

**CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO - UNIBRA**  
**BACHARELADO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

ALBERTO ALEXANDRE DA SILVA

DOUGLAS NOBERTO SILVESTRE DA SILVA

ROMULO CAETANO RODRIGUES DE OLIVEIRA

**MELHORIA DE EFICIENCIA GLOBAL DE MÁQUINA ATRAVÉS DA REDUÇÃO  
DE MOVIMENTO NÃO AGREGADO NA CONFIGURAÇÃO DO POSTO DE  
TRABALHO**

RECIFE

2022

ALBERTO ALEXANDRE DA SILVA

DOUGLAS NOBERTO SILVESTRE DA SILVA

ROMULO CAETANO RODRIGUES DE OLIVEIRA

**MELHORIA DE EFICIENCIA GLOBAL DE MÁQUINA ATRAVÉS DA REDUÇÃO  
DE MOVIMENTO NÃO AGREGADO NA CONFIGURAÇÃO DO POSTO DE  
TRABALHO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
Disciplina TCC II do Curso de Engenharia de  
Produção do Centro Universitário Brasileiro -  
UNIBRA, como requisito parcial a obtenção do  
título Engenheiro de Produção.

Orientador(a): Professor Mário Mardone

Coorientador(a): Professor Antônio

RECIFE

2022

Ficha catalográfica elaborada pela  
bibliotecária: Dayane Apolinário, CRB4- 1745.

S586m Silva, Alberto Alexandre da

Melhoria de eficiencia global de máquina através da redução de movimento não agregado na configuração do posto de trabalho. / Alberto Alexandre da Silva, Douglas Noberto Silvestre da Silva, Romulo Caetano Rodrigues de Oliveira. - Recife: O Autor, 2022.

37 p.

Orientador(a): Mário Mardone da Silva.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário Brasileiro – UNIBRA. Bacharelado em Engenharia de Produção, 2022.

Inclui Referências.

1. Manufatura enxuta. 2. Redução de NVAA. 3. Aumento do OEE. 4. Setup. I. Silva, Douglas Noberto Silvestre da. II. Oliveira, Romulo Caetano Rodrigues de. III. Centro Universitário Brasileiro - UNIBRA. IV. Título.

CDU: 658.5

## RESUMO

Com a avançada competitividade no mercado industrial, necessita-se de redução de desperdícios e otimização da qualidade visando sempre a satisfação dos clientes. As empresas que se mantêm atualizadas utilizam ferramentas e metodologias que promovam a melhoria em modo dinâmico e proativo. A partir disso esse trabalho tem como objetivo propor ações de melhorias nos processos produtivos realizando um estudo de caso em uma indústria de peças automobilísticas. O projeto tem como método mapear os processos e identificar, propor, viabilizar e implementar as melhorias no chão de fábrica, realizando a aplicação da metodologia da manufatura enxuta para redução de valor não agregado (NVAA), buscando solucionar o setup e seus problemas derivados, usando o OEE como principal métrica. Os resultados mostram que em decorrência dos problemas gerados pelo excesso de NVAA, trazem perdas significantes para a produção. Com as melhorias implementadas reduzindo as atividades que não agregam valor, visando a redução do tempo de setup e melhorias no pós-setup, nos traz um aumento do OEE de forma considerável realizando maior produção, alcançando mais competitividade, reduzindo desperdícios e conquistando a confiabilidade do cliente.

Palavras-chaves: Manufatura enxuta; Redução de NVAA; Aumento do OEE; Setup.

## **ABSTRACT**

With the advanced competitiveness in the industrial market, it is necessary to reduce waste and optimize quality, always aiming at customer satisfaction. Companies that keep up to date use tools and methodologies that promote improvement in a dynamic and proactive way. From this, this work aims to propose actions to improve production processes by carrying out a case study in an automobile parts industry. The project's method is to map processes and identify, propose, enable and implement improvements on the shop floor, applying the Lean Manufacturing methodology to reduce NVAA, seeking to solve the setup and its derivative problems, using OEE as the main metric. The results show that, due to the problems generated by the excess of NVAA, they bring significant losses to the production. With the improvements implemented, reducing activities that do not add value, aiming at reducing setup time and post-setup improvements, it brings us a considerable increase in OEE, achieving greater production, achieving more competitiveness, reducing waste and conquering the reliability of the client.

Keywords: Lean Manufacturing; NVAA reduction; Increase in OEE; Setup.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1</b> - Indicadores OEE.....                           | 17 |
| <b>Figura 2</b> - Tabela OEE.....                                | 18 |
| <b>Figura 3</b> - Tabela de disponibilidade.....                 | 19 |
| <b>Figura 4</b> - Cálculo da disponibilidade.....                | 19 |
| <b>Figura 5</b> - Cálculo da performance.....                    | 20 |
| <b>Figura 6</b> - Cálculo da qualidade.....                      | 21 |
| <b>Figura 7</b> - Valor Agregado e Valor não agregado.....       | 23 |
| <b>Figura 8</b> - Gráfico de Yamazumi.....                       | 24 |
| <b>Tabela 01</b> – Conceito 5S.....                              | 26 |
| <b>Figura 09</b> - Metodologia da pesquisa.....                  | 27 |
| <b>Figura 10</b> - Cálculo de Disponibilidade da Máquina.....    | 29 |
| <b>Figura 11</b> - Cálculo de Performance de Máquina.....        | 30 |
| <b>Figura 12</b> - Cálculo de Qualidade de Máquina.....          | 30 |
| <b>Figura 13</b> - Cálculo da Eficiência Global de Máquina. .... | 30 |
| <b>Figura 14</b> - Cálculo da Disponibilidade de Máquina 2.....  | 33 |
| <b>Figura 15</b> - Cálculo da Performance de Máquina 2.....      | 34 |
| <b>Figura 16</b> - Cálculo da Qualidade da Máquina 2.....        | 35 |
| <b>Figura 17</b> – Resultado da OEE.....                         | 35 |
| <b>Tabela 02</b> – Resumo dos resultados.....                    | 35 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|       |   |
|-------|---|
| NVAA  | Atividades que não agregam valor                                |
| VA    | Atividade que agregar valor                                     |
| PCP   | Programação e Controle da Produção                              |
| JIT   | Just-in-Time  |
| 5S    | Programa de gestão para melhorar diversos pontos de uma empresa |
| DMAIC | Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar                  |
| OEE   | Eficiência Global do Equipamento                                |
| SMED  | Troca rápida de ferramenta                                      |
| BPF   | Boas Práticas de Fabricação                                     |
| TI    | Tecnologia da Informação  |

# SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....                | 10 |
| 1.1 Problemática.....                    | 10 |
| 1.2 Objetivos.....                       | 11 |
| 1.2.1 Objetivo geral.....                | 11 |
| 1.2.2 Objetivo específico.....           | 11 |
| 1.3 Justificativa.....                   | 11 |
| <b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....       | 12 |
| 2.1 Lean Manufacturing.....              | 12 |
| 2.1.1 Plano estratégico.....             | 13 |
| 2.1.2 Sistema Lean de produção.....      | 14 |
| 2.1.3 Metodologia kaizen.....            | 16 |
| 2.2 Overall Equipment Effectiveness..... | 17 |
| 2.2.1 Disponibilidade.....               | 18 |
| 2.2.2 Performance.....                   | 20 |
| 2.2.3 Qualidade.....                     | 21 |
| 2.3 Saturação.....                       | 22 |
| 2.4 SMED.....                            | 25 |
| 2.5 5S .....                             | 25 |
| <b>3 METODOLOGIA</b> .....               | 26 |

|   |    |
|---|----|
| <b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....   | 28 |
| 4.1 Mapeamento do processo.....         | 28 |
| 4.2 Identificação de oportunidade.....  | 30 |
| 4.3 Propor e viabilizar a melhoria..... | 32 |
| 4.4 Implementação da melhoria.....      | 32 |
| 4.4.1 Disponibilidade.....              | 32 |
| 4.4.2 Performance.....                  | 34 |
| 4.4.3 Qualidade.....                    | 34 |
| 4.4.4 Resultado do OEE.....             | 35 |
| <b>5 CONCLUSÃO</b> .....                | 35 |
| <b>6 REFERÊNCIAS</b> .....              | 37 |

# 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o processo de melhoria contínua nas organizações é um tema importante, pois proporciona a mesma vantagem competitiva. Segundo Gonzalez & Martins (2011), “o processo de melhoria contínua é uma necessidade que se faz presente no dia a dia de todas as organizações”.

