



Universidade Federal do Paraná
Programa de Pós-Graduação Lato Sensu
Engenharia Industrial 4.0



FABIANA GLASENAPP
LETICIA DAS NEVES CHAVES
LUIZA DAS NEVES CHAVES

**MELHORIA DA EFICIÊNCIA OPERACIONAL DA MÁQUINA CRÍTICA
DE CONFORMAÇÃO NA CISER FIXADORES: UM ESTUDO DE CASO
SOBRE A *EFICIÊNCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO* EM 2022**

**CURITIBA
2024**

FABIANA GLASENAPP
LETICIA DAS NEVES CHAVES
LUIZA DAS NEVES CHAVES

**MELHORIA DA EFICIÊNCIA OPERACIONAL DA MÁQUINA CRÍTICA
DE CONFORMAÇÃO NA CISER FIXADORES: UM ESTUDO DE CASO
SOBRE A EFICIÊNCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO EM 2022**

Monografia apresentada como resultado parcial à obtenção do grau de Especialista em Engenharia da Qualidade 4.0 - Certificado *Black Belt*. Curso de Pós-graduação Lato Sensu, Setor de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof. Dra. Carla Regina Mazia Rosa

**CURITIBA
2024**

RESUMO

O presente trabalho focou no aprimoramento do indicador *Eficiência Global do Equipamento* de uma máquina de conformação a frio, que apresentou um valor médio de 39,5% no período de janeiro a outubro de 2022, abaixo da meta estabelecida pela organização de 65%. Através da aplicação do método *Define, Measure, Analyze, Improve e Control*, foram evidenciadas as perdas que estavam impactando no baixo desempenho do equipamento em estudo. O embasamento teórico fundamentou-se em referências do *Lean Manufacturing* e *Lean Six Sigma*. Através da investigação das causas do não atingimento da meta pela empresa, buscou-se aumentar a disponibilidade do equipamento em horas, aprimorar o atendimento comercial e otimizar o faturamento. Durante o desenvolvimento do trabalho, foram identificadas as perdas que estavam impactando significativamente o desempenho do equipamento, e implementaram-se ações de regulagem, troca parcial/total e manutenção para abordar essas questões. Os resultados foram significativos: um aumento de 54% no indicador Eficiência Global do Equipamento, uma redução de 54% nas horas paradas e um aumento de 14% nas horas efetivas. Estas melhorias não apenas resultaram em um ganho financeiro potencial de R\$1.008.249 devido ao incremento de peças produzidas, mas também aumentaram o desempenho, a produtividade e a competitividade geral da empresa.

Palavras-chave: Indicador OEE, DMAIC, eficiência produtiva.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Causas e possíveis soluções	34
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Casa Toyota de Produção	13
Figura 2 – Sistema do funcionamento do OEE	17
Figura 3 – Método DMAIC	17
Figura 4 – Levantamento máquinas críticas Método DMAIC	22
Figura 5 – Dados SAP- CF-O3	23
Figura 6 – Dados Tableau CF-03.....	23
Figura 7 – Dados SAP – CF-03	24
Figura 8 – Meta do projeto.....	25
Figura 9 – SIPOC	26
Figura 10 – Estratificação	26
Figura 11 – Pareto Horas	27
Figura 12 – Paradas de máquinas por motivo	27
Figura 13 – Meta específica para alcance da meta global	28
Figura 14 – Mapa processo atual.....	28
Figura 15 – Diagrama Ishikawa parada mão de obra.....	29
Figura 16 – Diagrama Ishikawa parada regulagem de máquina	29
Figura 17 - Diagrama Ishikawa parada manutenção.....	30
Figura 18 - Diagrama Ishikawa parada trocas parciais / totais	30
Figura 19 – Causas regulagem de máquina	31
Figura 20 – Causas troca parcial e troca total.....	31
Figura 21 – Causas mão de obra.....	31
Figura 22 – Causas manutenção.....	31
Figura 23 – Matriz GUT	32
Figura 24 – Prioridade das possíveis causas.....	32
Figura 25 – Tabela de validação de causas.....	33
Figura 26 – Matriz básico: Foco regulagem máquina.....	34
Figura 27 – Matriz básico: Foco mão de obra	34

Figura 28 – Matriz básico: foco manutenção	35
Figura 29 – Matriz básico: troca total e troca parcial	35
Figura 30 – Riscos identificados	35
Figura 31 – Plano de ação.....	36
Figura 32 – Plano de ação manutenção	37
Figura 33 – Implementação das soluções.....	38
Figura 34 – Metas específicas	39
Figura 35 – Meta global	39
Figura 36 – Demonstrativo ganhos	40
Figura 37 – Procedimentos e treinamentos	40
Figura 38 – OEE CF-03 visualizado no tableau	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PDPC	Diagrama do Processo Decisório
DMAIC	<i>Define, Measure, Analyze, Improve and Control</i> / Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i> / Planejamento dos Recursos da Empresa
FMEA	Análise de Efeitos e Modos de Falhas
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i> / Eficiência Global do Equipamento
GUT	Gravidade, Urgência e Tendência
MAN	Manutenção
OTIF	<i>On-Time In-Full</i> / No Tempo e Completo
PCP	Programação e Controle da Produção
POP	Procedimentos Operacionais Padrão
RM	Regulagem de Máquina
SAP	<i>Systemanalysis Programmentwicklung</i> / Desenvolvimento de Programas para Análise de Sistema
SP	Troca Parcial
ST	Troca Total
TPM	Manutenção Produtiva Total
TRF	Troca Rápida de Ferramentas

CONTEÚDO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	9
1.2 JUSTIFICATIVA	10
1.4 OBJETIVO	10
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1 MANUFATURA ENXUTA.....	12
2.1.1 Princípios do <i>Lean Manufacturing</i>	13
2.1.2 Os desperdícios.....	14
2.2 OEE	16
2.3 MÉTODO DMAIC.....	17
2.3.1 Definir	18
2.3.2 Medir.....	18
2.3.3 Analisar.....	18
2.3.4 Implementar.....	19
2.3.5 Controlar	19
3. METODOLOGIA.....	21
3.1 FASE DEFINIR	22
3.1.1 Requisitos do projeto: problema	22
3.1.2 Métrica.....	23
3.1.3 Comportamento do problema historicamente	24
3.1.4 Meta do projeto.....	24
3.1.5 Ganhos alcançados com o projeto	25
3.1.6 Principais processos envolvidos no projeto	25
3.2 FASE MEDIR.....	26
3.2.1 Estratificação problema	26
3.2.2 Focos do problema - motivos.....	27
3.2.4 Metas específicas para alcance da meta geral	28
3.3 FASE ANALISAR.....	28
3.3.1 Desenho e modelamento.....	28
3.3.2 Identificação das causas	29
3.3.3 Priorização das causas.....	30

3.3.4 Comprovação das causas	33
3.4 FASE MELHORAR.....	33
3.4.1 Identificação das possíveis soluções	33
3.4.2 Priorização das possíveis soluções	34
3.4.3 Identificação dos riscos	35
3.4.4 Plano de ação para implementação das ações	35
3.4.5 Implementação das soluções	38
3.4.6 Metas específicas	38
3.5 FASE CONTROLAR.....	39
3.5.1 Meta global	39
3.5.2 Retorno financeiro	39
3.5.3 Procedimentos e treinamentos	40
3.5.4 Monitoramento	41
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	42
5. CONCLUSÕES	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
ANEXO I	47
ANEXO II	48
ANEXO III	49
ANEXO IV	50
ANEXO V	51
ANEXO VI.....	52
ANEXO VII.....	54
ANEXO VIII.....	55
ANEXO IX.....	56

1. INTRODUÇÃO

Diante do cenário altamente competitivo devido à intensificação da globalização, as empresas têm buscado aprimorar seus sistemas produtivos e serviços, visando oferecer aos clientes alta qualidade a um custo reduzido. De acordo com Júnior (2007, apud Cabral et al., 2010, p.2), este ambiente dinâmico e de mudanças rápidas exige das empresas a obtenção de melhor desempenho em relação a indicadores de qualidade, rapidez, confiabilidade, flexibilidade e custo.

