos processos produtivos, buscando maior eficiência e redução de desperdícios mantendo a qualidade do produto final e a segurança dos colaboradores. Diante disso, o presente trabalho analisa a aplicação da filosofia *Lean Manufacturing* em uma linha de produção de discos de freio de uma indústria automotiva. Os conceitos de Just-in-Time, Kaizen, Takt Time e o sistema de produção puxada foram estudados e aplicados por um grupo composto por vários setores da empresa em questão, visando a integração de ideias diversas para melhoria do processo. Atividades como análise dos problemas no Gemba (chão de fábrica), mapeamento do fluxo produtivo, *brainstorming*, aplicação dos princípios do programa 5S e uso de ferramentas de qualidade como Diagrama de Espaguete foram essenciais para a aquisição de resultados significativos. Com o estudo e aplicação dos conceitos citados, foi possível desenvolver um ambiente de produção enxuta, eliminando atividades que não agregam valor ao produto final. Dentre os resultados obtidos, é válido citar a redução de desperdícios, otimização do layout das máquinas, diminuição do tempo de fabricação dos discos de freio, redução do custo final da peça, melhoria na limpeza do setor produtivo e diminuição do nível de sucata gerado no processo. Esses resultados demonstram a efetividade da aplicação dos princípios do *Lean Manufacturing* e trazem um impacto considerável para a empresa, melhorando sua competitividade e agregando conhecimento à equipe de colaboradores que participou do projeto. Com isso, a implementação mostrou-se eficaz na transformação do processo, promovendo ganhos e demonstrando o potencial da filosofia de manufatura enxuta.

Palavras-Chave: *Lean Manufacturing*; Disco de freio; Kaizen; Just-in-Time; 5S.

ABSTRACT

The high competition in the industrial sector requires constant improvement in production processes, aiming for greater efficiency and waste reduction while maintaining the quality of the final product and the safety of employees. In this context, this study analyzes the application of the Lean Manufacturing philosophy in a brake disc production line of an automotive industry. The concepts of Just-in-Time, Kaizen, Takt Time, and the pull production system were studied and applied by a group composed of various departments of the company, aiming to integrate diverse ideas for process improvement. Activities such as problem analysis on the Gemba (shop floor), production flow mapping, brainstorming, application of the 5S program principles, and the use of quality tools such as the Spaghetti Diagram were essential for achieving significant results. Through the study and application of the mentioned concepts, it was possible to develop a lean production environment, eliminating activities that do not add value to the final product. Among the results achieved, it is worth mentioning the reduction of waste, optimization of machine layout, decrease in the production time of brake discs, reduction in the final cost of the part, improvement in cleanliness in the production area, and reduction in the level of scrap generated in the process. These results demonstrate the effectiveness of applying Lean Manufacturing principles and have a considerable impact on the company, improving its competitiveness and adding knowledge to the team of employees who participated in the project. Therefore, the implementation proved to be effective in transforming the process, promoting improvements and demonstrating the potential of the Lean Manufacturing philosophy.

Keywords: *Lean Manufacturing*; Brake Disc; Kaizen; Just-in-Time; 5S.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação de Fluxo em linha.....	17
Figura 2 – Elevado estoque intermediário gerado por superprodução.....	18
Figura 3 – Diagrama de Espaguete com Fluxo Cruzado.....	20
Figura 4 – Mapa do fluxo de valor.....	23
Figura 5 – Ícones usados para o fluxo de informações.....	24
Figura 6 – Ícones usados para o fluxo de materiais.....	24
Figura 7 – Fluxograma dos procedimentos utilizados no presente trabalho.....	26
Figura 8 – Classificação das ideias.....	28
Figura 9 – Matriz Impacto x esforço.....	28
Figura 10 – Fluxo do processo antes da semana <i>Lean</i>	33
Figura 11 – Ferramenta para remoção de rebarba.....	34
Figura 12 – Fluxo do processo após da semana <i>Lean</i>	34
Figura 13 – Layout após da semana <i>Lean</i>	35
Figura 14 – Padronização área de embalagem.....	37
Figura 15 – Materiais encontrados no setor para serem descartados.....	37
Figura 16 – Limpeza e pintura de materiais na linha de produção.....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Plano de atividades macro	29
Tabela 2 – Cálculo Tempo Takt	31
Tabela 3 - Taxa de Ocupação	32
Tabela 4 - Número teórico e número real de operadores por linha	36
Tabela 5 - Avaliação de desempenho do processo: antes e após implementação do <i>lean</i>	38

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	13
1.2 OBJETIVOS	14
1.3. JUSTIFICATIVAS	14
1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1 LEAN MANUFACTURING	16
2.2 DESPERDÍCIOS	18
2.3 FERRAMENTAS DA FILOSOFIA LEAN MANUFACTURING	19
2.3.1 <i>DIAGRAMA DE ESPAGUETE</i>	19
2.3.2 <i>BRAINSTORMING</i>	21
2.3.3 <i>PROGRAMA 5S</i>	21
2.4 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR	22
3 METODOLOGIA	26
3.1 ESTUDO E TREINAMENTO DA EQUIPE LEAN	26
3.2 COLETA DE DADOS E IDENTIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS	27
3.3 BRAINSTORMING E DEFINIÇÃO DE ATIVIDADES	27
3.4 IMPLEMENTAÇÃO	29
3.5 REVISÃO E PADRONIZAÇÃO	29
3.6 ESTUDO DE CASO	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1 COLETA DE DADOS E IDENTIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS	31
4.1.1 <i>TAKT TIME E CAPACIDADE PRODUTIVA</i>	31
4.1.2 <i>FLUXO DO PROCESSO E ARRANJO FÍSICO</i>	32
4.2 BRAINSTORMING E DEFINIÇÃO DE ATIVIDADES	33
4.3 IMPLEMENTAÇÃO DAS MELHORIAS	33
4.3.1 <i>FLUXO DE PROCESSO E ARRANJO FÍSICO</i>	33
4.3.2 <i>BALANCEAMENTO DE LINHA E POSTOS DE TRABALHO</i>	35
4.3.3 <i>FORTALECIMENTO DO 5S</i>	36
4.4 REVISÃO E PADRONIZAÇÃO	38
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
5.1 CONTRIBUIÇÕES	40

5.2 TRABALHOS FUTUROS.....	40
REFERÊNCIAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

A competitividade industrial leva indústrias de todos os setores a ansiarem pela melhoria de seus processos e produtos para estarem um passo a frente dos concorrentes no mercado. Reduzir desperdícios, aumentar a qualidade do produto final e aumentar a eficiência dos processos produtivos tornaram-se essenciais para manter empresas sustentáveis no mercado global. Nesse contexto, a filosofia *Lean Manufacturing* tem se destacados como uma abordagem eficaz para a otimização de processos, contribuindo significativamente para a sustentabilidade e competitividade das organizações (WOMACK; JONES, 1996).

De acordo com esse pensamento, uma filosofia que favoreça a melhoria contínua nos processos da empresa, visando elevar a competitividade no mercado através de uma cultura de pensamento crítico dos colaboradores, é fundamental (PRAJOGO; SHOAL, 2006)

A manufatura enxuta, do inglês *Lean Manufacturing*, originária do Sistema Toyota de Produção, é baseada em princípios como a melhoria contínua, a produção puxada, a eliminação dos desperdícios produtivos e o sistema Just-in-Time. Esses conceitos visam a criação de um fluxo de valor que maximize a eficiência e a qualidade, ao mesmo tempo em que minimiza os custos e os tempos de produção (Ohno, 1997).

Assim, a aplicação dos princípios da manufatura enxuta mostra-se como uma forte estratégia para empresas que buscam aprimorar seus processos produtivos de maneira sustentável. O presente trabalho analisará a implementação dessa filosofia em um ambiente produtivo real, evidenciando seus impactos.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Empresas ao redor do mundo possuem indicadores de desempenho importantes, do inglês *Key Performance Indicators* (KPIs) que são constantemente monitorados e analisados. Após análise desses indicadores, a equipe responsável pela coordenação da manufatura enxuta em uma indústria metalúrgica que fabrica peças para o setor automotivo percebeu a baixa produtividade em uma linha responsável pela fabricação de discos de freio para motocicletas.