Um dos problemas decorrentes da falta de aplicação de ferramentas de melhoria contínua referem-se a setups não planejados, aumento de lead times, movimentação excessiva, dentre outros. De acordo com Antico (2018), “o Lean é uma forma de especificar valor, realizar atividades sem interrupção, e realizá-las de forma cada vez mais eficiente. Se combinado com suas ferramentas de apoio, como Kaizen, 5S, Kanban, entre outras, garante a busca pela eficiência dos processos e operações.”

Uma das estratégias de mudança que tem vindo a ser usada por diversas empresas, na procura incessante da eficiência e melhorias dos processos de trabalho, é a adoção da filosofia do Lean. Este sistema gerou um conjunto de políticas padrão, com práticas bem-sucedidas, que permitiram que a empresa se destacasse na crise que assolou a economia japonesa em 1973(FARINHA, 2015).

Segundo Mororó (2008), “a melhoria é iterativa porque o ciclo de resolução de problemas é realizado indefinidamente para buscar uma solução ou melhorar algo já atingido”. Tendo em vista que muitas vezes o patamar desejado de produtividade não se é atingido devido a problemas como paradas de linha por falta de peças e falha operacional, se faz necessário a realização de melhorias nos processos produtivos que garantam o balanceamento e controle dos parâmetros desejados.

## 1.1 PROBLEMÁTICA

Na empresa estudada neste trabalho, algumas adversidades foram identificadas no processo de produção, tais quais: tempo de disponibilidade para a máquina ser produzida, longos e repetitivos setups diariamente, falta de padronização, baixa qualidade do produto, logo a performance desejada para a produção, não era atingida.

Esses problemas geravam ajustes não planejados para ajustar melhor a produção no pós-setups e conseqüentemente aumento do lead time, e atividades que não agregam valor, gerando perdas competitivas para a organização. Além disso, esses problemas geravam perdas econômicas, de confiabilidade por parte dos clientes e na eficiência do sistema.

Diante disso, foi proposto o uso de ferramentas de melhoria contínua baseadas no Lean Manufacturing de modo solucionar os problemas existentes na organização. Buscando a alta produtividade na linha de produção, mediante uma correta distribuição do fluxo de peças e perfeição em seus processos.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

O objetivo do trabalho tem como objetivo geral propor ações de melhorias nos processos produtivos em uma indústria de peças automobilísticas.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Mapear o processo produtivo de uma máquina na empresa estudada.
- Identificar oportunidades de melhorias no método atual.
- Propor ações de melhoria no método atual e validar o novo método.
- Implementar as ações de melhoria no chão de fábrica da empresa estudada e acompanhar os resultados.

## **1.3. JUSTIFICATIVA**

Atualmente para as empresas se manterem competitiva no mercado é necessário a utilização de ferramentas que contribuam para melhoria de seus processos. Este trabalho busca mostrar o poder da redução das atividades que não agregam valor (NVAA), dentro da metodologia Lean Manufacturing onde se tem grandes resultados com pequenos esforços.

Durante a aplicação do projeto foi possível propor soluções buscando identificar os maiores problemas de paradas da produção, com a redução das paradas a empresa terá uma maior disponibilidade de suas máquinas, aumento de produção,

aumento de performance e de qualidade. Nesse contexto, filosofias como Lean Manufacturing permitem identificar todas as dificuldades existentes nos processos, extinguindo ou corrigindo-os, tornando a produção enxuta e eficiente.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 LEAN MANUFACTURING**

O Lean Manufacturing ou Lean Production, que é traduzido como manufatura enxuta ou manufatura esbelta no português, é uma filosofia de gestão que vem do Sistema Toyota de Produção.

O Lean Manufacturing é um conceito multifacetado (MCLACHLIN, 1997 apud CLÁUDIO CONDÉ, GIOVANNI; LUIZ MARTENS, MAURO, 2018) que está focalizado na eliminação sistemática de desperdícios através de um conjunto de práticas que sincronizam a produção com a demanda (WOMACK, ET AL. 1990 apud CLÁUDIO CONDÉ, GIOVANNI; LUIZ MARTENS, MAURO, 2018).

O objetivo do Lean é transformação física e cultural centrada no cliente para:

- Ajudar as empresas a obter vantagens estratégicas em relação aos competidores.
- Propor soluções para melhoria contínua sem investimento e alinhamento com os conceitos Lean e seis Sigma para sustentar a vantagem competitiva.
- Está atento às novas exigências do mercado.
- Tratar os colaboradores como único patrimônio da empresa que se “aprecia”.
- Criar agentes de transformação para motivar e comprometer todos os colaboradores e assim assegurar a sustentação deste processo de transformação físico e cultural.

Os pontos-chave do Lean Manufacturing são:

Qualidade total imediata, busca o zero defeito e detectar soluções dos problemas em sua origem. Minimizar os desperdícios, eliminar todas as atividades que não têm valor agregado, otimizar o uso dos recursos escassos (capital, pessoas e espaço). Melhoria contínua, redução de custos, melhoria da qualidade, aumento da produtividade e compartilhamento da informação processos "pull", os produtos são retirados pelo cliente final, e não empurrados para o fim da cadeia de produção. Flexibilizar, produzir rapidamente diferentes lotes de grande variedade de produtos, sem comprometer a eficiência devido a volumes menores de produção. Construção e manutenção de uma relação a longo prazo com os fornecedores tomando acordos para compartilhar o risco, os custos e a informação.

Nosso foco consiste em 3 pilares principais: Plano estratégico (prazo de entrega), ferramentas Lean, metodologia Kaizen.

### **2.1.1 Plano Estratégico**

É focado na redução do prazo de entrega em todas as fases dos processos desde o desenvolvimento de novos produtos, manufatura e administração, visando incrementar a fidelidade dos clientes, aumentar consequentemente a sua participação no mercado (crescimento em vendas), a melhoria simultânea da qualidade, entrega e custo, sustentar as vantagens alcançadas e o maior valor da empresa. Segundo Porto (1998, p. 02) "planejamento estratégico é uma ferramenta gerencial essencial para impor uma racionalidade central às decisões, estimular a convergência de esforços e focalizar a atenção dos decisores nos fatores-chave para o sucesso da organização".

A redução do prazo de entrega impactará diretamente na qualidade do produto final porque terá uma avaliação mais rápida de problemas, terá também o reforço na resposta e respostas mais rápidas. No custo com a diminuição de estoque, consequentemente na redução de inventário, manuseio de menos peças para diminuir as perdas na produção e a diminuição do tempo de entrega do começo da produção até o final.