Nesse sentido, o OEE (*Overall Equipment Effectiveness* / Eficiência Global do Equipamento), que avalia a utilização efetiva da capacidade dos equipamentos, emergiu como um indicador fundamental para o controle gerencial (NAKAJIMA, 1989; LJUNGBERG, 1998). Através do OEE, é possível identificar os equipamentos menos eficientes no setor produtivo e, assim, aperfeiçoá-los. O OEE é dividido em três índices distintos: sendo o primeiro o índice de disponibilidade, que verifica o tempo em que a máquina está em funcionamento e parada; o segundo é o de performance, que analisa o rendimento da máquina, e o terceiro o índice de qualidade, que analisa se a máquina está produzindo unidades com padrões desejados (RODRIGUES; FERRARIN; OLESKO, 2013).

1.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

O presente trabalho refere-se a uma empresa do ramo de fixadores metálicos. A companhia, fundada em meados dos anos 50, possui uma gama de produtos que cobrem diversos segmentos, como metal-mecânico, construção civil, estruturas metálicas, eletroferragens, agronegócio, automotivo, linhas branca e marrom, petróleo e gás, eletrônico, ferroviário, moveleiro, varejo e atacado.

Diante dos resultados de eficiência produtiva aquém das metas estipuladas, em uma máquina de conformação a frio da empresa em estudo, foram definidas medidas preventivas e corretivas, pautadas nos princípios do *Lean Manufacturing*. Conforme definido por Ohno (1997), o *Lean* visa à supressão de desperdícios e elementos desnecessários, visando à redução de custos. Ele ressalta a essência da manufatura enxuta como sendo a produção apenas do necessário, no momento e na quantidade requerida. Para manter a competitividade no mercado, as empresas devem perpetuamente gerenciar seus processos produtivos, almejando uma maior eficiência,

a eliminação de falhas e desperdícios, e assegurando a disponibilidade dos equipamentos para a produção (FOGLIATTO; RIBEIRO, 2009).

1.2 JUSTIFICATIVA

A necessidade de aprimorar o desempenho da máquina de conformação a frio, designada CF-03, em virtude de seus baixos índices de OEE, é o que justifica este estudo. Para alcançar essa melhoria, considerando a eficácia do método DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve e Control* / Definir, Medir, Analisar, Implantar e Controlar), bastante utilizada em projetos *Six Sigma* por companhias de diferentes portes, e os casos de sucesso obtidos como o da Motorola, que obteve uma economia de 16 bilhões de dólares com a aplicação do *Six Sigma*, prevê-se com a utilização deste método melhora dos indicadores de custo, satisfação dos clientes e disponibilidade do equipamento.

A máquina em questão é antiga e demanda maior atenção em relação às manutenções, no entanto, sabe-se que, muitas vezes, a manutenção é negligenciada devido à alta produtividade exigida, principalmente em equipamentos únicos na empresa, como é o caso. Portanto, pretende-se aprimorar o processo de manutenção preventiva deste equipamento, visando evitar manutenções corretivas.

Investir em melhorias de produtividade em um equipamento com desempenho aquém do esperado possibilitará que a empresa fortaleça sua posição competitiva. Ao identificar e tratar os problemas, a organização estará capacitada a desenvolver estratégias tanto corretivas quanto preventivas, posicionando-se de forma mais sólida no mercado.

, resultando em uma melhora mensurável no OEE. Além disso, a adoção de medidas de manutenção preventiva neste equipamento reduzirá as paradas não planejadas e aumentará a disponibilidade do equipamento, contribuindo para um aumento geral do OEE.

1.4 OBJETIVO

Esse trabalho tem como finalidade melhorar o indicador de desempenho OEE em uma máquina de conformação a frio, com o intuito de aumentar disponibilidade do

equipamento em horas. Para alcançar esse objetivo, são necessários os seguintes objetivos específicos:

- avaliar a real produtividade da linha de produção.
- identificar as causas do não atingimento das metas.
- propor melhorias para otimizar o desempenho do equipamento.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica do presente abrange conceitos gerais sobre Manufatura Enxuta, OEE e DMAIC, com o objetivo de para implementar melhorias em um equipamento de conformação a frio, em uma empresa localizada na cidade de Joinville - Santa Catarina. A melhoria proposta visa aumentar o OEE, concentrando-se na manutenção, troca parcial e total, e na otimização da mão de obra.

2.1 MANUFATURA ENXUTA

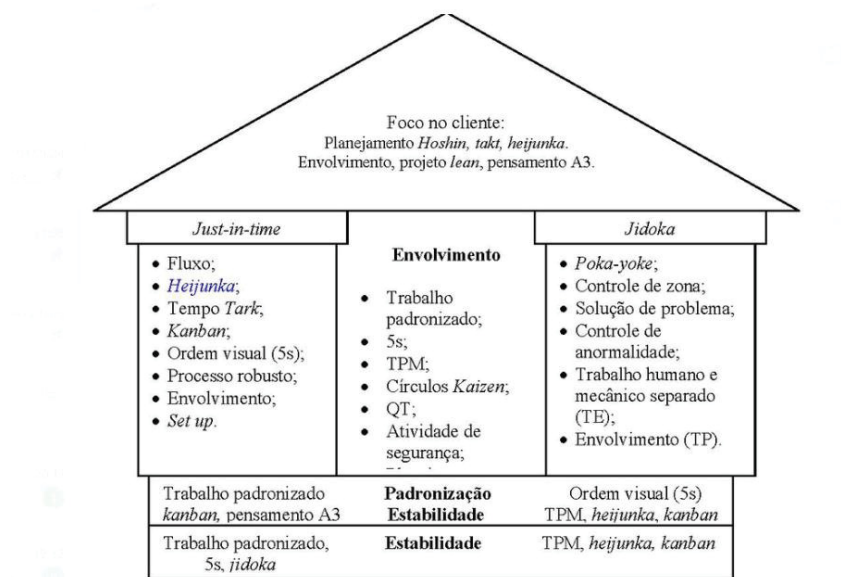
O conceito de Manufatura Enxuta expandiu-se pelo mundo com a popularização do termo *Lean* quando o livro “A máquina que mudou o mundo: a história da produção *Lean*”, escrito por Womack em 1990, foi publicado. Algumas das definições *Lean* são:

1. A eliminação de desperdícios e elementos desnecessários visando à redução de custos. A ideia básica é produzir apenas o necessário, no momento necessário e na quantidade requerida (OHNO, 1997).
2. “A produção *Lean* representa fazer mais com menos tempo, menos espaço, menos esforço humano, menos maquinário, menos material e, ao mesmo tempo, dar aos clientes o que eles querem” (DENNIS, 2008, p. 31).