Para solucionar os problemas encontrados da forma menos custosa e mais eficaz, os conceitos da manufatura enxuta foram aplicados por uma equipe de oito (08) integrantes durante uma semana. Nesse período, os colaboradores dedicaram-se exclusivamente às atividades relacionadas à otimização da linha de produção dos discos de freio, utilizando ferramentas como diagram de espaguete, brainstorming, matriz esforço/impacto para definir metas e atividades de curto e longo prazo para melhorar a eficiência e controle da produção.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral é implementar a filosofia da manufatura enxuta para aperfeiçoar uma linha de produção de discos de freio para motocicletas.

Para atingir o objetivo geral os seguintes objetivos específicos foram necessários:

- 1- Aperfeiçoar o arranjo físico da linha de produção para eliminação de fluxo cruzado;
- 2- Balancear a linha de produção;
- 3- Definir a quantidade ideal de operadores;
- 4- Fortalecer o 5S do setor;

1.3. JUSTIFICATIVAS

A engenharia mecânica vai muito além do desenvolvimento de produtos, ela também é envolvida na melhoria de processos. Nesse sentido, o estudo sobre a implementação da filosofia da manufatura enxuta é fundamental para expansão do conhecimento sobre aplicação das ferramentas da filosofia dentro da indústria. Com isso, surge a necessidade de aplicar soluções práticas e eficazes para os desafios encontrados no ambiente industrial.

A problemática encontrada pela equipe deve ser resolvida para assegurar a sustentabilidade e competitividade da empresa em questão. A não resolução dos problemas encontrados gera um sério risco para a saúde financeira da empresa e trabalho dos colaboradores. Eliminar fluxo cruzado e reduzir os desperdícios reduz os custos operacionais e melhora competitividade da empresa. O presente trabalho

poderá também ser utilizado como base para estudos e reprodução da filosofia em outras empresas.

Além disso, a resolução das problemáticas encontradas está alinhada com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, impactando nos ODSs de número 8 (Trabalho decente e crescimento econômico) devido ao aumento produtivo alcançado e 9 (Indústria, inovação e infraestrutura) produzindo mais sem a necessidade de aumentar os recursos. A filosofia *Lean Manufacturing* é utilizada como uma forma comprovada e reconhecida de melhoria de processos produtivos.

1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está organizado em 5 capítulos:

- 1- Introdução, com o contexto geral e justificativas do estudo;
- 2- Fundamentação Teórica, abordando os conceitos fundamentais relacionados à manufatura enxuta;
- 3- Metodologia, apresentando os passos seguidos na aplicação do trabalho;
- 4- Resultados, demonstrando os impactos e resultados das melhorias implementadas;
- 5- Considerações finais, destacando os principais resultados do estudo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esse capítulo aborda os conceitos teóricos que embasam todo o desenvolvimento do trabalho e também a contextualização das ferramentas utilizadas pela equipe na melhoria do processo.

2.1 LEAN MANUFACTURING

Desenvolvida a partir do Sistema Toyota de Produção (STP), a filosofia Lean Manufacturing, ou somente Lean, tem como objetivo principal a melhoria contínua dos processos produtivos e a eliminação dos desperdícios (WOMACK; JONES; ROOS, 1990). De acordo com Womack e Jones (1996), apenas o cliente final pode definir o que é valor, sendo expresso como um produto que atenda às suas necessidades, a um preço específico e em um momento específico (WOMACK; JONES, 1996).

A filosofia da manufatura enxuta dispõe de formas e ferramentas para especificar esse valor, buscando alinhar as etapas do processo de acordo com a criação de valor das atividades e eliminar os desperdícios, atividades que não agregam valor ao produto final. Devido a isso, a filosofia *Lean Manufacturing* vem sendo amplamente aplicada nas indústrias.

Os princípios do *lean* são baseados na criação de valor do produto final na perspectiva do cliente e na eliminação das atividades que não agregam esse valor. De acordo com Womack e Jones (2004), para a utilização correta da metodologia, os princípios fundamentais são: especificar valor, mapear o fluxo de valor, criar o fluxo contínuo, estabelecer a produção puxada e a busca pela perfeição.

- a) Especificar valor: O primeiro passo é definir o valor do produto final do ponto de vista do cliente, entendendo os requisitos necessários para atender às necessidades a um preço específico.
- b) Mapear o fluxo de valor: O segundo princípio compreende a identificação das etapas de produção do produto e a avaliação de quais atividades agregam valor. Na metodologia *lean*, os processos são classificados em três categorias: processos que agregam valor, processos que não agregam valor, mas são necessários e processos que não agregam valor. De acordo

com Rother e Shook (1999), essa ferramenta é essencial para identificação e eliminação de(Rother; Shook, 1999).

- c) Criar o fluxo contínuo: De acordo com Womack e Jones (1996), "fluxo contínuo significa que cada etapa do processo produtivo ocorre de maneira sequencial e sem interrupções, permitindo que os produtos se movam de uma etapa para outra com mínima espera e sem acúmulo de estoques intermediários" (WOMACK; JONES, 1996, p. 53). Posteriormente à eliminação dos desperdícios, deve-se garantir que as atividades remanescentes do processo sigam sem interrupções, ou seja, de forma contínua. Segundo Ohno (1997), "a criação de fluxo contínuo é essencial para reduzir o tempo de produção e aumentar a flexibilidade" (OHNO, 1997, p. 22). Para Barbosa e Lima (2008), a redução de WIP, redução da movimentação, redução da área da unidade de trabalho e identificação de problemas são algumas das vantagens da utilização do fluxo contínuo. A Figura 1 representa em linha.

Figura 1 – Representação de Fluxo em linha



Fonte: Rother e Shook (2003).

- d) Estabelecer a produção puxada: Este princípio visa a implementação de um sistema de produção no qual os produtos são fabricados de acordo com a demanda do cliente. Segundo Ohno (1997), um dos principais objetivos desse sistema é a eliminação de estoques.
- e) Busca pela perfeição: O último princípio do *Lean Manufacturing* é a busca pela perfeição, que se dá através da melhoria contínua. De acordo com Womack e Jones (1996), a busca pela perfeição se dá através de um

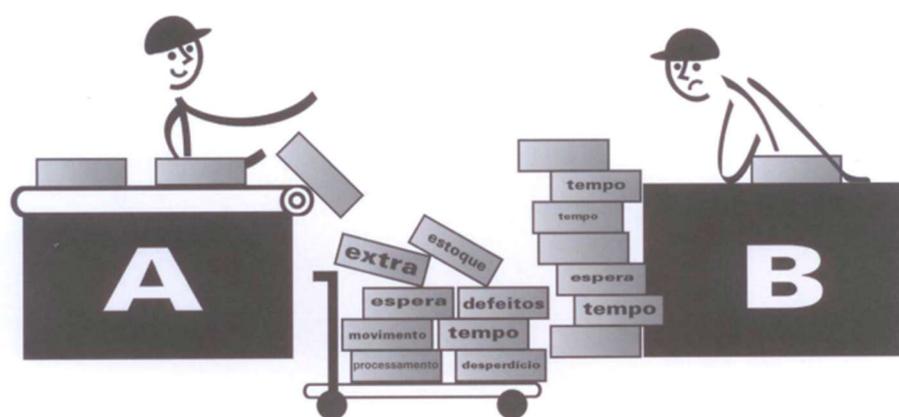
processo contínuo de identificação e eliminação dos desperdícios existentes na linha de produção.

2.2 DESPERDÍCIOS

Segundo Womack e Jones (1996), desperdício é definido como qualquer atividade que não agregue valor ao produto final do ponto de vista do cliente. O objetivo da metodologia Lean Manufacturing é eliminar esses desperdícios. Segundo Ohno (1997) os desperdícios são classificados em sete categorias: Superprodução, espera, transporte, superprocessamento, inventário, movimentação e defeitos.