Em grande parte das empresas nós vemos um grande desperdício na manufatura como produtos defeituosos causando a perda de tempo, de mão de obra

e de matéria-prima, excesso de produção onde ficaram peças paradas que eu nem sei se vou vender, estoque que é dinheiro parado, excesso de movimento o deslocamento desnecessário de muitas peças, transporte e o tempo de espera de um processo para o outro. Identificando os desperdícios e eliminando-os conseguiremos a redução do prazo de entrega.

O problema dos desperdícios nas indústrias de hoje são layout, longos tempos de preparação (setup), manutenção deficiente, métodos de trabalhos deficientes, falta de treinamento, falta de colaboração, práticas inadequadas de supervisão, medidas de desempenho inconsistentes, planejamento, programação e controle da produção ineficazes, local de trabalho desorganizado, qualidade/confiabilidade dos fornecedores, entre outros.

### **2.1.2 Sistema Lean de Produção**

O sistema Lean de Produção é baseado em três principais ferramentas o Just in Time, o Jidoka e o Nivelamento da Produção.

- Just in time: O JIT é um sistema que atende o que o cliente deseja, a quantidade que o cliente deseja e quando o cliente deseja, utilizando o mínimo de matéria-prima, equipamento, mão de obra e espaço, “o que reduz as muitas das funções improdutivas que existem em uma empresa foram criadas devido à ineficiência ou incapacidade das funções iniciais”, segundo Alves, (1995, p. 06). Os princípios do Just in Time são produzidos de acordo com o ritmo “Tempo Takt”, criar fluxo e implementar a produção puxada. O Takt Time é, portanto, o tempo que uma peça ou produto deve ser produzido, baseado no ritmo de vendas e na demanda do mercado. Assim, para calculá-lo, basta dividir o volume da demanda do cliente pelo tempo disponível de trabalho, subtraindo tempos de perdas, interrupções, intervalos etc.

Uma boa empresa que utiliza o Just in Time tem seu processo organizado com máquinas pequenas e baratas em vez da organização por tipo de máquinas, operações ergonomicamente corretas, operadores em pé movimentando-se enquanto trabalham, produção sincronizada com a necessidade do cliente (respeitando o sistema de puxar a

produção) e operações de standard definidas e implantadas. O Just in Time tem como benefícios criar um sistema intolerante as anormalidades da produção, eliminar o desperdício dos processos de produção e reduzir os prazos de entrega melhorando simultaneamente a qualidade, o custo e a entrega.

- Jidoka: É um termo japonês que no sistema Lean Manufacturing significa: automatização com um toque humano ou automação com inteligência humana. Conforme citado por Ghinato (2006, p. 03) “a ideia central é impedir a geração e propagação de defeitos e eliminar qualquer anormalidade no processamento e fluxo de produção”. Também ajuda na automação do equipamento possibilitando a separação física da máquina e do operador com o objetivo de desenvolver operadores multifuncionais e aumentar a produtividade da mão de obra. O processo de reação a anormalidade é reagir ao problema, medir o impacto, alertar a equipe, encontrar a causa raiz se é homem, máquina, método ou material, desenvolver e testar melhorias, atualizar operações standard com melhorias testadas, e treinar operadores conforme novas operações standard.

Os elementos do Jidoka são o controle visual usando 5 sentidos de organização e qualidade total (5S) e ANDON (Alerta sonoras/ visuais), resposta e reação a anomalias (funções e responsabilidades, regras de parada de produção), análise da causa raiz DMAIC (ferramentas básicas de qualidade, ferramentas estatísticas avançadas), a prova de erros POKA-YOKE (trabalho manual e o trabalho automático da máquina), novas operações standard e treinamento (Matriz de habilidade e desempenho), automação (separação separar o operador da máquina). Então o jidoka tem como benefícios o aumento da qualidade de produção, conseqüentemente aumentará a produtividade e assim assegurará a entrega no prazo.

- Nivelamento da produção: Busca nivelar o ritmo de produção (Tempo Takt) entre os diversos processos do fluxo de valor, de tal modo reduzindo o lead time, reduzindo estoque e aumentando a produtividade dos processos. Nesse nivelamento vamos adaptar a relação entre os tipos de produção, as variações das demandas do cliente (variação em

volume e variação de tipo de produtos). Sendo assim temos como benefício manter os produtos dentro de alto e consistente nível de qualidade, reduzir a necessidade de investimento de capital, reduzir custos de contratação de pessoal e garantir a entrega no prazo.

A maneira de eliminar este problema é fazer com que as perturbações na montagem final sejam os menores possíveis, para que se tenham apenas pequenas ondulações através da fábrica, e não ondas de choque. Isso é obtido com o estabelecimento de um plano firme de produção mensal, durante o qual a taxa de saída é congelada. Nessa sistemática, é feito o planejamento do mesmo mix de produção todos os dias, mesmo se as quantidades totais são pequenas (ELIAS, 2011, p. 69).

### **2.1.3 Metodologia Kaizen**

O Kaizen é baseado em uma estratégia de baixo custo; acredita-se que aumentos de produtividade podem ser gerados sem investimentos significativos, sem a necessidade de aplicar-se grandes somas em tecnologias e consultores. Pode ser aplicado em qualquer lugar e não somente dentro da cultura japonesa. Essa aplicação diz que a metodologia Kaizen de melhoria contínua visa que nenhum dia deve transcorrer na empresa sem que pelo menos alguma melhoria tenha sido realmente realizada, seja na estrutura organizacional ou na vida dos funcionários.

Com foco na melhoria contínua, o método busca trazer soluções a partir de pequenos ciclos. As mudanças, de início, podem não ser tão perceptíveis em um primeiro momento. No entanto, os resultados sentidos a longo prazo são bastante significativos.

A ferramenta Kaizen utiliza questões estratégicas baseadas no tempo. Nesta estratégia, os pontos-chave para a manufatura ou processos produtivos são: a qualidade (como melhorá-la), os custos (como reduzi-los e controlá-los), e a entrega pontual (como garanti-la). O fracasso de um destes três pontos significa perda de competitividade e sustentabilidade nos atuais mercados globais. (SHARMA, 2003, p. 114 apud BRIALES, FERRAZ, 2006, p 03).

Com isso podemos dizer que o objetivo do Kaizen é reduzir desperdícios eliminando produção além do necessário, melhorando a qualidade, melhorando a eficiência, reduzindo o tempo ocioso e reduzindo também as atividades

desnecessárias. Tudo isso significa economizar dinheiro e transformar perdas em lucros.

## 2.2 OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS

OEE (Overall Equipment Effectiveness) é possível medir e avaliar a performance de um equipamento. Em outras palavras, ele informa através de um percentual o tempo de fabricação que de fato foi produtivo. Tem como benefício a melhor visibilidade possível da produtividade da máquina, mostrando oportunidades para aumentar a capacidade de oferta, reduz tempo de inatividade e taxa de perda, otimizar os tempos (setups, processos, regulagens) e melhor controle dos custos operacionais.