Com o intuito de difundir as melhores práticas desenvolvidas na Toyota para outras organizações e fornecedores, o ex-diretor da Toyota desenvolveu uma representação da casa Toyota de produção, representada na Figura 1. A escolha da casa como representação se justifica pelo fato de ser um sistema estrutural. “A casa só é forte se o telhado, as colunas e as fundições são fortes” (LIKER, 2004).

O telhado representa os objetivos, as colunas visam sustentar os objetivos e as fundações são a base do sistema. A estabilidade visa à ausência de defeitos e à produção em quantidades corretas e coerentes, baseada na demanda. Diante disso, é possível fazer uso de ferramentas como *Heijunka*, trabalho padronizado, *Kaizen*, ferramentas essas que constituem os pilares da casa Toyota de Produção.

Figura 1 – Casa Toyota de Produção



FONTE: Dennis (2008)

Sobre os pilares *Just in Time* (JIT) e *Jidoka*, Ohno (1997) defende que JIT significa utilizar a produção puxada, onde as peças atendam à linha de produção no momento em que são necessárias e na quantidade necessária, visando o estoque zero. O segundo pilar, *Jidoka*, consiste na autonomia da linha produtiva, ou seja, a junção da automação com um toque de inteligência humana, para evitar que processos defeituosos prejudiquem os processos seguintes.

2.1.1 Princípios do *Lean Manufacturing*

A filosofia *Lean Manufacturing* visa à melhoria contínua dos processos, eliminando desperdícios e unindo as etapas que realmente agregam valor ao produto. Womack e Jones (2004) destacam que o pensamento é enxuto porque o objetivo é fazer mais com menos: menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo e menos espaço.

Cinco princípios, voltados para a eliminação dos desperdícios, sustentam conceitualmente a produção *Lean*: valor, fluxo de valor, fluxo contínuo, produção e perfeição.

- 1) Identificar o valor: Deve-se definir o que é valor para o cliente final. O valor vem única e exclusivamente do cliente e é expressão das necessidades e desejos deste (WOMACK; JONES, 2004).
- 2) Fluxo de valor: Rother e Shook (1998), defendem que este princípio consiste em identificar e mapear com precisão o fluxo de valor completo do produto, sendo tarefa fundamental para detectar os desperdícios em cada processo e implementar ações para eliminá-los, criando assim um novo fluxo de valor otimizado. Nessa fase é importante separar os processos em três categorias: os que efetivamente geram valor, aqueles que não geram valor, mas são importantes, e aqueles que não agregam valor, devendo ser eliminados.
- 3) Fluxo contínuo: É a produção apenas do que é exigido pelo processo seguinte, ou cliente final, sem geração de estoque (ROTHER; SHOOK, 1998). O impacto imediato da implementação do fluxo contínuo é a redução do lead time, ou seja, o intervalo de tempo entre a entrada da matéria-prima até a saída dos produtos acabados. A retirada do estoque de produção é fundamental para que os problemas de produção sejam explicitados e resolvidos (LIKER, 2004; WOMACK; JONES, 1996).
- 4) Produção puxada: A produção ou serviço são iniciados sob pedido do cliente, reduzindo assim os estoques e desperdícios, e produzido aquilo que é necessário quando for necessário. Como consequência há aumento na confiabilidade do processo e do cliente, fazendo com que a encomenda do cliente seja mais estável, ao saber que pode obter o produto mais rapidamente (WOMACK; JONES, 2004).
- 5) Perfeição: O aprimoramento contínuo em busca da perfeição é um princípio que se concentra na melhoria constante, aprimorando diariamente tanto o produto quanto o processo, abordando os novos desafios que surgem e evoluindo para manter-se competitivo. (HINES; TAYLOR, 2000).

2.1.2 Os desperdícios

A eficiência produtiva, conforme Azambuja (2002 apud MARIANO, 2007), está atrelada à capacidade de evitar os desperdícios, ou seja, à habilidade de produzir tantas saídas quanto permitido pela utilização das entradas. Ohno (1997) afirma que

uma boa prática de gestão está em trabalhar os desperdícios nos processos produtivos, visando reduzir custos e aumentar a competitividade da empresa.

A Toyota identificou os sete principais tipos de atividades sem valor agregado em processos empresariais ou de manufatura:

- 1) Superprodução: Decorre da produção excessiva, realizada muito antes do necessário, gerando outros tipos de desperdícios, como movimentos desnecessários, espera, transporte, defeitos e estoque (DENNIS, 2008).
- 2) Espera: Surge quando o sistema produtivo está desbalanceado, gerando longos períodos de ociosidade de pessoas, peças e informações. O ideal é que todos os processos ocorram em fluxo contínuo, minimizando o tempo de entrega do produto ao cliente. Ferramentas como a Troca Rápida de Ferramentas (TRF) e a técnica *Kanban* auxiliam na eliminação da espera (SHINGO, 2000).
- 3) Excesso de transporte: Pode ser causado pelo layout inadequado, equipamentos grandes, ou produção de grandes lotes que dificultam o transporte de um processo para outro. Reduzir esse excesso é essencial para minimizar desperdícios (DENNIS, 2008).
- 4) Movimentação: Refere-se a movimentos dispensáveis dos operários que não agregam valor ao produto. O objetivo é fazer o processo avançar efetivamente no sentido de concluir a atividade proposta (OHNO, 1997).
- 5) Superprocessamento: são processos que poderiam ser eliminados sem afetar as características e funções básicas do produto ou serviço (GHINATO, 1996).
- 6) Inventário: Decorre do estoque excessivo para suprir demanda inesperada, proteger-se de atrasos na produção, entre outros problemas, aumentando custos de armazenagem e depreciação (SLACK, 1997).
- 7) Defeitos: São produtos que não cumprem às especificações de qualidade requeridas no projeto, resultando em produtos não conformes (ANTUNES *et al.*, 2008).

Para abordar esses desperdícios, a metodologia OEE pode ser eficaz. Essa metodologia visa aprimorar os equipamentos, identificando e prevenindo perdas

no ambiente fabril, abrangendo os índices de disponibilidade, desempenho e qualidade dos equipamentos (RODRIGUES; FERRARIN; OLESKO, 2013).

2.2 OEE

O indicador OEE é uma ferramenta crucial para a mensuração e análise de resultados das empresas, quantificando o impacto do desempenho dos equipamentos na lucratividade do empreendimento.

No princípio, o OEE foi visto como parte integrante do TPM (Manutenção Produtiva Total) e foi usado apenas como um sistema de medição, porém nos dias de hoje, é um elo integrador entre a manutenção, qualidade e produção, mantendo os três indicadores em sincronia e trabalhando de forma integrada (HANSEN, 2006).