- a) Superprodução: Desperdício definido como a produção acima da necessária ou antes do tempo necessário. Ele acaba gerando elevado estoque ou produtos em excesso aguardando processamento pelas próximas etapas como mostra a Figura 2.

Figura 2 – Elevado estoque intermediário gerado por superprodução



Fonte: Rother e Shook (2003).

- b) Espera: Desperdício caracterizado por períodos de inatividades, nos quais não ocorre processamento, inspeção ou transporte do material. Esse desperdício pode ter relação com o processo, quando existe atraso de matéria-prima ou da saída do WIP da etapa anterior; com o operador, quando o mesmo passa um período ocioso aguardando finalização de um processo; ao material, quando é necessário aguardar a finalização da próxima etapa para que o WIP siga o fluxo.

- c) Transporte: Desperdício relacionado a movimentações do material dentro da fábrica. Essas atividades não agregam valor ao produto final e muitas vezes podem ser eliminadas através da otimização do layout.
- d) Superprocessamento: Desperdício gerado pela realização de mais trabalho ou utilização de mais recurso em atividades que não agregam valor ao produto final.
- e) Inventário: Desperdício relacionado aos custos de manter mais estoque do que é necessário, de matéria-prima, WIP ou produto final.
- f) Movimentação: Consiste nos movimentos desnecessários dos operadores na execução das atividades, não agregando valor ao produto final.
- g) Defeitos: Desperdício gerado por produtos que não atendem a algum requisito de qualidade do cliente, necessitando de retrabalho ou descarte, gerando custos adicionais.

2.3 FERRAMENTAS DA FILOSOFIA LEAN MANUFACTURING

Para aplicação eficaz da metodologia Lean Manufacturing, se faz necessário o emprego de ferramentas que corroborem com os princípios citados anteriormente e permitam sua implementação. Dentre essas ferramentas, as de maior relevância para o desenvolvimento do presente trabalho serão listadas e descritas abaixo.

2.3.1 DIAGRAMA DE ESPAGUETE

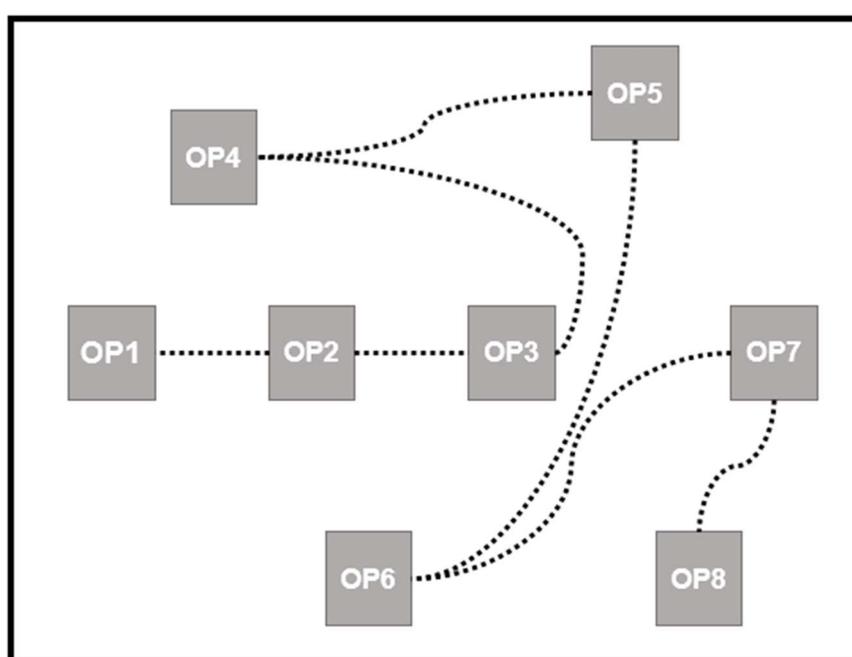
De acordo com Liker (2004), o Diagrama de Espaguete é uma ferramenta gráfica que ilustra o caminho percorrido pelo funcionário, material ou informação em um processo produtivo, ajudando a visualizar os movimentos e desperdícios. Seu nome surge da semelhança do mesmo com um prato de espaguete, por conta das linhas que descrevem os caminhos percorridos. O Diagrama de Espaguete pode ser usado como auxílio para definir um layout otimizado a partir das observações do caminho percorrido em cada etapa do processo (Freitas, 2013).

Ao mapear todo o trajeto do processo, é possível verificar as ineficiências presentes no fluxo, possibilitando a implementação de melhorias no layout e no fluxo de trabalho para redução de tempo e de custo. De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009), o diagrama de espaguete é especialmente eficaz em processos que

envolvem grande deslocamento de pessoas ou materiais, facilitando a visualização de desperdícios (Slack; Chambers; Johnston, 2009).

A partir do diagrama, é possível identificar se o trajeto percorrido é imprescindível para o produto (Lexico Lean, 2003). As melhorias podem ser alcançadas através do redesenho do layout de produção ou do ajuste de processos, visando minimizar o deslocamento para realização das atividades. Na Figura 3 é possível verificar um exemplo de diagrama de Espaguete sem fluxo contínuo.

Figura 3 – Diagrama de Espaguete com Fluxo Cruzado



OP: Operação

Fonte: O autor (2025)

Para a construção de um diagrama de espaguete, como da Figura 3, deve-se fazer a planta baixa ou layout da área de trabalho a ser analisada. Esse layout deve conter todos os equipamentos, áreas de armazenamento intermediário, área de embalagem e qualquer elemento físico que influencia no processo. Após isso, é necessário traçar todo o movimento das pessoas para realização das atividades. Para uma maior acurácia dos dados, deve-se analisar esses movimentos por um período de tempo representativo, como por exemplo um dia ou turno inteiro de trabalho.

Ao finalizar a elaboração do diagrama de espaguete, é necessário analisar o resultado para identificação de áreas com movimentação excessiva, fluxo cruzado ou

qualquer quebra do fluxo contínuo. Segundo Ohno (1997), analisar os movimentos é essencial para que os desperdícios possam ser eliminados. Com a informação sobre os desperdícios evidenciada no diagrama de espaguete é possível propor alterações no layout visando reduzir os movimentos desnecessários, implementar as soluções e verificar sua eficácia através de um novo diagrama.

2.3.2 BRAINSTORMING

Brainstorming (ou tempestade de ideias) é uma técnica utilizada para estimular a criatividade na busca por ideias e soluções para resolução de problemas. Desenvolvida por Alex Osborn, essa ferramenta incentiva a colaboração dos membros de uma equipe em uma atividade em que toda ideia é bem-vinda e não deve ser julgada pelos demais integrantes.

De acordo com Ribeiro e Oliveira (2018), o Brainstorming é uma ferramenta voltada para o envolvimento de colaboradores na promoção de melhorias e solução de problemas, levando a uma cultura voltada à inovação. Todos devem colaborar com ideias durante o Brainstorming e ao final do processo, as ideias devem ser analisadas e segregadas segundo critérios como esforço e impacto.

Segundo Silva (2020), o *brainstorming* é uma ferramenta para gerar ideias em grupo com o objetivo de estimular a criatividade e inovação. De acordo com Souza (2021), o brainstorming é fundamental para equipes que buscam soluções criativas, pois permite a exploração de múltiplas perspectivas e ideias.

De acordo com Rozenfeld et al. (2006), a utilização rotineira do brainstorming aumenta a chance de resolver problemas, estimular a criatividade e melhorar a relação entre os colaboradores. Na filosofia *Lean Manufacturing*, o *Brainstorming* é utilizado para encontrar as oportunidades de melhoria contínua dos processos e reflete a importância da participação de todos os envolvidos na atividade para construir um ambiente mais produtivo e inovador.