O OEE é formado pela multiplicação de três taxas percentuais: disponibilidade, performance e qualidade; visível na Figura 1:

**Figura 1** - Indicadores OEE



**Fonte:** Site da Tractian, Indicadores.<sup>1</sup>

E na Figura 2 visualizamos a Tabela OEE, de como podemos visualizar a divisão de OEE realizando a divisão da qualidade, performance e disponibilidade:

---

<sup>1</sup> . Disponível: < <https://tractian.com/blog/oee>>. Acesso em: 04 de dezembro de 2022

Figura 2 - Tabela OEE

|   |                            |             |                                |   |   |  |
|---|----------------------------|-------------|--------------------------------|---|---|--|
|   |                            | Tempo Total |                                |   |   |  |
| OEE = Disponibilidade * Performance * Qualidade | Disponibilidade<br>= B / A | A           | Tempo programado para produzir |   | Horário não planejado                                 | Horário não alocado                                |
|   |                            | B           | Tempo produzindo               | Perdas de Disponibilidade:<br>-Quebra de Máquina<br>-Ociosidade<br>-Setup | Horário de não responsabilidade da equipe de produção | Horário em que fábrica está com as portas fechadas |
|   |                            | C           | Produção Teórica               |   |   |  |
|   | Performance<br>= D / C     | D           | Produção Real                  | Perdas de Performance:<br>-Velocidade reduzida<br>-Pequenas paradas       |   |  |
|   |                            | E           | Boas + Ruins                   |   |   |  |
|   | Qualidade<br>= F / E       | F           | Boas                           | Perdas de Qualidade:<br>-Refugos de Partida<br>-Refugos de Produção       | As Grandes Perdas de Produção                         |  |

Fonte: Como calcular OEE <sup>2</sup>

## 2.2.1 Disponibilidade

Informa o tempo que o equipamento produziu em relação ao tempo total disponível para produção, a disponibilidade leva em consideração o tempo total que a máquina tem para produzir, o tempo de funcionamento, o tempo programado e o tempo de operação, tendo a consciência de perdas como o tempo calendário, parada programada e paradas não programadas como podemos ver na Figura 3.

<sup>2</sup> Disponível: <https://www.oe.com.br/como-calculer-o-oe/>. Acesso em: 05 de dezembro de 2022

**Figura 3-** Tabela de disponibilidade

|   |                                      |                        |
|---|--------------------------------------|------------------------|
| A | Tempo Total                          |                        |
| B | Horas Planejadas                     | Paradas Planejadas     |
| C | Horas Trabalhadas (Produção Teórica) | Paradas Não Planejadas |
| D | Horas Produtivas (Produção Real)     | Variação de Velocidade |
| E | Peças Boas                           | Rejeitos               |

**Fonte:** Site OAE Representação gráfica OEE.<sup>3</sup>

A Disponibilidade é um indicador quantitativo que busca saber o quanto a máquina está sendo aproveitada no tempo que teria para ser produzida. É igual ao tempo de operação dividido pelo tempo de funcionamento como podemos ver na Figura 4:

**Figura 4 -** Cálculo da disponibilidade

$$\text{disponibilidade} = \left( \frac{\text{tempo produzindo}}{\text{tempo programado para produzir}} \right) \times 100$$

**Fonte:** Site OEE de como calcular OEE.<sup>4</sup>

Quais ferramentas podemos utilizar para manter a máquina com uma disponibilidade aceitável:

<sup>3</sup> . Disponível: <https://exoconsultoria.com.br/oee-indicador-alto-desempenho/>. Acesso em: 04 de dezembro de 2022

<sup>4</sup> Disponível: <https://webmaissistemas.com.br/blog/oee/>. Acesso em: 05 de dezembro de 2022

- Procurar melhorar continuamente os tempos de setup (SMED);
- Produzir correto da primeira vez, para evitar retrabalhos;
- Cuidar dos equipamentos e máquinas (5S);
- Apontar as paradas de maneira correta.

### 2.2.2 Performance

Informa o quão bem o equipamento produziu, enquanto estava produzindo. Está relacionado com a velocidade (ciclo) da operação do equipamento, obtém-se números e métricas, mostrando o quanto a máquina poderia produzir, e o quanto ela está produzindo em um determinado período.

Informando o quão bem o equipamento produziu, enquanto estava produzindo. Estando relacionado com o ciclo do equipamento. Nesse caso, é levado em consideração a o tempo operacional e o tempo líquido da operação, onde se prevê uma queda de ritmo entre esses tempos.

A Performance será calculada pelo Tempo Líquido de Operação dividido pelo Tempo Disponível (E/D), ou seja, peça hora realizada dividido pelo planejamento de peça hora, conforme ilustra na Figura 5.

**Figura 5 - Cálculo da performance**

$$\text{performance} = \left( \frac{\text{quantidade de produção real}}{\text{quantidade de produção teórica}} \right) \times 100$$

**Fonte:** Site da OEE. <sup>5</sup>

Quais ciclos podemos realizar para mantimento da máquina com melhoria na performance:

- Respeitar o ciclo determinado de cada produto;
- Zelo pelos recursos utilizados e equipamentos;
- Certificar que os parâmetros da máquina estejam de acordo com o nominal;
- Seguir o cronograma de manutenção preventiva e lubrificação do equipamento;

<sup>5</sup> Disponível: <https://webmaissistemas.com.br/blog/oeel/>. Acesso em: 05 de dezembro de 2022

- Efetuar regulagem com responsabilidade, habilidade e técnica (conhecimento do processo);
- Apontar a produção de maneira correta.

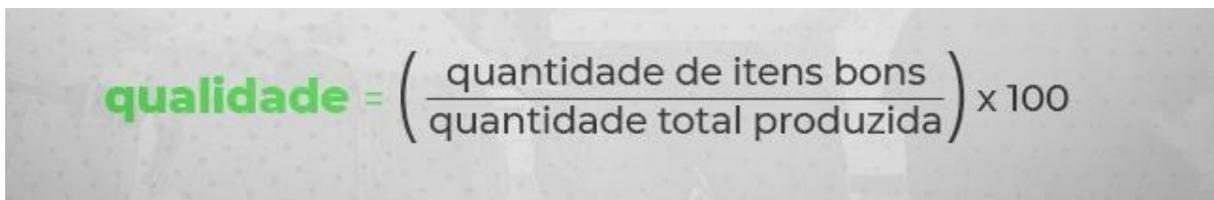
### 2.2.3 Qualidade

A qualidade daquilo que saiu da máquina, ou seja, quantos itens bons foram produzidos em relação ao total de itens produzidos. A qualidade nos informa o quanto de tempo do processo foi agregado ao produto.

O indicador de qualidade para o OEE, mostra de forma qualitativa e quantitativa, como está sendo a qualidade do produto produzido em determinada máquina. Levando em consideração o tempo líquido de produção e o tempo de valor agregado. A diferença entre esses tempos é que para o tempo de valor agregado é retirado os produtos que não estavam com a devida qualidade e foram refugados ou necessitam de retrabalho.

A Qualidade será calculada tempo de produção com qualidade, dividido pelo tempo líquido de operação, ou seja, produção boa, dividido pela soma da produção boa e produção ruim, demonstrado na Figura 6.

**Figura 6** - Cálculo da qualidade


$$\text{qualidade} = \left( \frac{\text{quantidade de itens bons}}{\text{quantidade total produzida}} \right) \times 100$$

**Fonte:** Site da OEE.<sup>6</sup>

Como contribuir para melhorar a qualidade do processo/produto:

- Praticar qualidade em primeiro lugar;
- Comprometimento em fazer o certo;

---

<sup>6</sup> Disponível: <https://webmaissistemas.com.br/blog/oeel/>. Acesso em: 05 de dezembro de 2022

- Conhecer e seguir os requisitos estabelecidos pelos clientes internos e externos;
- Seguir normas e procedimentos para evitar a prática de ações duvidosas;
- Praticar as boas práticas de fabricação (BPF) e 5S para manter a segurança e qualidade dos produtos, equipamentos e local de trabalho
- Ao efetuar uma regulagem, certificar de que o produto está conforme a especificação exigida;
- Não ultrapassar os limites das especificações vigentes;
- Sugerir melhorias;
- Apontar as paradas e refugos de maneira correta.