Segundo Nakajima (1989), o OEE é calculado através do produto dos três índices de desempenho: disponibilidade, desempenho e qualidade.

1. Disponibilidade: Refere-se ao tempo em que o equipamento estava apto a funcionar, considerando todas as paradas planejadas, como feriados, dias sem produção, manutenções preventivas, reuniões, treinamento, eventos, entre outros. Qualquer indisponibilidade inesperada não planejada reduzirá o indicador de seu valor máximo de 100%.
2. Desempenho: Relaciona o tempo padrão de produção com o tempo real de produção, demonstrando quedas na velocidade e a quebra de ritmo.
3. Qualidade: É a relação entre a quantidade de produtos bons e a quantidade total de produtos fabricados, buscando a ausência de produtos defeituosos ou que necessitem de retrabalho.

O OEE é calculado como a multiplicação dos três índices, expresso pela equação 1:

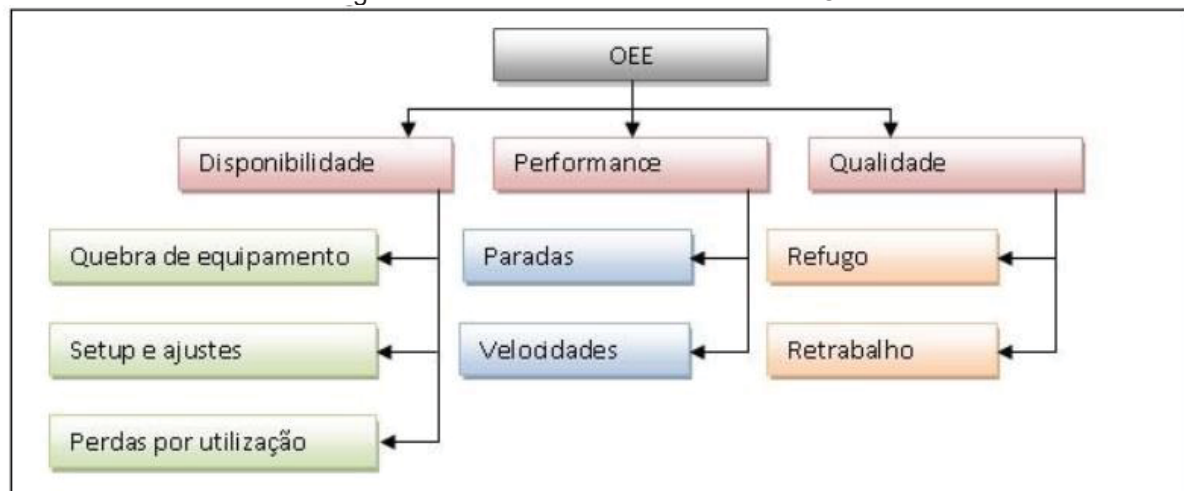
$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Desempenho} \times \text{Qualidade} \quad (1).$$

Santos e Santos (2007) considera que o índice ideal para o indicador OEE deve ser de 85% para se alcançar a Classe Mundial.

Para aplicar o OEE em uma empresa, é preciso identificar as principais perdas dos equipamentos, conforme apresentado na Figura 2. Essa identificação permite

análises aprofundadas e compreensão dos verdadeiros problemas que afetam o rendimento da máquina. Ao melhorar o processo e reduzir desperdícios, a empresa pode obter retornos financeiros, aumentar a produtividade e melhorar a qualidade do produto.

Figura 2 – Sistema do funcionamento do OEE



FONTE: Adaptado Nakajima (1989)

2.3 MÉTODO DMAIC

O DMAIC é um método que auxilia a implementação do *Six Sigma*, oferecendo uma estrutura composta por cinco partes para orientar a resolução de problemas de qualquer natureza, seja na indústria, comércio, prestação de serviços, entre outros. Amplamente utilizado, o DMAIC enfatiza o planejamento das ações, focado na robustez e simplificação de processos, buscando a redução de defeitos, aumento da satisfação dos clientes e, conseqüentemente, melhoria da lucratividade da organização.

Cada uma das etapas do DMAIC envolve ações específicas alcançar o objetivo do projeto de forma estruturada (SANTOS; MARTINS, 2003). As descrições detalhadas dessas etapas são apresentadas na Figura 3.

Figura 3 – Método DMAIC

Etapa	Descrição
D - Define	Definição do escopo do projeto
M - Measure	Localização do foco do problema
A - Analyze	Determinação das causas do problema
I - Improve	Implementação das soluções
C - Control	Verificação do alcance da meta

FONTE: WERKEMA (2012)

2.3.1 Definir

Nessa primeira etapa, devem ser analisados os requisitos do cliente e as necessidades do negócio para a identificar os processos críticos que definirão a escolha do projeto a ser desenvolvido. Os clientes da organização são todos aqueles que são afetados pela baixa qualidade de um produto ou serviço entregue, como departamentos internos, os funcionários e principalmente os clientes finais.

Werkema (2013, p.83) cita algumas perguntas para essa fase: “Qual o problema/ oportunidade, qual o indicador será utilizado para medir o resultado do projeto, qual a meta, quais são os ganhos do projeto, qual equipe desenvolverá o projeto, qual é o escopo?”. A meta e o escopo definidos serão os objetivos estratégicos da organização.

2.3.2 Medir

De acordo com Pinto *et al.* (2017), a fase de medir caracteriza-se pelo emprego de ferramentas estatísticas para o levantamento de dados. É nessa etapa que são estabelecidos os resultados esperados com o projeto e as metas que devem ser alcançadas. É necessário estabelecer métricas válidas e confiáveis para monitorar o progresso, visando alcançar as metas estabelecidas anteriormente. Recomenda-se utilizar análises exploratórias e descritivas de dados para entender melhor as informações coletadas (WERKEMA, 2013).

2.3.3 Analisar

Esta etapa é direcionada ao entendimento da ocorrência do problema prioritário, ou seja, à descoberta de suas causas fundamentais e sua quantificação (WERKEMA, 2004). A análise dos dados coletados anteriormente deve ser realizada por meio da utilização de ferramentas da qualidade e estatísticas, de modo a verificar a coerência entre os dados e os problemas definidos e identificar a causa raiz (BRUSSEE, 2004; CARVALHO; ROTONDARO, 2005). A etapa se inicia, de acordo com Werkema (2004), com a observação do processo ao qual o problema prioritário está relacionado, de modo que se possa entender melhor o fluxo e identificar oportunidades de melhoria. Nessa análise, podem ser utilizadas as ferramentas: Fluxograma, Mapa de Processo,

Mapa de Produto, Análise do Tempo de Ciclo e FMEA (Análise de Efeitos e Modos de Falhas).

Segundo Werkema (2004), a identificação das prováveis causas do problema pode ser levantada por meio da realização de um *Brainstorming* e, a fim de permitir melhor visualização e entendimento, organizadas em um Diagrama de Causa e Efeito, Diagrama de Afinidades ou Diagrama de Relações. O Diagrama de Matriz ou a Matriz de Priorização são utilizados na execução da atividade seguinte, para que as causas potenciais identificadas sejam priorizadas e, posteriormente, realizada a coleta de dados para a verificar as causas que contribuem significativamente para o problema (WERKEMA, 2004).