2.3.3 PROGRAMA 5S

A ferramenta 5S (ou 5 sentidos) é um dos pilares da metodologia Lean Manufacturing. Ela visa uma forma sistemática de manter a organização e a limpeza

de todo o ambiente de trabalho. Seu nome tem origem nos 5 sentidos que consistem em separar tudo que é necessário para realização do trabalho e descartar tudo que não é. Cada um desses objetos ditos necessários deve possuir um local específico para que seja mais fácil encontrá-los. O ambiente deve estar sempre limpo, os procedimentos de trabalho devem ser padronizados e todos os colaboradores devem ter disciplina de mantê-los de tal forma.

Segundo Nakajima (1988), além de uma ferramenta, o 5S é um elemento central para construir uma cultura de excelência nas empresas. Além disso, de acordo com Silva e Campos (2017), o 5S facilita a implementação de outras práticas da filosofia *Lean Manufacturing*, pois promove um impacto positivo na mentalidade dos colaboradores. Para Esteves (2014), a aplicação do 5S pode reduzir os desperdícios e gerar conforto e redução de acidentes.

2.4 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR

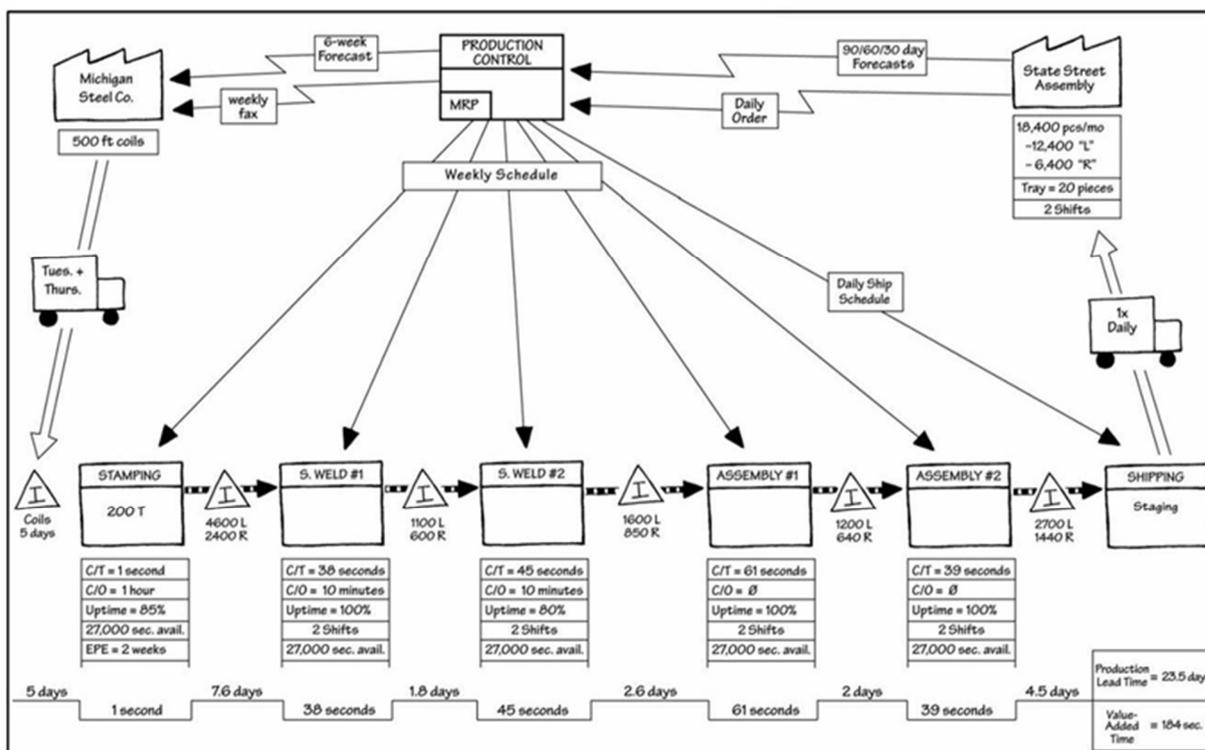
De acordo com Rother e Shook (2003), o fluxo de valor é o grupo de ações que são necessárias para transformar a matéria-prima em um produto para entregar ao cliente. O conceito de fluxo de valor refere-se tanto as atividades que agregam valor ao produto quanto as que não agregam. Para Braga (2021), o mapeamento é o processo de representar visualmente todas as atividades que acontecem durante o processamento do produto.

O Mapeamento do Fluxo de Valor é fundamental no *Lean Manufacturing* pois é utilizado para visualizar e analisar o fluxo dos materiais através dos processos. O principal objetivo de elaborar um mapeamento do fluxo de valor é identificar os desperdícios citados anteriormente, de modo a eliminá-los e aumentar a eficiência produtiva.

Rother e Shook (1999) afirmam que "o VSM é uma ferramenta que permite enxergar não apenas os fluxos de materiais, mas também as informações que controlam esses fluxos, tornando possível a identificação de todos os tipos de desperdícios" (p. 17). Essa ferramenta é fundamental para uma produção enxuta. Womack e Jones (2004) destacam que "a capacidade de mapear o fluxo de valor é essencial para qualquer organização que deseje alinhar suas operações com as necessidades reais dos clientes, garantindo maior eficiência e competitividade" (p. 64).

Para a melhoria contínua dos processos, Oliveira (2021) afirma que, após aplicar a melhoria no mapa do fluxo de valor futuro, deve-se utilizar esse novo mapa como o atual e sobre ele serão realizadas as próximas análises em busca de mais melhorias. A Figura 4 mostra um mapa de fluxo de valor.

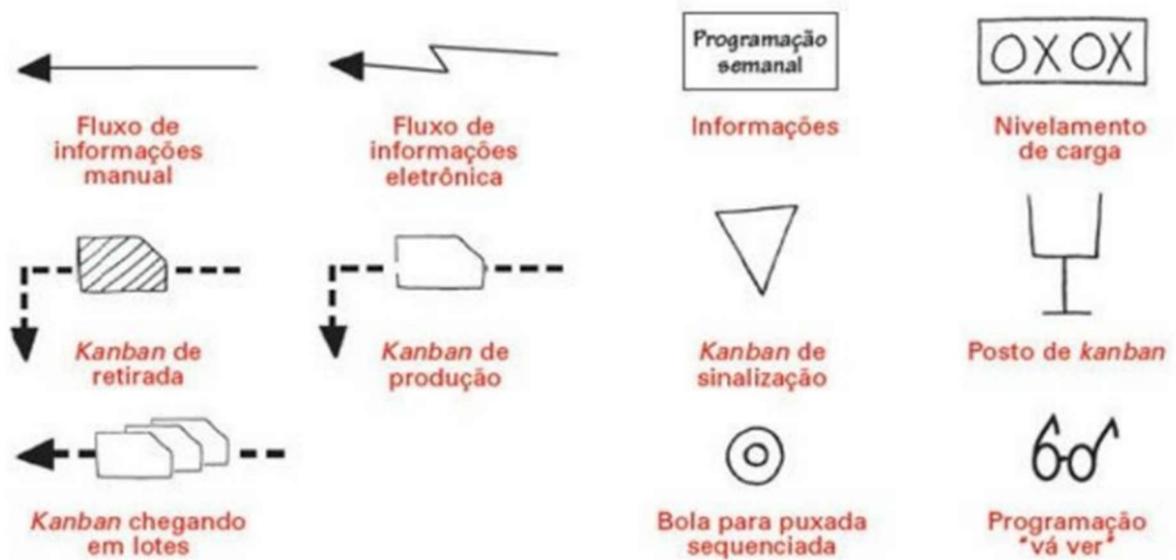
Figura 4 – Mapa do fluxo de valor



Fonte: Rother e Shook (1998).