## 2.3 SATURAÇÃO

Ao se realizar uma atividade é necessário definir o tempo total da atividade, um prazo de início e fim, com isso temos que verificar como podemos fazer uma atividade da melhor forma com o menor tempo possível para poder atender qualquer necessidade do cliente que necessita do produto acabado/ou não.

Toda ação (agregando valor ou não) necessária para trazer um produto por todos os fluxos essenciais a cada produto é um fluxo de valor. Seja ele da concepção do produto até o lançamento ou da matéria prima até o produto acabado nas mãos do consumidor. (ROTHER, 2003 apud PEDROSA, 2021, p. 22).

A amostragem de verificação do tempo utilizado para realizar uma atividade e chamada de saturação, que é o cálculo do tempo médio que uma pessoa/máquina tem para realização de uma atividade. Onde é observado o tempo inicial e final da atividade a partir de uma sequência da atividade realizada repetidamente por colaboradores/máquinas diferentes analisando a variação de tempo para calcular o tempo médio da atividade. Dentro da saturação é possível destrinchar entre Valor Agregado, Valor não agregado e Dessaturação:

- Valor agregado (VA): É toda atividade de processo em que se proporciona transformação de matéria prima em produto acabado. Exemplos como dobrar, cortar, parafusar, montar, pressionar, pintar, colar, toda aquela atividade de transforma o produto.

- Valor não agregado (NVAA): São as atividades que jamais serão percebidas pelo cliente ou consumidor do produto. Exemplos como andar, abaixar, posicionar, movimentar, empurrar, enviar, procurar, puxar são atividades que não resultam em nenhum resultado ao cliente final.

Na Figura 7 a seguir conseguimos ilustrar o Valor Agregado e Valor não agregado, como ambos se desempenham juntos.

**Figura 7** - Valor Agregado e Valor não agregado



**Fonte:** Análise de Valor Agregado.<sup>7</sup>

- Dessaturação – Momento de ociosidade entre uma atividade e outra no qual o colaborador ou máquina não realiza nenhuma atividade e fica em modo de espera.

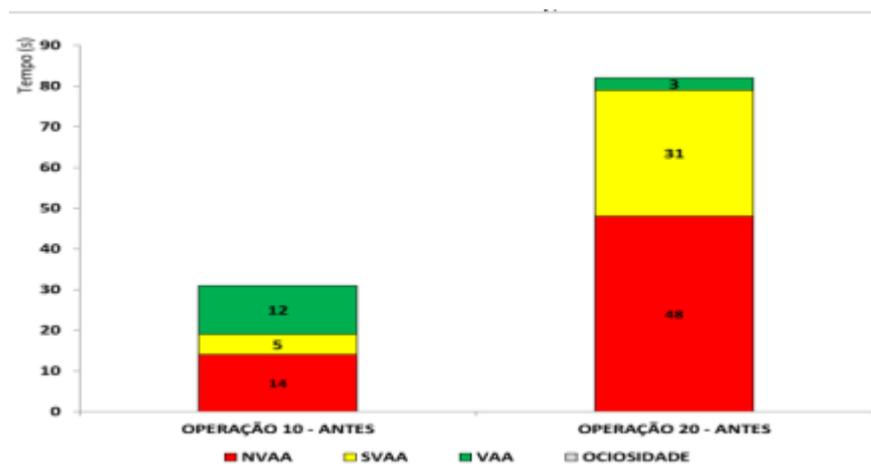
Para podermos realizar a atividade de saturação de forma bem visível é possível utilizar o gráfico de Yamazumi<sup>8</sup> (Figura 8), onde conseguimos realizar a separação de um posto de trabalho no qual é possível identificar através de gráfico a saturação de um posto de trabalho.

---

<sup>7</sup> Disponível: <https://edsonmarinho.com/2014/06/02/valoragregado/>  
Acesso em: 05 de dezembro de 2022

<sup>8</sup> Termo japonês para “pilha” ou “monte”.

**Figura 8 - Gráfico de Yamazumi**



Fonte: Artigo de redução do índice de refugo numa indústria de autopeças por meio da aplicação do standard kaizen (2017).<sup>9</sup>

Para conseguir identificar o limite máximo entre o tempo de produção e entre uma peça/processo é utilizado o Takt Time que pode ser calculado realizando a divisão do tempo disponível do dia sobre a quantidade de peça/processo a ser realizado. Através o Yamazumi quando conseguimos identificar um processo acima do Takt Time é necessário realizar o balanceamento de atividades para poder garantir uma padronização e equilíbrio na atividade para poder garantir a igualdade de trabalho para todos os colaboradores da empresa e garantir com que realizem a atividade dentro do tempo previsto para garantir a segurança do colaborador, qualidade do produto e produção prevista para atender a demanda do cliente.

## 2.4 SMED

A metodologia de Shigeo Shingo (SMED - single minute exchange of die) foi publicada pela primeira vez no Ocidente em 1985, e é referência principal quando se trata de redução dos tempos de setup de máquinas. A troca rápida de ferramentas SMED pode ser descrita como uma metodologia para redução dos tempos de

<sup>9</sup> Disponível: [http://www.uit.br/sicit/images/Documentos/ARTIGOS/2018/ORAL\\_11.pdf](http://www.uit.br/sicit/images/Documentos/ARTIGOS/2018/ORAL_11.pdf). Acesso em: 05 de dezembro de 2022

preparação de equipamentos, possibilitando a produção econômica em lotes menores.

A utilização do SMED auxilia na redução dos tempos de atravessamento (tempo de chegada da matéria prima até chegada no estoque), possibilitando à empresa retorno financeiro rápido. Segundo Shingo (2000), “a vantagem do SMED é a produção econômica de pequenos lotes de fabricação, o que geralmente exige baixos investimentos no processo produtivo”.

O objetivo é alcançar, com segurança, o menor tempo de troca de ferramenta possível por meio da análise completa de todas as tarefas entre o final de um trabalho e o início do trabalho seguinte, para que o sistema opere de forma estável. O tempo total necessário para fazer uma troca entre a última peça boa de uma rodada de produção até a primeira peça da seguinte rodada de produção, a uma taxa / velocidade plena.

## **2.5 5S**

A Segunda Guerra Mundial deixou a economia mundial fortemente abalada e o Pós-guerra foi um período de reforma econômica no Japão. A indústria japonesa necessitava melhorar o processo produtivo para tornar o seu produto competitivo no mercado internacional. Gerir melhor todos os recursos disponíveis dentro da indústria para reduzir o custo de produção do produto.

O 5S é dividido em 5 sentidos para um ambiente ideal de trabalho os sentidos de utilização, organização, limpeza, padronização e Disciplina. A Tabela 01 abaixo ilustra o conceito de cada sentido, inclusive citando os sentidos na língua japonesa, onde foi criada a metodologia.

Na visão de Campos (2014), a implantação dos 5S nas organizações está sustentada pelo empenho das pessoas em organizar o local de trabalho por meio de manutenção apenas do necessário, da limpeza, da padronização e da disciplina na realização do trabalho, com o mínimo de supervisão possível. Promover o envolvimento dos colaboradores no programa requer.