2.3.4 Implementar

É nessa etapa que são geradas as ideias de melhoria e soluções para o problema prioritário. Donin (2018), afirma que são analisadas as ações propostas de acordo com a fase anterior, na qual são identificadas as causas raízes de cada problema prioritário.

Deve ser elaborado e executado um plano para execução das soluções em larga escala, a partir das seguintes ferramentas: Diagrama de *Gantt*, Diagrama de Árvore, 5W2H, PERT/CPM e o Diagrama do Processo Decisório (PDPC). Vale ressaltar que, antes da elaboração desse plano, é necessário avaliar se o alcance da meta é possível a partir das soluções selecionadas. Caso não seja, a etapa *Measure* deverá ser novamente realizada (WERKEMA, 2004).

Nessa fase são avaliadas a viabilidade de execução de cada uma das ações propostas, principalmente quanto a questões econômicas, de tempo e de pessoas envolvidas.

2.3.5 Controlar

Na fase inicial desta etapa, avalia-se o alcance da meta em larga escala, buscando a aplicação das soluções encontradas, monitorando-as, para garantir o sucesso. Na sequência, deve-se realizar um monitoramento rigoroso do desempenho do processo, assegurando que problemas do passado não voltem a ocorrer no

presente e futuro, impedindo de forma rígida a desobediência aos padrões estabelecidos (WERKEMA, 2013).

Werkema (2004) propõe a padronização das modificações implementadas no processo. Para isso, é necessário estabelecer novos Procedimentos Operacionais Padrão (POP) ou revisar os já existentes. Esses novos procedimentos devem ser divulgados aos envolvidos no processo, por meio de manuais de treinamento, reuniões, palestras e treinamentos no trabalho.

3. METODOLOGIA

Neste capítulo foram abordadas as etapas para o desenvolvimento do estudo, incluindo a classificação da pesquisa e os métodos utilizados.

A natureza de pesquisa deste trabalho pode ser considerada como aplicada, motivada pela necessidade de resolver problemas concretos, mais imediatos. Tem finalidade prática (GIL, 1999; CERVO; BERVIAN, 2002; VERGARA, 2005). A abordagem do presente estudo foi quantitativa, caracterizada pelo uso da quantificação na coleta e no tratamento das informações, utilizando de técnicas estatísticas (RICHARDSON, 1999). As análises foram apresentadas por meio de tabelas e gráficos (FACHIN, 2003). O método quantitativo é conclusivo, e tem como objetivo quantificar um problema e entender sua dimensão.

O trabalho consistiu nas seguintes etapas.

- 1) Revisão bibliográfica: A revisão bibliográfica foi realizada durante o desenvolvimento da pesquisa, utilizando livros, revistas e artigos como fonte. Os temas abordados incluíram manufatura enxuta, DMAIC e OEE.
- 2) Delimitação das máquinas críticas: Foram definidos os critérios, e os dados foram coletados no sistema ERP - SAP (*Enterprise Resource Planning* / Planejamento dos Recursos da Empresa - *Systemanalysis Programmentwicklung* / Desenvolvimento de Programas para Análise de Sistema). Foram identificados gargalos orçamentários no terceiro turno, verificados os maiores índices de não OTIF (*On-Time In-Full* / No Tempo e Completo) por três meses, analisados os maiores volumes negativos, avaliada a singularidade do equipamento (se existe máquina similar no processo) e verificada a qualificação da mão de obra.
- 3) Análise do processo atual: Foram levantados os valores de OEE atingidos de janeiro a outubro de 2022, e definidos ganhos potenciais para o projeto em horas produtivas, toneladas/ ano e faturamento.
- 4) Verificação de horas paradas do equipamento e motivos: Foram levantados os códigos de parada e as respectivas quantidades em horas, com o objetivo de detectar as causas que representavam 80% das ocorrências.
- 5) Definição de potenciais causas para o problema: Através da matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência), foram avaliadas as possíveis causas

3.1.2 Métrica

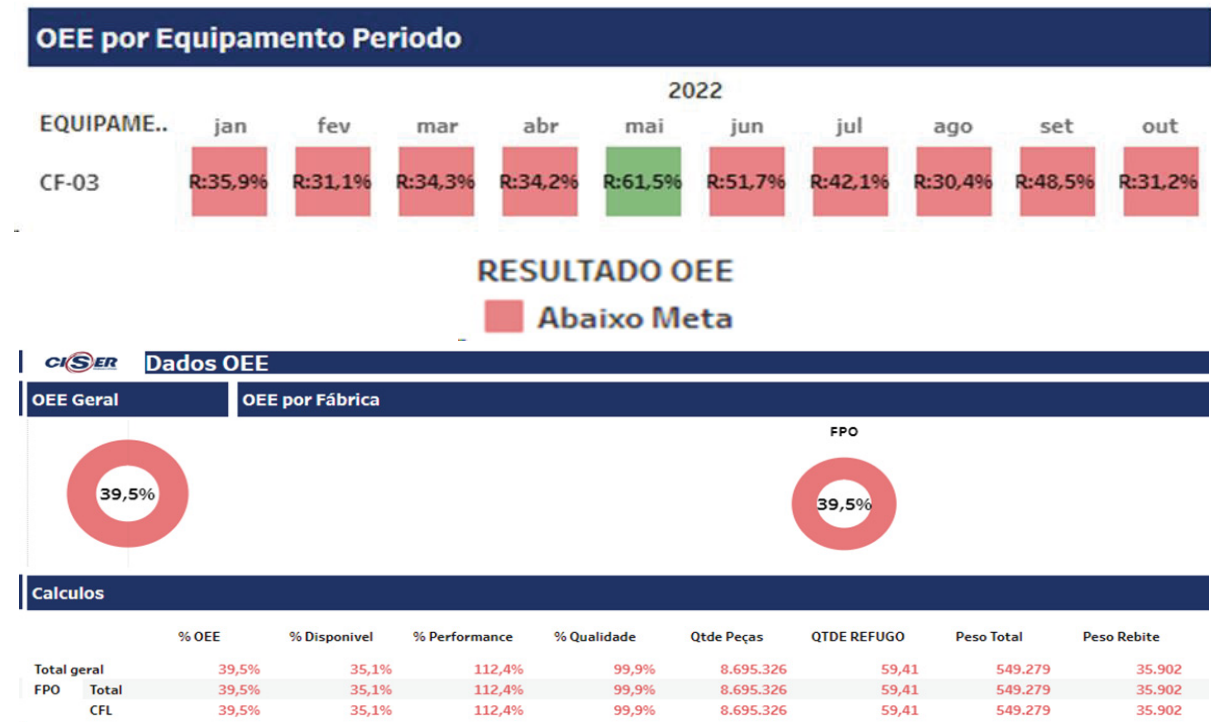
Os dados históricos coletados para desenvolvimento do trabalho, foram considerados confiáveis, pois foram extraídos do software SAP e TABLEAU da CIA, conforme demonstrado nas Figuras 5 e 6. O resultado do projeto foi mensurado pelo indicador OEE, já que ele auxilia na redução de desperdícios e no aumento do desempenho das máquinas, aprimorando a operação.