A Figura 4 representa um exemplo de Mapa de Fluxo de Valor de uma linha de produção com processos de estampagem, solda e montagem usado para identificar atividades que agregam valor. Nele é possível verificar cada etapa do processo, incluindo a chegada do material, fluxo de informações e detalhes produtivos como CT, número de turno de trabalho etc. O significado de algumas das simbologias utilizadas no mapa de fluxo de valor acima pode ser identificado nas Figuras 5 e 6.

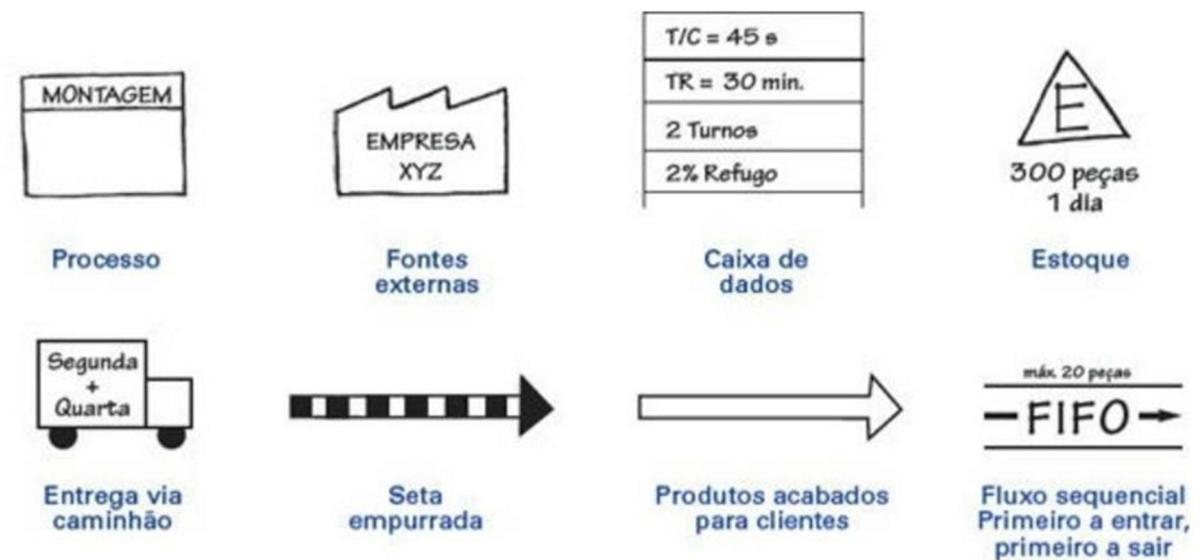
Figura 5 – Ícones usados para o fluxo de informações



Fonte: Rother e Shook (2003).

A Figura 5 mostra os ícones que são utilizados no mapa de fluxo de valor para representar o fluxo de informações durante o processo produtivo, tais como Kanban, nivelamento de carga e diferenciando o que é informação manual e eletrônica através do tipo de linha utilizado.

Figura 6 – Ícones usados para o fluxo de materiais



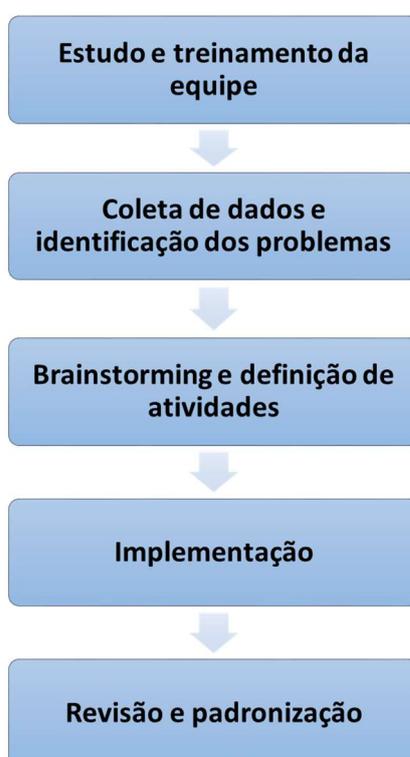
Fonte: Rother e Shook (2003).

A Figura 6 identifica os ícones que representam o fluxo de materiais que são utilizados no mapa de fluxo de valor durante o processo produtivo. É possível destacar o tipo de processo utilizado em cada etapa, as fontes externas, estoques e outras informações como porcentagem de sucata e tempos de processo.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa classificada como pesquisa aplicada quanto à finalidade, descritiva quanto aos objetivos, quantitativa quanto à sua abordagem e um estudo de caso quanto aos procedimentos. O método científico utilizado será o hipotético-dedutivo. A Figura 7 mostra o fluxograma utilizado no desenvolvimento do trabalho.

Figura 7 – Fluxograma dos procedimentos utilizados no presente trabalho



Fonte: O autor (2025).

3.1 ESTUDO E TREINAMENTO DA EQUIPE LEAN

Antes do desenvolvimento do trabalho, foi necessária a realização de um estudo e treinamento com todos os envolvidos. Os conceitos da filosofia da manufatura enxuta foram apresentados à equipe, juntamente com os tópicos citados na fundamentação teórica deste trabalho e sobre como aplicar cada ferramenta. Além disso, eles foram apresentados à toda a história de criação, desenvolvimento e implementação do *Lean Manufacturing*.

3.2 COLETA DE DADOS E IDENTIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS

Após o treinamento, foi realizada a coleta de dados sobre o setor em questão. A equipe realizou uma visita na linha de produção para entender as operações realizadas, analisar as atividades e realizar o mapeamento do processo, utilizando as ferramentas de Diagrama de Espaguete, Brainstorming, Mapeamento do Fluxo de Valor e Programa 5S. O objetivo é verificar desperdícios e oportunidades de melhoria. Para que nenhuma ideia seja esquecida, os colaboradores levaram *post its* e foram encorajados a anotar todos os pontos que julgassem relevantes de acordo com o treinamento.

Paralelo a essa atividade, é realizada a avaliação do *takt time* do setor. Aqui é analisada à demanda do cliente e a disponibilidade da linha de produção. O *takt time* serve para definição de quantos turnos são necessários para cada máquina, quando confrontado com seu tempo de ciclo, que é o tempo necessário para conclusão do processo de produção. O *takt time* é calculado conforme Eq.(1).

$$takt\ time = \frac{tempo\ disponível\ por\ dia}{demanda\ diária\ (unidades)} \quad (1)$$

O *takt time* nos indica quanto tempo cada equipamento de uma linha de produção tem para produzir uma unidade de peça para atender à demanda do mercado. Dessa forma, ele determina o ritmo de produção.

3.3 BRAINSTORMING E DEFINIÇÃO DE ATIVIDADES

Ao finalizar a avaliação setorial, os membros foram agrupados para realização da reunião de *brainstorming*, nessa todas as ideias levantadas durante a visita foram expostas para análise e classificação no chamado estacionamento de ideias, demonstrado na Figura 8.

Figura 8 – Classificação das ideias



Fonte: O autor (2025).

A Figura 8 representa um exemplo de como as ideias foram classificadas inicialmente. Após o levantamento de todas as ideias, uma matriz de esforço e impacto para classificar e definir quais ideias deverão ser aplicadas de imediato e quais depois como mostra a Figura 9.

Figura 9 – Matriz Impacto x esforço



Fonte: O autor (2025)

A Figura 9 mostra a distribuição das ideias levantadas, sendo as de alto impacto e baixo esforço são as prioritárias, as de baixo impacto e baixo esforço implementadas de imediato, as de baixo impacto e alto esforço são repensadas e as de alto impacto e alto esforço são consideradas para implementação posterior à *Semana Lean*.

Após definir quais ideias serão implementadas de imediato, um quadro informativo será criado para descrever as atividades macro, seus responsáveis e o

status de cada atividade. As atividades são repassadas de acordo com a experiência de cada participante, porém outros membros poderiam oferecer auxílio. Na Tabela 1 é possível verificar um exemplo desse plano de atividades.