**Tabela 01 – Conceito 5S**

| Português    | Japonês      | Conceito  |
|--------------|--------------|---|
| Utilização   | 整理, Seiri    | Ficar somente com o essencial                           |
| Organização  | 整頓, Seiton   | Guardar as coisas nos lugares certos e lógicos          |
| Limpeza      | 清掃, Seiso    | Utilizar a limpeza para inspeção                        |
| Padronização | 清潔, Seiketsu | Criar e manter os padrões                               |
| Disciplina   | 躰, Shitsuke  | Incorporação e aplicação dos 4S acima em todas as áreas |

**Fonte:** Elaboração dos autores (2022).

### **3 METODOLOGIA**

O método de estudo de caso escolhido por sua estrutura metodológica, que possibilita a compreensão de qualquer indivíduo, independente nível de formação, observar dado fenômeno de maneira particular e estruturada, uma construção mais analítica e interpretativa”, segundo a visão de Roesch (2007 apud CLEMETE JR, 2013), foi realizado em uma empresa do setor de peças automotivas.

A abordagem presente no trabalho trata-se de uma pesquisa qualitativa e quantitativa. Qualitativa, pois visa entender e propor ações de melhorias nos processos produtivos da empresa estudada. O trabalho também se classifica como quantitativo, pois tem o intuito de mensurar e comparar tempo de ciclo, setup e efetividade de máquina.

A presente pesquisa foi realizada de acordo com as etapas que podem ser vistas na Figura 09. Em primeiro lugar, foi feito o mapeamento de uma máquina responsável por fabricar parte das peças da produzidas na empresa estudada.

**Figura 09** - Metodologia da pesquisa



**Fonte:** Elaboração dos autores (2022).

Para isso, foi feito um mapeamento de movimentação, ilustrando a operação durante o procedimento de Setup, podendo perceber a falta de padrão e a ausência do procedimento de pré-setup, esclarecendo a possibilidade de melhorias. Com o auxílio do NVAA foi desenvolvido um estudo para a reformulação da movimentação operacional durante a troca de produto, reduzindo o máximo da movimentação, reduzindo o tempo e quantidade de setup e otimizando a ergonomia da operação.

Em seguida, na segunda etapa da pesquisa, foram identificadas as oportunidades de melhorias no processo. Para tanto, foi utilizado os conceitos do Lean Manufature, mais precisamente, os oito desperdícios.

Na terceira fase, foi proposto um plano de ação de melhoria do processo de acordo com as análises feitas nas etapas anteriores através de um checklist administrativo de atividades, prazos e responsabilidades que devem ser desenvolvidas com clareza e eficiência por todos os envolvidos em um projeto (5W2H) para viabilizar a implementação. O OEE foi a métrica utilizada durante todo o processo, para verificar os ganhos na efetividade da máquina, através e dados de disponibilidade, performance e qualidade.

Na quarta e última fase, foi feita a validação e implementação do método melhorado de modo a eliminar os problemas encontrados no mapeamento do processo, a fim de pontuar erros e acertos, refletir sobre a garantir da melhoria contínua do processo.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 MAPEAMENTO DO PROCESSO**

De acordo com o mapeamento de processo, verificou-se que a máquina de produção de engrenagens observada possuía baixa eficiência derivada de excesso de movimentação para ajuste, lubrificação, atividades operacionais e principalmente setup.

O conceito de setup, são todas as tarefas necessárias entre o momento em que se tenha completado a última peça do lote anterior e o momento em que se finaliza a primeira peça do lote seguinte. Ou seja, a mudança de produto, e a preparação do equipamento produtivo, desde o momento de parada de máquina até o início da produção da máquina, já com o novo produto inserido na produção (Moura e Banzato 1996).

Foi observada a movimentação operacional e especializada para a realização do setup, e percebeu-se um deslocamento excessivo durante a mudança de produto da máquina. Muitas das atividades que necessitavam de um grande deslocamento

dentro da empresa, que seriam realizados após o equipamento está parado para o setup. Envolvendo busca por ferramentas, procura pela matriz adequada, ida a metrologia para verificar se a máquina está dentro do parâmetro e procurar o líder para receber a autorização e seguir para os ajustes.

No período de ajuste, era necessário a redução de ciclo de máquina, para tentar manter a qualidade do produto dentro dos parâmetros desejados pelo Cliente, porém, mesmo com a redução do ciclo, muitas peças saiam não conforme, necessitando retrabalho ou sendo descartadas.

O OEE, foi utilizado como parâmetro de análise, foi calculado com intensão de mostrar a efetividade inicial do equipamento e também mostrando o desenvolvimento e pós-implementação da proposta. Iniciando pela apuração dos dados coletados no início do trabalho para mesurar a falta de efetividade.

No equipamento tem em 24 horas, uma quantidade de 3 setups por dia, com o tempo de duração de 01 hora e 20 minutos cada, subtraindo a 4 horas do dia produtivo, totalizando uma disponibilidade de 20 horas produtivas por dia, exemplificado na figura 10.

**Figura 10-** Cálculo de Disponibilidade da Máquina.

$$\text{Disponibilidade da máquina} = 20 \text{ horas} / 24 \text{ horas} = 83,33\%$$

**Fonte:** Elaboração dos autores (2022).

A performance planejada da máquina é de 300 peças por hora, em 20 horas disponíveis de produção a mesma deve produzir 6.000 peças. Devido a pequenos ajustes realizados após o setup o ciclo diminuiu em alguns momentos e acabou produzindo 4.800 peças em 20 horas, ou seja, 240 peças por hora, exemplificado na figura 11.

**Figura 11- Cálculo de Performance de Máquina.**

$$\text{Performance de máquina} = 4.800 \text{ peças} / 6.000 \text{ peças} = 80,00\%$$

Fonte: Elaboração dos autores (2022).

Na produção de 4800 peças foram segregadas 300 peças fora de conformidade, ou seja, apenas 4.500 peças foram identificadas dentro da especificação de qualidade aceitável pelo cliente, exemplificado na figura 12.

**Figura 12- Cálculo de Qualidade de Máquina.**

$$\text{Qualidade da máquina} = 4500 \text{ peças} / 4800 \text{ peças} = 93,75\%$$

Fonte: Elaboração dos autores (2022).

A eficiência global de máquina é dada como mostra a figura 13, a seguir:

**Figura 13- Cálculo da Eficiência Global de Máquina.**

$$\text{OEE} = 0,8333 \times 0,8000 \times 0,9375 = 62,49\%$$

Fonte: Elaboração dos autores (2022).

## **4.2 IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES**

Nesta etapa foi realizado uma seção de Brainstorming com o intuito de ouvir pessoas de diferentes setores, entre eles, produção, metrologia, manutenção, engenharia, planejamento e controle da produção (PCP), financeiro e Tecnologia da informação (TI), gestão sobre possibilidades de melhorias, a melhoria contínua deve ser inserida na cultura empresa através do dia a dia dos colaboradores, precisa envolver um olhar que busque simplificar suas atividades. Qualquer pessoa pode e

deve sugerir mudanças. E como foi falado, a melhoria é contínua, assim, não pode ser visto como um projeto, com começo, meio e fim, mas sim um ciclo.

Olhares diferentes trazem visões diferentes, podendo sugerir novas práticas e tecnologias que agreguem valor e/ou reduzem ainda mais os custos, sejam eles financeiros, pessoais ou temporais. Por isso o Lean adota a filosofia de trazer pessoas de setores diferenciados para abranger o leque de ideias, na intenção de avaliar o processo original e agregar melhorias que busquem a melhor eficiência no processo e em todas as outras áreas que esse processo afete.