Figura 5 – Dados SAP- CF-03

Data lançamento		01.01.2022 até 31.10.2022														
Turno		Todos														
Local Inst.		C-A-FAB4-CFS-CFL														
Equipam		CF-03														
Exe.	Equipam.	Tur.	H. Prog.	Hora Efetiva	H. Parada	H. Trab.	%Dispo.	%Perform.	Peso líquido Un.	Refugo ...	Refugo %Qualidade	%OEE	CD	% Ocupa...	% Utilização	% Ocoo...
CF-03	1		1.551,100	641,775	911,407	639,693	41,241	100,325	241.040,727 KG	55,860	116,083	99,929	41,346	1.900,800	100,000	0,000
CF-03	2		1.450,440	567,785	934,449	515,991	35,575	110,038	216.922,043 KG	8,550	94,854	99,951	39,127	0,000	100,000	0,000
CF-03	3		698,680	251,872	554,293	144,387	20,666	174,442	97.316,495 KG	0,000	66,451	99,932	36,026	1.839,679	81,982	0,000
CF-03	3		0,000	0,000	0,006	0,006	0,000	0,000		0,000	66,451	0,000	0,000	1.839,679	81,982	0,000
CF-03	TOT		3.700,220	1.461,432	2.400,149	1.300,071	35,135	112,412	549.279,265 KG	64,410	277,388	99,938	39,471	3.740,4...	94,075	35,227
CF-03	TOT		0,000	0,000	0,006	0,006	0,000	0,000		0,000	66,451	0,000	0,000	1.839,6...	94,075	35,227

FONTE: AUTOR (2024)

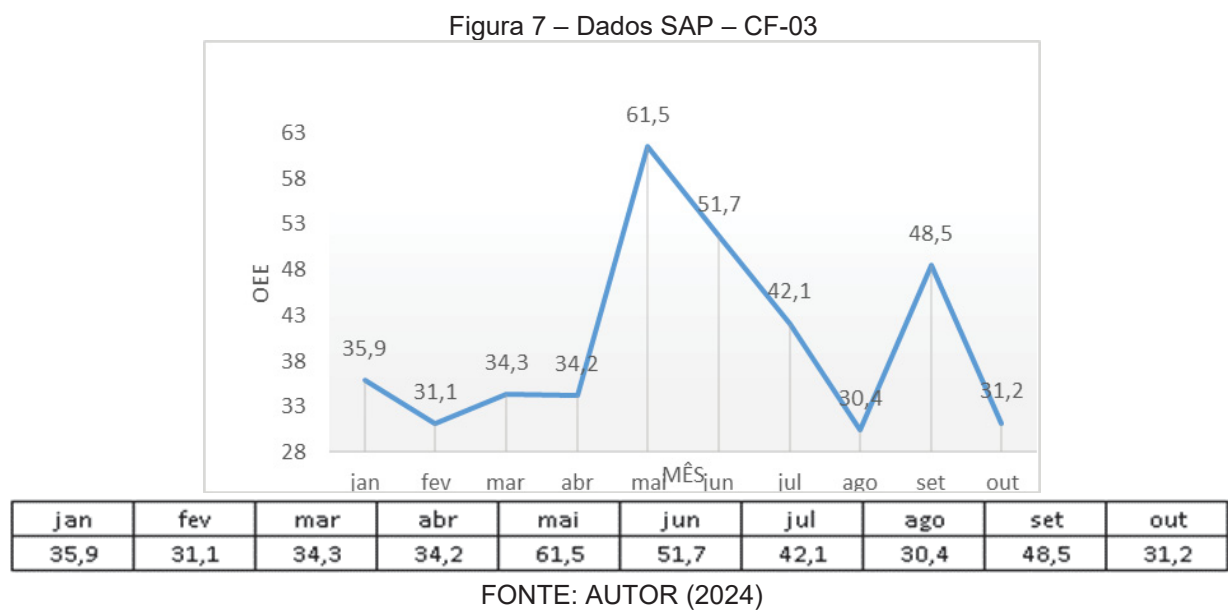
Figura 6 – Dados Tableau CF-03



FONTE: AUTOR (2024)

3.1.3 Comportamento do problema historicamente

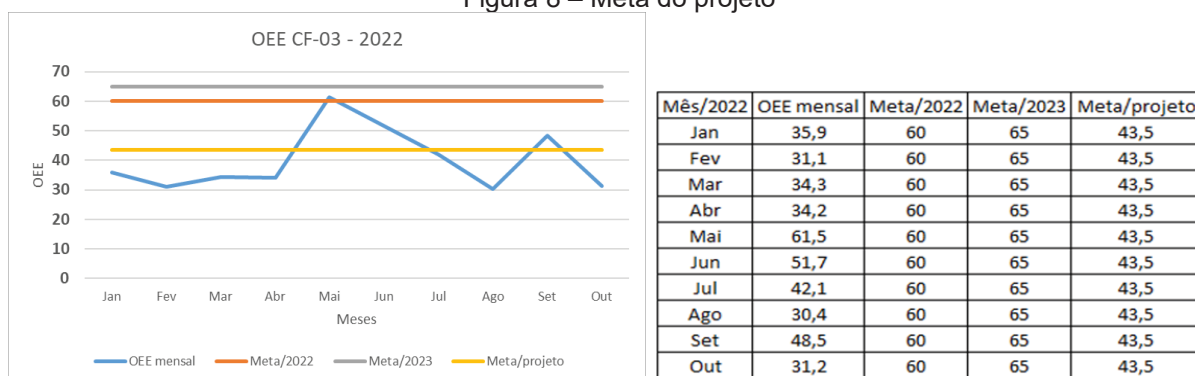
O indicador OEE no período de janeiro de 2022 a outubro de 2022 apresentou o valor máximo de 61,5% no mês de maio e o mínimo de 30,4% no mês de agosto, conforme dados coletados no software SAP e representados na Figura 7. O desvio padrão foi de 10,58 e valor médio de 39,5%.



3.1.4 Meta do projeto

A média de avaliações no período de janeiro de 2022 a outubro de 2022 é de 39,5%, conforme dados do software SAP. Essas avaliações apresentam variações entre 30,4 e 61,5, com uma amplitude de 31,1. A meta estabelecida para o OEE foi de 60% para o ano de 2022 e 65% para o ano de 2023. Com base nesses valores, a meta do projeto é um incremento de 10% no OEE, partindo do valor médio de 39,5%, totalizando 43,45%.

Figura 8 – Meta do projeto



FONTE: AUTOR (2024)

3.1.5 Ganhos alcançados com o projeto

Os ganhos previstos ao término do projeto incluem o aumento da disponibilidade do equipamento em horas e a melhoria do atendimento comercial através da entrada adicional de material no estoque, resultando em um aumento de faturamento.

Estimou-se um aumento de 230 horas/ano de produção, o que, considerando a taxa de produção do equipamento e o peso médio dos produtos, resultará em aproximadamente 80 toneladas/ano adicionais de material no estoque. Com base no preço médio de venda, esse aumento na produção resulta em um faturamento adicional de R\$ 1.424.916,00/ano.

Como consequência, houve um aumento da lucratividade para a empresa, além de uma redução de custos do setor devido à diminuição das paradas do equipamento.