Tabela 1 – Plano de atividades macro

Atividade	Descrição	Responsável	Status
1	Verificar condição de batimento axial	Processista	
2	Melhoria no fluxo dos discos Offset	Líder de produção	
3	Proposta de Layout	Líder de produção	
4	Manutenção Corretiva	Técnico da manutenção	
5	Housekeeping	Operador	
6	Serralharia	Serralheiro	

Fonte: O autor (2025).

A partir da Tabela 1 as atividades foram monitoradas para implementação na etapa seguinte, sendo revisadas diariamente.

3.4 IMPLEMENTAÇÃO

Com todas as atividades e responsáveis definidos, a equipe segue para implementação, levantando as possíveis dificuldades de cada atividade e solicitando auxílio de membros externos à equipe quando necessário. Tudo foi documentado através de fotos e vídeos para posterior análise de resultados e relatórios. Além disso, os documentos podem servir como base para posteriores trabalhos, levando-se em conta o que deu certo e o que pode gerar problemas.

3.5 REVISÃO E PADRONIZAÇÃO

A última etapa do trabalho foi verificar se os resultados esperados foram obtidos, analisando os indicadores antes do trabalho, as metas estipuladas e os indicadores após implementação e elaborar um cronograma para realização das atividades que não puderam ser cumpridas dentro da semana *Lean*. Além disso, é necessário garantir a padronização dos processos implementados pela equipe. Para isso foram utilizados diversos meios como, obsolescência de padrões de serviço antigos, oficialização de layouts, treinamento dos membros externos à equipe e registros nas bases de dados da empresa.

Para análise dos resultados, os indicadores utilizados foram a produção diária de peças, a produção por colaborador, área ocupada, quantidade de operadores na linha e a pontuação da auditoria interna de 5S, realizada mensalmente em todos os setores da fábrica.

3.6 ESTUDO DE CASO

A empresa na qual o trabalho foi desenvolvido é uma fabricante de peças para o setor automotivo, atuando no mercado de motocicletas e veículos de 4 rodas, fornecendo suas peças diretamente para as montadoras. Os principais processos existentes na empresa estão ligados a forjamento, estampagem, usinagem, tratamentos térmicos e superficiais.

A produção de discos de freio para motocicletas passa pelos processos de usinagem e pintura, sendo as peças produzidas em massa de acordo com a necessidade das montadoras. Devido ao aumento da demanda surgiu a necessidade de melhorar a produtividade da linha de produção através da eliminação de desperdícios.

A pesquisa foi desenvolvida no mês de maio do ano de 2024 e teve duração total de 1 mês, levando-se em conta a pré-avaliação e análise dos resultados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O treinamento realizado no primeiro dia foi essencial para o melhor entendimento sobre a metodologia *Lean Manufacturing*, seus princípios e história, gerando maior engajamento dos colaboradores. Com isso, durante os estudos iniciais realizados no setor várias oportunidades de melhoria foram encontradas e discutidas nas fases de estacionamento e priorização de ideias. Esse capítulo detalhará a aplicação das ferramentas na identificação das oportunidades e definição de ações para que as melhorias fossem efetivadas.

4.1 COLETA DE DADOS E IDENTIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS

4.1.1 TAKT TIME E CAPACIDADE PRODUTIVA

O estudo inicial foi feito calculando-se o tempo takt para as duas linhas de produção que são utilizadas para fabricação dos discos de freio, de acordo com as semelhanças de processo de cada disco. Para o cálculo do *takt time* é necessário entender a demanda diária de peças em cada linha, bem como o tempo disponível para fabricação dos itens.

O tempo efetivamente disponível para fabricação depende de quantos turnos são utilizados, tempo de *setup*, tempo de parada, dentre outros fatores. Para um turno dessas linhas de disco de freio, o tempo disponível é de 4,75 horas, para dois turnos é de 10,66 horas, para três turnos 15,73 horas e para quatro turnos é de 20,14 horas. A demanda de peças para a linha 1 é de 1.724 peças por dia, enquanto que na linha 2 é de 773 peças por dia. Dessa forma foi elaborada a tabela do Tabela 2 com o cálculo do *takt time* em segundos.

Tabela 2 – Cálculo Tempo Takt

Linha	Linha 1				Linha 2			
	1T	2T	3T	4T	1T	2T	3T	4T
Turnos								
Tempo Disponível (horas)	4,75	10,66	15,73	20,14	4,75	10,66	15,73	20,14
Demanda diária (peças)	1.724	1.724	1.724	1.724	773	773	773	773
TEMPO TAKT (segundos)	10	22	33	42	22	50	73	94

Fonte: O autor (2025).

Após isso, foi necessário verificar o tempo de ciclo de cada operação da linha 1 e da linha 2 que é verificado através do TBB das máquinas. Para isso, os colaboradores cronometraram as operações e a Tabela 3 foi elaborada para verificar a taxa de ocupação das máquinas e definição da quantidade de turnos trabalhados.

Tabela 3 - Taxa de Ocupação

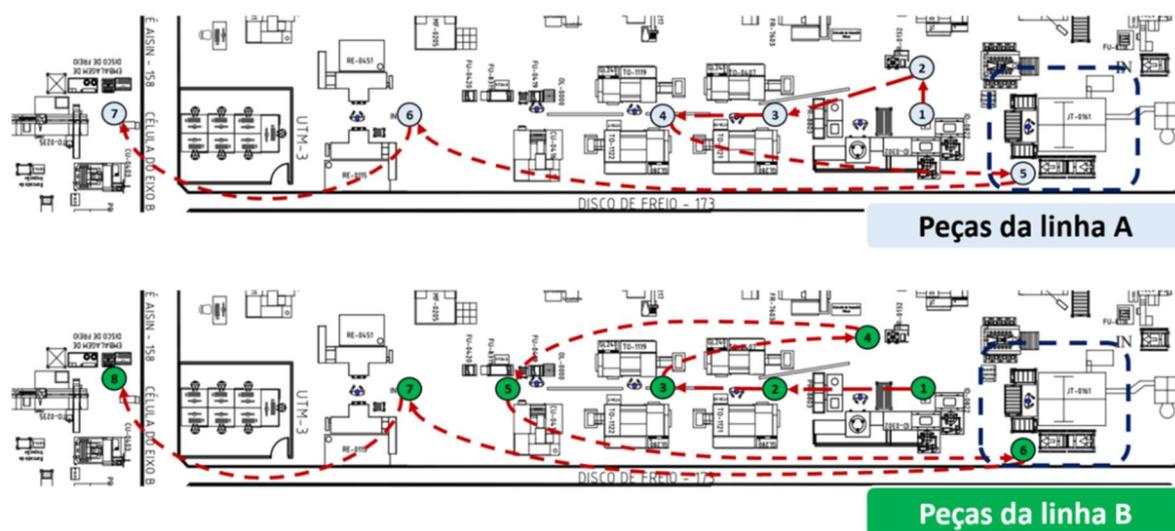
Operação	QTD Máq (un.)	TBB/maq	Takt Time (segundos)	% Taxa ocupação	Quant. de Turnos
Indução	1	23	33	70%	3
Prensa	1	12	33	36%	3
Tornear 01 / Escarear	1	23,5	33	71%	3
Tornear 02 / Escarear	1	18	33	55%	3
Centro usinagem	1	10,5	33	32%	3
Escarear	1	12	33	36%	3
Retífica	2	56	42	67%	4
Desempeno	1	25	33	76%	3
Visual / Insp. / Embalagem	1	12	22	55%	2
Indução	1	27	30	90%	2
Prensa (Nova)	1	12	50	24%	2
Tornear 01 / Escarear	1	23,5	50	47%	2
Tornear 02 / Escarear	1	18	50	36%	2
Retífica	2	56	94	30%	4
Desempeno	1	25	50	50%	2
Visual / Insp. / Embalagem	1	12	22	55%	2

Fonte: O autor (2025).

Observando-se a Tabela3 é possível verificar que a maior parte das máquinas pode ser operada em 2 ou 3 turnos, porém as retíficas precisarão ser operadas em 4 turnos até que uma nova melhoria seja realizada.