A redução de deslocamento durante o período que a máquina se encontra parada. Eliminar desperdícios é parte fundamental na gestão empresarial, o objetivo de qualquer empresa é lucrar, mesmo em meio aos tempos de crise. O lucro de uma empresa se dá a partir do cálculo simples, faturamento menos os gastos, ou seja, o valor que foi adquirido ao longo do mês, tirando o que foi gasto em todas as etapas de produção e atividades internas, resulta no lucro. Lembrando que em vários casos esse lucro não se materializa, ou seja, o resultado é negativo. Nesse estudo é importante lembrar alguns pontos que devem ser visados, são deslocamentos desnecessários, espera ociosa, movimento improdutivo em estações de trabalho e peças não conformes.

A padronização de ferramentas utilizadas durante o setup e manutenção do equipamento. Ao padronizar o processo todos os envolvidos têm que fazer suas atividades de maneira sempre igual, assim ficando fácil identificar os gargalos e os pontos de melhorias. Do contrário, cada dia as pessoas demorarão tempos diferentes no setup, produzirão peças de qualidade e quantidades diferentes e não terá como saber onde melhorar a produção já que não teremos um método padrão para usar de referência.

Remapeamento do processo de setup com objetivo de buscar a melhoria na sua eficiência isso porque os mapas de processos fornecem informações que ajudam a equipe no debate de ideias para melhoria do processo, destacando os desperdícios a fim de construir um entendimento das atividades críticas e que geram retrabalho impactando na eficiência de máquina e permitindo comunicar visualmente os detalhes importantes de um processo aumentando assim a comunicação que fornecem a

identificação dos gargalos, repetições e atrasos, ajudando o entendimento dos limites do processo.

### **4.3 PROPOR E VIABILIZAR A MELHORIA**

Inicialmente foi proposto o foco nas atividades de pré-setup, antes de ocorrer a parada de máquina. Visando reduzir o tempo de procura de ferramenta e matriz adequada para a fabricação do próximo produto, reduzindo a movimentação e atividades que não agregam valor. Foi visto a necessidade da padronização das atividades realizadas durante o setup, visando ter uma referência ou ponto de partida para ocorrer as futuras melhorias. A redução de desperdício e diminuição do tempo da operação de setup é fundamental para a empresa obter flexibilidade aos clientes.

Em seguida, foi proposto a redução no tempo de ajuste da máquina durante o processo de parametrização do novo produto, visando voltar ao ciclo de máquina ideal o mais rápido possível, visto que após a troca do produto, é reduzido o ciclo produtivo para poder verificar se as especificações do produto estão de acordo com a solicitação do cliente.

Durante o período de ajuste, a produção tem maior tendência de fabricar peças fora dos padrões de qualidade exigidos pelo cliente, por falta de aquecimento, ou de parâmetros da produção. Mudanças ou imprevistos na produção, também causam refugos de peças na linha de produção. Aumentar também a frequência de inspeção de qualidade durante a produção, prevendo que o produto possa sair dos parâmetros nesse período.

Avaliar junto ao setor de planejamento e controle da produção (PCP) e gestão, a possibilidade de redução da quantidade de setup realizada no dia para a máquina estudada, buscando aumentar a disponibilidade do equipamento, impactando diretamente no OEE.

### **4.4 IMPLEMENTAÇÃO DA MELHORIA**

#### **4.4.1 Disponibilidade**

Em decorrência dos problemas e propostas sugeridas anteriormente, foi realizado a primeira ação de melhoria, que consiste no desenvolvimento de um

pré-setup, no qual é verificado qual produto vai ser fabricado em seguida, separando a matriz necessária para o produto. Migrando o tempo de preparo de matriz que previamente seria feito durante o setup, para antes da parada de máquina e passando essa responsabilidade para a ferramentaria, onde será analisada a inspeção, preparo e movimentação da matriz para o lado da máquina.

Inseriu-se um carrinho de ferramentas onde contemplariam todas as ferramentas necessárias para a troca da matriz, padronizando com 5S, responsabilizando a equipe especializada para garantir que o carrinho esteja próximo a máquina antes do início do setup. Mitigando a movimentação de procura de ferramenta durante o período do setup.

Foi padronizado todas as atividades de Setup da máquina, criando um procedimento operacional padrão onde é sugerido a sequência, como é feito e o tempo necessário para cada atividade. Na padronização contempla um melhor período de aprovação do setup por parte a liderança do setor.

Foi analisado junto a equipe de PCP que de acordo com as demandas dos clientes e a necessidade de produção da fábrica, o equipamento estudado precisaria passar por apenas 2 setups por dia, ao invés de 3 setups, viabilizando a disponibilidade de máquina.

Com a redução de movimentação por procura de matriz adequada e ferramentas, reduzimos o nosso setup de 1 hora e 20 minutos para 45 minutos. Visto que agora teríamos apenas 2 setups por dia, a máquina estaria indisponível por conta de setup durante apenas 1 hora e 30 minutos, por dia. Sabendo-se que o dia tem 24 horas, a nossa disponibilidade ficaria, acompanhe na figura 15:

**Figura 14** - Cálculo da Disponibilidade de Máquina 2.

$$\text{Disponibilidade da máquina} = 22,5 \text{ horas} / 24 \text{ horas} = 93,75\%$$

**Fonte:** Elaboração dos autores (2022).

#### 4.4.2 Performance

Implementou-se uma fase ajustes mecânicos, limpeza, lubrificação e pré-aquecimento do equipamento durante o período de setup, com a intenção de trazer um período de ajuste mais rápido, e conseqüentemente, a produção funcionaria com o ciclo reduzido, por menor período.

Foi realizado um procedimento operacional padrão definindo o passo a passo de atividades para termos uma melhor e mais rápida parametrização do funcionamento da máquina, que conseqüentemente traria a possibilidade de voltar ao ciclo de máquina desejado.

Diminuindo o período que a máquina funcionaria com o ciclo reduzido, o consolidado da performance melhorou. Sabendo que a máquina pode produzir 300 peças por hora, e temos disponibilidade de 22,5 horas, precisaríamos produzir 6750 peças. Conseguimos produzir 6120 peças, ou seja, 272 peças por hora, devido a algumas perdas de ciclos inerentes do processo. Com isso nossa performance ficaria, assim como ilustra a Figura 16:

Figura 15 - Cálculo da Performance de Máquina 2.

|  |
|--|
| <b><i>Performance de máquina = 6120 peças / 6.750 peças = 90,66%</i></b> |
|--|

Fonte: Elaboração dos autores (2022).

#### 4.4.3 Qualidade

Foi analisado que com os procedimentos realizados anteriormente, impactou positivamente na qualidade, já que o tempo de ajuste foi reduzido, e durante esse período acontece a maior quantidade de refugo da produção. Mesmo com as melhorias na qualidade já implementada por decorrência dos processos anteriores, implementou-se a inspeção de qualidade, realizada durante a produção, de hora em hora, durante o funcionamento do equipamento, verificando frequentemente a conformidade do produto.

Também foi criado dispositivos de calibre para análise das peças, permitindo a identificação de peças não conformes, essa checagem é feita a cada 100 peças produzidas ou a cada modificação no ajuste da máquina, a checagem é simples, por isso é realizada diretamente pelo operador do equipamento, após a checagem o operador deverá registrar as informações encontradas e voltar a produzir caso a análise esteja dentro do padrão, o líder ou responsável da área deverá fazer um dobre check pelo menos uma vez por turno para garantir que o operador esteja fazendo checagem e garantir que esteja correta.