3.1.6 Principais processos envolvidos no projeto

Conforme demonstrado na figura 9, o processo de atividades envolvido na máquina CF-03 se inicia pelo setor de PCP, que emite ordens de produção/carga máquina e as envia para a manufatura.

As áreas de apoio da manufatura realizam a solicitação de matéria-prima e ferramental, e em paralelo os operadores iniciam a regulagem da máquina. Por fim, inicia-se a produção dos lotes, que são enviados para a próxima etapa do processo produtivo (laminação, tratamento superficial, térmico).

Figura 9 – SIPOC

Fornecedores Suppliers	Insumos Inputs	Processo Process	Produtos Outputs	Consumidores Customers
PCP	Software SAP/ MRP	Recebimento do carga máquina	Ordens de produção	Manufatura/ operador
PCP	Ordens de produção	Seguir sequência da carga máquina	Solicitação de MP/ ferramental	Manufatura/ operador
Trefila	Matéria prima (arame)	Disponibilizar matéria prima à fábrica	Ajuste da máquina (alimentação+ regulagem)	Manufatura/ operador
Ferramentaria	Ferramenta	Disponibilizar ferramental à fábrica	Ajuste da máquina (alimentação+ regulagem)	Manufatura/ operador
Operador	Insumos	Ajuste da máquina (regulagem/ setup)	Início da produção	Operador
Operador	Matéria prima+ insumos	Início da produção do lote	Produto semi-acabado	Operador
Operador	Matéria prima+ insumos	Término da produção do lote	Produto semi-acabado	Próxima etapa (laminação/tratamento superficial/térmico)

FONTE: AUTOR (2024)

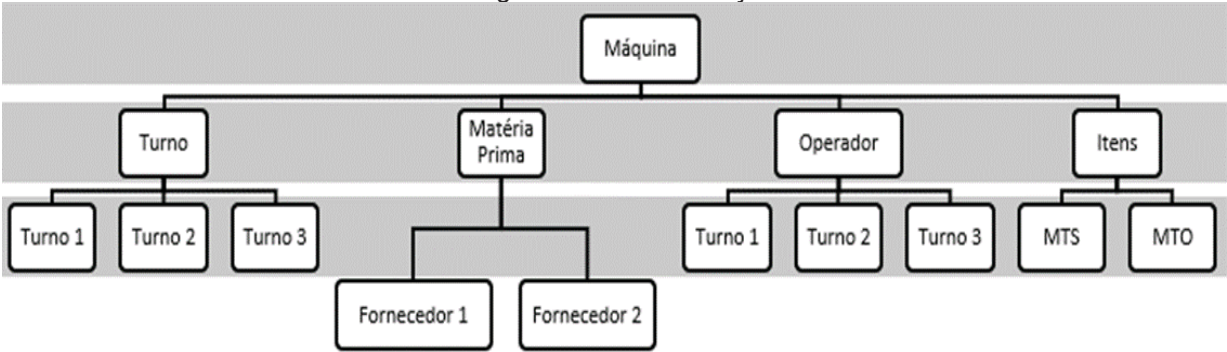
3.2 FASE MEDIR

3.2.1 Estratificação problema

O problema em estudo pode ser estratificado, conforme demonstrado na Figura 10. A máquina de conformação CF-03 opera em três turnos, com distintos operadores de produção. Os itens produzidos são classificados em:

- a) MTS - Fabricação para estoque/armazenamento.
- b) MTO - Fabricados para pedidos/sob encomenda.

Figura 10 – Estratificação

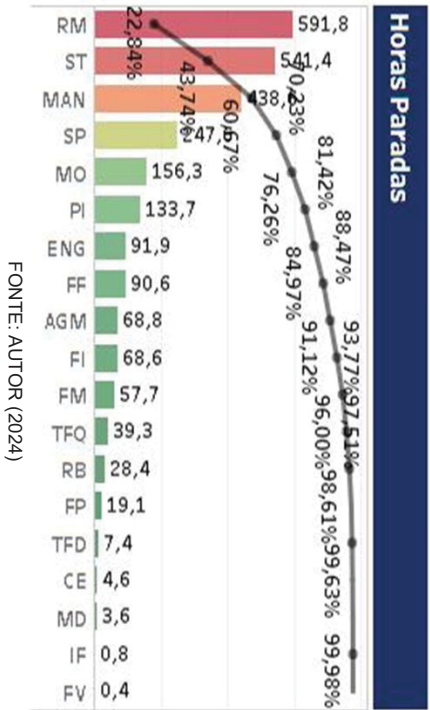


FONTE: AUTOR (2024)

3.2.2 Focos do problema - motivos

Na Figura 11, estão expressos todos os códigos de horas paradas desde janeiro de 2022. A meta de OEE definida pela direção da empresa para 2022 é 60%, porém a média no ano está em 39,5%.

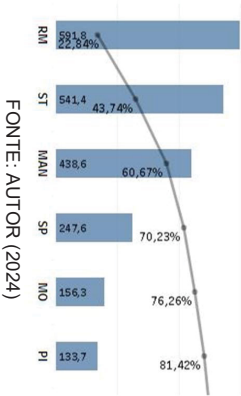
Figura 11 – Pareto Horas



FONTE: AUTOR (2024)

Nota-se que as principais paradas de produção ocorrem durante: regulagem de máquina, *setup* total e parcial, manutenção de máquina, auxílio à mão de obra e, por fim, paradas injustificadas. Esses seis motivos estão expressos na Figura 12.

Figura 12 – Paradas de máquinas por motivo



FONTE: AUTOR (2024)

3.2.4 Metas específicas para alcance da meta geral

O OEE médio é de 39,5% e a meta é aumentar esse valor em 10%, atingindo um OEE médio anual de 43,50%. Estima-se que ao reduzir em 10% cada uma das médias de horas paradas por regulagem de máquina, troca total, manutenção e troca parcial, será atingida a meta total proposta. Esses dados estão representados na Figura 13.

Figura 13 – Meta específica para alcance da meta global

Índice	Média em Out_22	Metas Específicas	Meta Geral Alvo OEE médio
Regulagem de máquina	57,00	51,00	43,50
Troca Total	51,00	46,00	
Manutenção	44,00	40,00	
Troca parcial	21,00	19,00	