4.1.2 FLUXO DO PROCESSO E ARRANJO FÍSICO

O layout do setor estudado juntamente com o fluxo do processo foi apresentado para a equipe da semana *Lean*, sendo possível verificar a existência de fluxo cruzado entre as operações devido a existência de operações desnecessárias ou passíveis de alteração. Conforme pode ser visto na Figura 10.

Figura 10 – Fluxo do processo antes da semana *Lean*

Fonte: O autor (2025).

É possível perceber que o fluxo cruzado se dava por conta da operação de jateamento dos discos de freio para remoção de rebarba (Operações 5 e 6 para a linhas A e B respectivamente) e marcação após torneamento (Operação 4 na linha B).

4.2 BRAINSTORMING E DEFINIÇÃO DE ATIVIDADES

Após análises realizadas no setor e seus indicadores, a reunião de brainstorming foi utilizada para captar as ideias de melhoria no setor, trazendo ideias que serão apresentadas na fase de implementação. Além disso, o processo citado anteriormente foi utilizado para definição de atividades.

4.3 IMPLEMENTAÇÃO DAS MELHORIAS

4.3.1 FLUXO DE PROCESSO E ARRANJO FÍSICO

Para solucionar os problemas de quebra de fluxo descobertos nas etapas anteriores, o jateamento foi removido, adicionando uma ferramenta para remoção de rebarba durante o processo de torneamento, conforme mostrado na Figura 11.

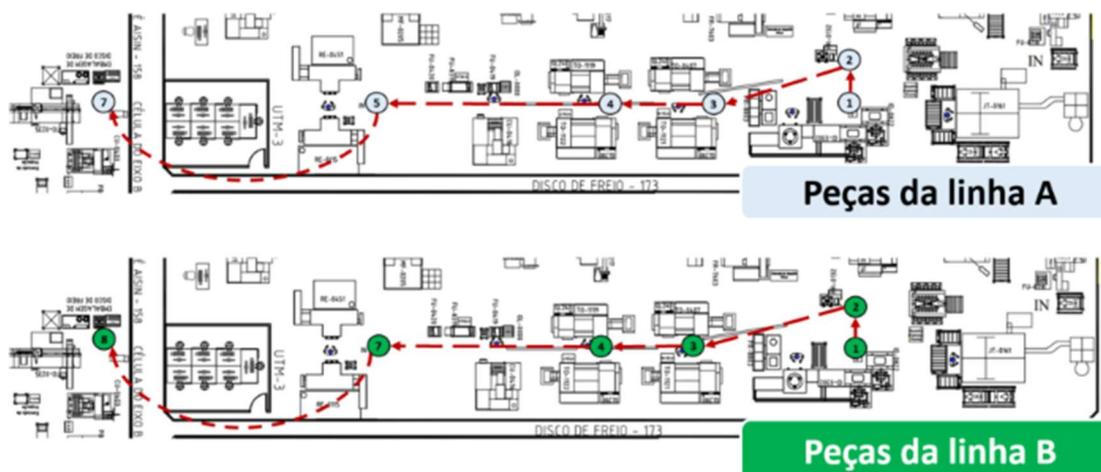
Figura 11 – Ferramenta para remoção de rebarba



Fonte: O autor (2025)

Além disso, para os itens da linha B, o fluxo foi alterado para que a marcação fosse realizada antes do processo de torneamento. Após as melhorias implantadas o fluxo do processo foi otimizado, conforme ilustrado na Figura 12.

Figura 12 – Fluxo do processo após da semana Lean

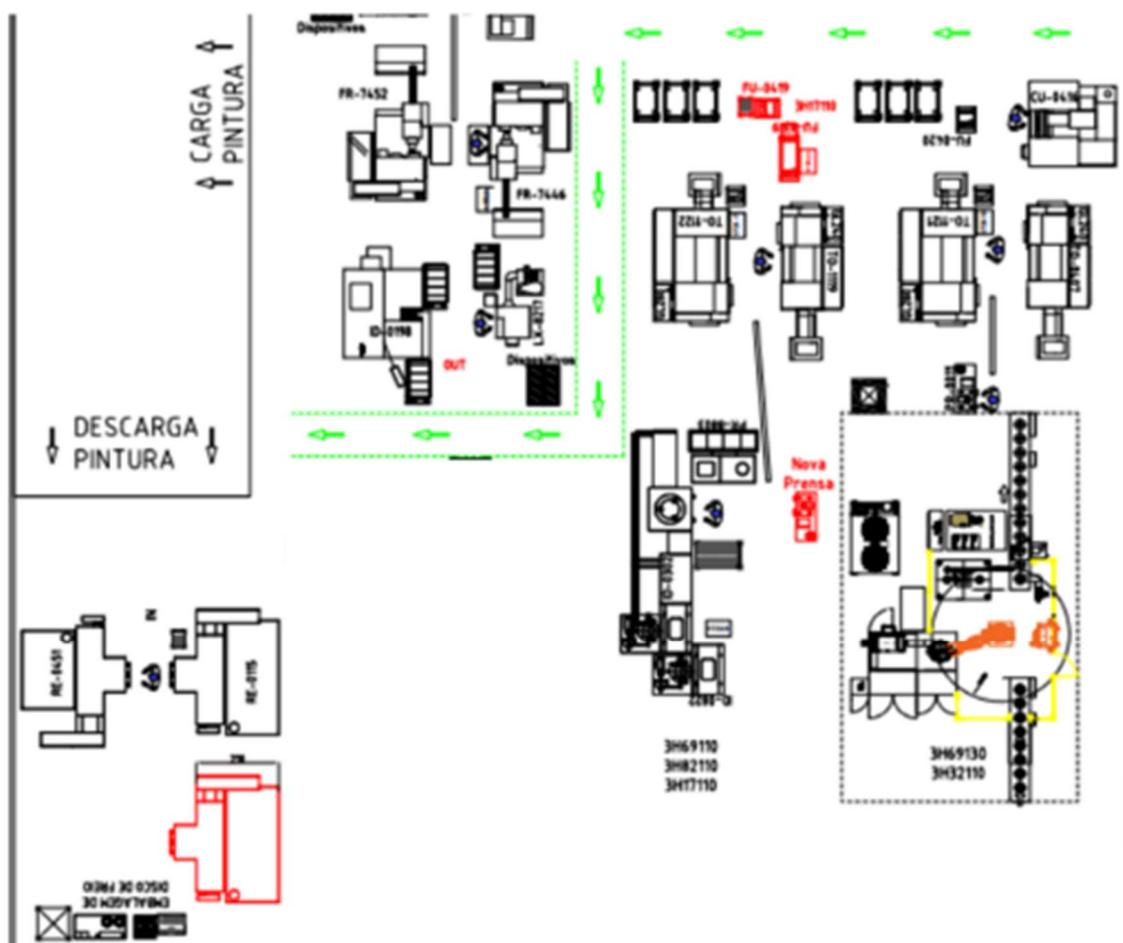


Fonte: O autor (2025).

Devido a perspectivas de aumento na produção futura, bem como aquisição de novas máquinas e adição de processo de pintura dos discos de freio, o layout do setor foi repensado, levando em consideração o fluxo do processo definido anteriormente e

o local das novas máquinas. O layout anteriormente em linha, foi alterado para um layout em U que ser visto na Figura 13.

Figura 13 – Layout após da semana Lean



Fonte: O autor (2025).

Com a nova disposição foi possível garantir o fluxo contínuo e reduzir deslocamentos desnecessários.

4.3.2 BALANCEAMENTO DE LINHA E POSTOS DE TRABALHO

O balanceamento de linha de produção estabelece o número ideal de trabalhadores por linha. Após a definição do layout e da quantidade de turnos para cada máquina nas etapas anteriores, foi definida a quantidade real de operadores necessários para operar as máquinas das duas linhas em todos os turnos. Com o novo layout, cada operador poderá operar 2 máquinas, assim, foi calculada a necessidade de operadores conforme Tabela 4.