Com as melhorias de qualidade implementadas, durante a produção de 6120 peças foram segregadas apenas 300 peças em média fora de conformidade, ou seja, 5820 peças foram identificadas dentro da especificação de qualidade aceitável pelo cliente, ilustrado na Figura 16.

**Figura 16 - Cálculo da Qualidade da Máquina 2.**

$$\text{Qualidade da máquina} = 5820 \text{ peças} / 6120 \text{ peças} = 95,09\%$$

Fonte: Elaboração dos autores (2022).

#### 4.4.4 Resultado do OEE

**Figura 17 – Resultado da OEE.**

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Performance} \times \text{Qualidade}$$

$$\text{OEE} = 0,9375 \times 0,9066 \times 0,9509$$

$$\text{OEE} = 80,82\%$$

Fonte: Elaboração dos autores (2022).

**Tabela 02 – Resumo dos resultados**

| DESCRIÇÃO       | ANTES  | DEPOIS |
|-----------------|--------|--------|
| Disponibilidade | 83,33% | 93,75% |
| Performance     | 80,00% | 90,66% |

|           |        |        |
|-----------|--------|--------|
| Qualidade | 93,75% | 95,09% |
| OEE       | 62,49% | 80,82% |

Fonte: Elaboração dos autores (2022)

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como descrito, o Lean Manufacturing proporciona uma contribuição significativa para as indústrias, visando a redução dos tempos de setup e aumentando o OEE de máquina. Cenário este, muito observado em muitas empresas atualmente, devido a necessidade de se obter resultados melhores, menores custos, menores tempos e maior flexibilidade para atender a demanda do cliente.

Para este projeto, foi apresentada uma proposta de melhoria na redução do tempo de setup no processo de produção de engrenagens, baseado nos conceitos da metodologia Lean. Para o desenvolvimento, planejamento e execução do projeto, foram executadas as etapas de definição, medição, análise e implementação, cujos resultados foram apresentados como propostas de melhorias como separação de setup interno e externo, padronização de atividades, uso de dispositivos de calibre, melhoria organizacional, dentre outras melhorias apresentadas no tópico 4.4 de implementação das melhorias.

A última etapa do projeto que é a checagem dos resultados, foi obtido uma redução de 43,75% do tempo de setup e uma melhoria de 18,33% no OEE da máquina estudada.

Durante o processo de desenvolvimento da melhoria foram observadas outras possíveis melhorias a serem feitas futuramente, dentre elas, inserir Poka-Yokes nas ferramentas utilizadas no processo de setup, automatizar o processo produtivo e processo de mudança de produto de tal modo que utilize menos a manufatura, aplica 5S na máquina, utilizar da manutenção autônoma para realizar a lubrificação da máquina, e desenvolver treinamento operacional no qual o operador esteja apto para resolver alguns problemas do dia a dia sem necessidade da manutenção.

## 6 REFERÊNCIAS

ALVES, J. M. O Sistema Just In Time Reduz os Custos do Processo Produtivo. **Anais do Congresso Brasileiro de Custos - ABC**, 1995.

ANTUNES, G. et al. **REDUÇÃO DO ÍNDICE DE REFUGO NUMA INDÚSTRIA DE AUTOPEÇAS POR MEIO DA APLICAÇÃO DO STANDARD KAIZEN**. SITIC, 2018. Disponível em: <[http://www.uit.br/sicit/images/Documentos/ARTIGOS/2018/ORAL\\_11.pdf](http://www.uit.br/sicit/images/Documentos/ARTIGOS/2018/ORAL_11.pdf)>. Acesso em: 10 dez. 2022.

BARBOSA, E., Sérgio José. A Influência do planejamento mestre da produção na implementação da manufatura enxuta: o nivelamento da produção (Heijunka). 2011.

BRIALES, J.; TOLEDO FERRAZ, F. **MELHORIA CONTÍNUA ATRAVÉS DO KAIZEN**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <[http://www.mccpconsultoria.com.br/wp-content/uploads/arquivos/downloads/01-artigo\\_melhoria\\_continua\\_kaizen.pdf](http://www.mccpconsultoria.com.br/wp-content/uploads/arquivos/downloads/01-artigo_melhoria_continua_kaizen.pdf)>. Acesso em: 10 dez. 2022.

CONDÉ, G. C.; MARTENS, M. L. Projetos lean manufacturing para geração de portfólio: uma revisão da literatura. **Exacta**, v. 16, n. 1, 21 mar. 2018.

BRITO, E. **MELHORIA CONTÍNUA APLICADA NA REDUÇÃO DE PARADA DE LINHA POR FALTA DE PEÇAS: Um estudo de caso único**. Tabaúte: 2018. Disponível em: <<http://repositorio.unitau.br/jspui/bitstream/20.500.11874/4859/1/Elisa%20Antico%20Monteiro%20de%20Brito.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2022.

FARINHA, L. **Lean manufacturing – Uma História de Sucesso em Portugal**. Disponível em: <<https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/18514/1/Lean%20Manufacturing%20-%20Uma%20hist%c3%b3ria%20de%20Sucesso%20em%20Portugal.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2022.

GAIGHER, H. A.; FERONI, R. DE C. Aplicação da metodologia de análise e resolução de problemas (MASP) em uma indústria montadora automotiva. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 7, n. 5, p. 183–193, 8 dez. 2021.

GHINATO, P.; DIRETOR DA LEAN, W.; CONSULTING. **JIDOKA: MAIS DO QUE “PILAR DA QUALIDADE”**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.leanway.com.br/wp-content/uploads/Paper-03-Jidoka.pdf>>.

GONZALEZ, R. V. D.; MARTINS, M. F. Melhoria contínua e aprendizagem organizacional: múltiplos casos em empresas do setor automobilístico. **Gestão & Produção**, v. 18, n. 3, p. 473–486, 2011.

**OEE - O Indicador de Alto Desempenho.** Disponível em: <<https://exoconsultoria.com.br/oe-indicador-alto-desempenho/>>. Acesso em: 10 dez. 2022.

MATIAS, S. **Entenda o Que É OEE e Como Calcular a Eficiência dos Equipamentos da Sua Indústria!** WEBMAIS, jul. 22DC. Disponível em: <<https://webmaissistemas.com.br/blog/oe/>>. Acesso em: 10 dez. 2022.

OLIVEIRA MORORÓ, B. [sl: s.n.]. Disponível em: <[https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3152/tde-29012009-103220/publico/Dissertacao\\_MororoPosDefesa.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3152/tde-29012009-103220/publico/Dissertacao_MororoPosDefesa.pdf)>. Acesso em: 10 dez. 2022.

TAVARES, T. DE B. G.; TOMADON JÚNIOR, J. Aplicação de ferramentas lean manufacturing para redistribuição de colaboradores para aumento de produtividade. **Gestão da Produção em Foco – Volume 48**, 2021.

SANTOS, S. D.; JÚNIOR, C. **Estudo de Caso x Casos para Estudo: Esclarecimentos a cerca de suas características e utilização.** São Paulo: Intercon, 2013. Disponível em: <<https://www.portalintercom.org.br/anais/sudeste2013/resumos/R38-0029-1.pdf>>.

CAMPOS, V. F. Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia. Nova Lima, Minas Gerais: INDG Tecnologia e Serviços LTDA, 2014. Acesso em: 10 dez. 2022.

Como calcular o OEE? | OEE.com.br

OEE: o que é, significado e como calcular esse indicador - TRACTIAN

<https://edsonmarinho.com/2014/06/02/valoragregado/>