Tabela 4 - Número teórico e número real de operadores por linha

Operação	Operadores	Turnos	Total
Indução	0,50	3	1,50
Prensa	0,50	3	1,50
Tornear 01 / Escarear	0,50	3	1,50
Tornear 02 / Escarear	0,50	3	1,50
Centro usinagem	0,50	3	1,50
Escarear	0,50	3	1,50
Retífica	0,50	4	2,00
Desempeno	0,50	3	1,50
Visual / Insp. / Embalagem	0,50	2	1,00
Indução	0,50	2	1,00
Prensa	0,50	2	1,00
Tornear 01 / Escarear	0,50	2	1,00
Tornear 02 / Escarear	0,50	2	1,00
Retífica	0,50	4	2,00
Desempeno	0,50	2	1,00
Visual / Insp. / Embalagem	0,50	2	1,00

Fonte: O autor (2025)

Dessa forma, foi definida a necessidade de 22 operadores, sendo 8 para o primeiro turno, 8 para o segundo turno, 5 para o terceiro turno e 1 para o quarto turno. Este último será responsável pelas duas retíficas que estão uma em frente à outra no novo layout definido.

4.3.3 FORTALECIMENTO DO 5S

A equipe *Lean* atuou para melhorar cada um dos 5 sentidos devido aos problemas de organização, padronização e limpeza encontrados na etapa de análise, com um foco maior nos sentidos de utilização (Seiri), de organização (Seiton) e de limpeza (Seiso), conforme apresentado nas Figuras 14, 15 e 16, respectivamente.

Figura 14 – Padronização área de embalagem

OPORTUNIDADE	KAIZEN	RESULTADOS
<ul style="list-style-type: none"> Área de embalagem de discos sem padronização nem definição de fluxo 	<ul style="list-style-type: none"> Organização do posto de embalagem e definição do fluxo Entrada / Saída. 	<ul style="list-style-type: none"> Redução do deslocamento do operador; Eliminação de condição insegura; Fortalecimento 5S
PASSADO		FUTURO
		

Fonte: O autor (2025).

Figura 15 – Materiais encontrados no setor para serem descartados



Fonte: O autor (2025).

Figura 16 – Limpeza e pintura de materiais na linha de produção



Fonte: O autor (2025).

Durante a fase de limpeza e padronização, as máquinas foram pintadas, os padrões de serviço foram revisados, toda a área foi demarcada, destacando-se onde cada máquina e equipamento deve estar como pode ser observado na Figura 16. Além disso, vários itens obsoletos foram descartados, melhorando assim o senso de utilização.

4.4 REVISÃO E PADRONIZAÇÃO

A Tabela 5 mostra um resumo dos resultados obtidos na semana *Lean*.

Tabela 5 - Avaliação de desempenho do processo: antes e após implementação do *lean*

ITEM	Antes da semana Lean	Após a semana Lean	Resultado
Produção diária (unidades)	2100	2497	19%
Produtividade (produção/ n° colaboradores)	100	114	14%
Área ocupada (m ²)	176,3	252,9	43%
Quantidade de operadores	21,0	22,0	5%
Fortalecimento 5S (pontuação auditoria)	2,1	3,0	43%

Fonte: O autor (2025)

Analisando a Tabela 5, é possível perceber um grande avanço no setor de usinagem dos discos de freio, embora algumas das metas não tenham sido cumpridas. Contudo, a redução da área só não foi atingida devido à nova necessidade de adição da linha de pintura ao layout, linha essa que não existia anteriormente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A empresa na qual o trabalho foi desenvolvido resolveu implementar a metodologia Lean Manufacturing para melhorar sua competitividade, reduzir custos, fortalecer a cultura interna e trazer um maior senso de pertencimento a seus colaboradores. Desde então várias semanas Lean, como a apresentada nesse trabalho, foram desenvolvidas, capacitando funcionários e reduzindo desperdícios.

Na semana específica, os principais resultados obtidos foram o aumento da produtividade, o balanceamento da linha de produção e aperfeiçoamento do arranjo físico, permitindo que a empresa cresça juntamente com o aquecido mercado de motocicletas sem a necessidade de altos investimentos.

5.1 CONTRIBUIÇÕES

Dentre os resultados obtidos nessa linha de discos de freio, é válido ressaltar o aumento de 14% da produtividade do setor, permitindo que a empresa cresça juntamente com o aquecido mercado de motocicletas sem a necessidade de altos investimentos, reduzindo assim o custo dos itens vendidos. Esse fato contribui diretamente nas ODSs 8 (Trabalho decente e crescimento econômico), 9 (Indústria, inovação e infraestrutura) e 12 (Consumo e produção responsáveis).

Além disso, o conhecimento adquirido por cada colaborador pode ser utilizado para alavancar sua carreira, impactando na ODS 4 (Educação de qualidade), podendo também ser levado para sua vida social, utilizando a metodologia para resolver problemas sociais e pessoais.

5.2 TRABALHOS FUTUROS

No futuro um estudo e acompanhamento serão feitos para verificar a situação de todas as linhas da empresa que passaram pela semana Lean. O estudo visa verificar se as ações e padrões estabelecidos continuam sendo executados, bem como utilizar esses setores como benchmarking para os que não tiveram a metodologia aplicada, assim verificando sua efetividade.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, C.; LIMA, A. Aplicação do Fluxo contínuo no processo de produção de estacas pré moldadas para fundação. XXVIII ENEGEP, Rio de Janeiro, 2008.

BRAGA, R. Os desafios para estabelecer um fluxo contínuo numa linha de produção: caso sa industria automobilística. Dissertação Mestrado da Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil., Florianópolis, 2008.

ESTEVES, Wagner Luiz. A aplicação do lean manufacturing nas Indústrias. Congresso nacional de excelência em gestão, [S. l.], p. 1-12, 9 out. 2014

FREITAS, E. B. Diagrama de Espaguete. Engenharia de Produção, v 5, 2013.

LEXICO LEAN. Glossário Ilustrado para praticantes do Pensamento Lean. 4 ed. Lean Enterprise Institute, 2003.

LIKER, Jeffrey K. The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. New York: McGraw-Hill, 2004.

NAKAJIMA, Seiichi. Introduction to TPM: Total Productive Maintenance. Portland: Productivity Press, 1988.

OHNO, Taiichi. Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production. Portland: Productivity Press, 1997

OLIVEIRA, Raphaell Iury Assis de. Aplicação do Lean Manufacturing como ferramenta de otimização de processo em uma indústria alimentícia. 2021. 62f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2021.

PRAJOGO, D.; SOHAL, A. S. The integration of TQM and technology/R&D management in determining quality and innovation performance. Omega, v. 34, p.296-312, 2006.

RIBEIRO, J. S.; OLIVEIRA, L. P. Ferramentas de Melhoria Contínua no Lean Manufacturing. Rio de Janeiro: Editora Industrial, 2018

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

ROTHER, Mike; SHOOK, John. Aprendendo a Enxergar: Mapeando o Fluxo de Valor para Agregar Valor e Eliminar o Desperdício. Lean Institute Brasil, São Paulo, 2003.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda. Cambridge: Lean Enterprise Institute, 1999.

ROZENFELD, H; AMARAL, D.C.; ALLIPRANDINI, D.H.; FORCELLINI, F.; TOLEDO, J.C.; SCALICE, R. SILVA, S.L.. Gestão de desenvolvimento de produto: uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2006.

SOUZA, A. P. *Dinâmicas de grupo e criatividade organizacional*. Belo Horizonte: Editora Gestão Criativa, 2021.

SILVA, F. A.; CAMPOS, J. R. Implementação de Ferramentas Lean em Processos Produtivos. São Paulo: Editora Técnica, 2017

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. Administração da produção. São Paulo: Atlas, 2009

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza. 4. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. New York: Simon & Schuster, 1996

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. The Machine That Changed the World. New York: Rawson Associates, 1990