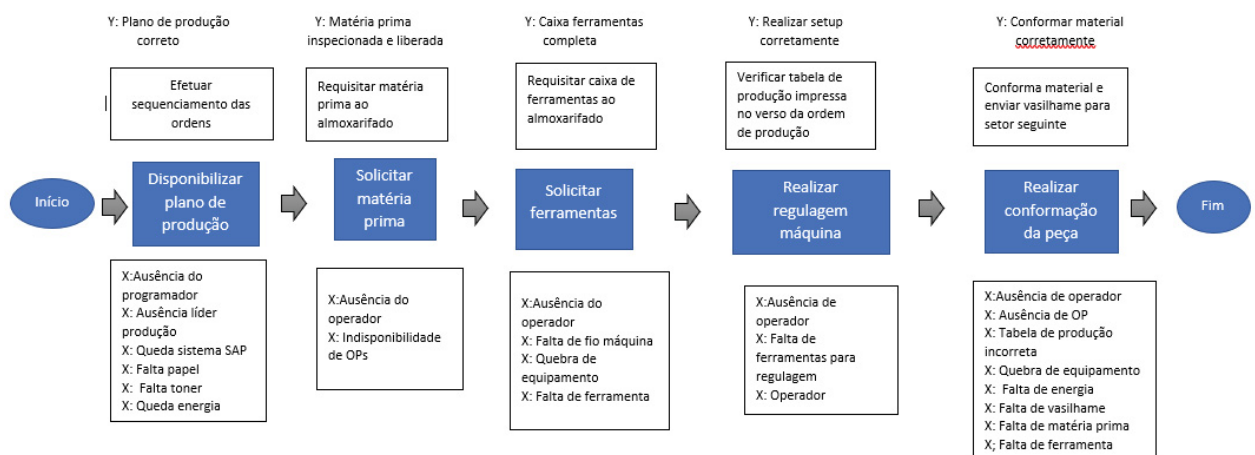
FONTE: AUTOR (2024)

3.3 FASE ANALISAR

3.3.1 Desenho e modelamento

O primeiro passo foi desenhar o mapa do processo que reflete o OEE abaixo do planejado para o equipamento CF-03. A Figura 14 exemplifica o processo atual, relacionado à atividade de conformação do material.

Figura 14 – Mapa processo atual

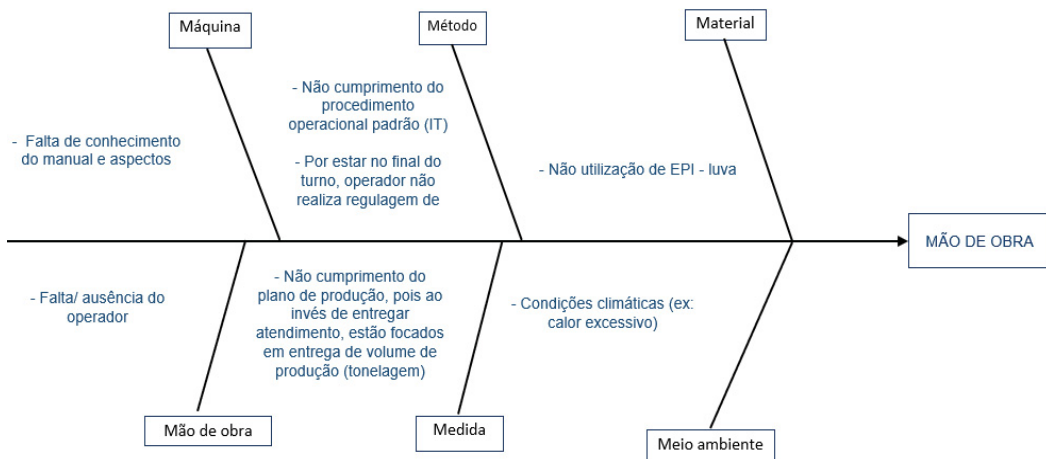


FONTE: AUTOR (2024)

3.3.2 Identificação das causas

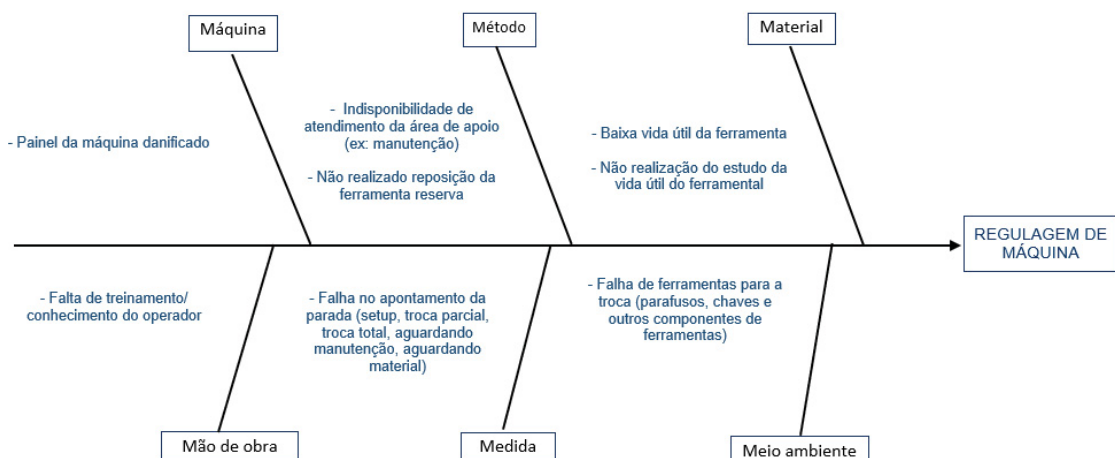
Para identificar as potenciais causas que influenciam no problema, foi realizado um *brainstorming* com as principais áreas envolvidas no processo (manutenção, líder do setor de conformação, operador de máquina, programador de produção, analista de PCP, equipe *Lean*). Após o levantamento de todas as possíveis causas, foi utilizado o Diagrama de *Ishikawa* ou Espinha de Peixe para classificar as causas em cada um dos respectivos códigos de parada que são motivo de estudo neste trabalho. A seguir, as Figuras 15, 16, 17, 18 e 19 demonstram esta classificação:

Figura 15 – Diagrama Ishikawa parada mão de obra



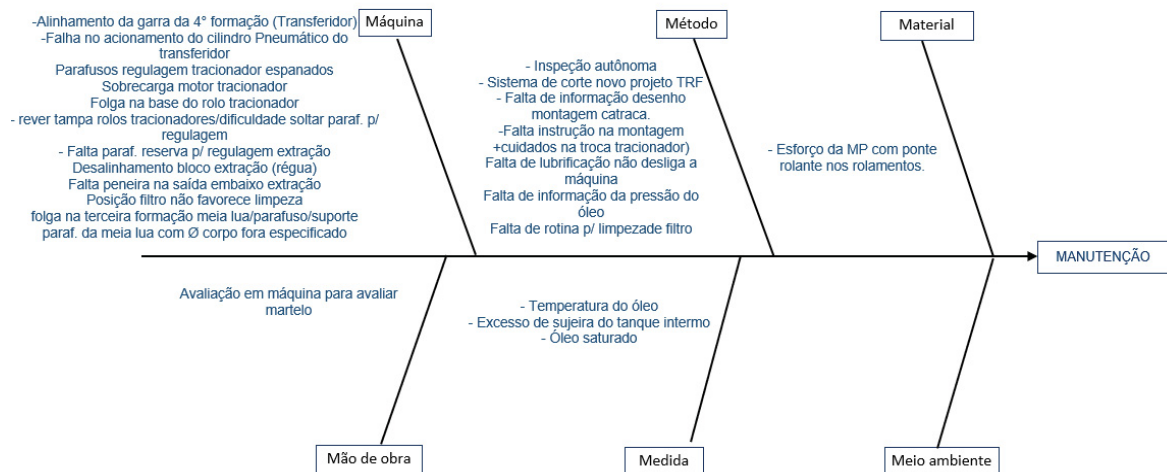
FONTE: AUTOR (2024)

Figura 16 – Diagrama Ishikawa parada regulagem de máquina



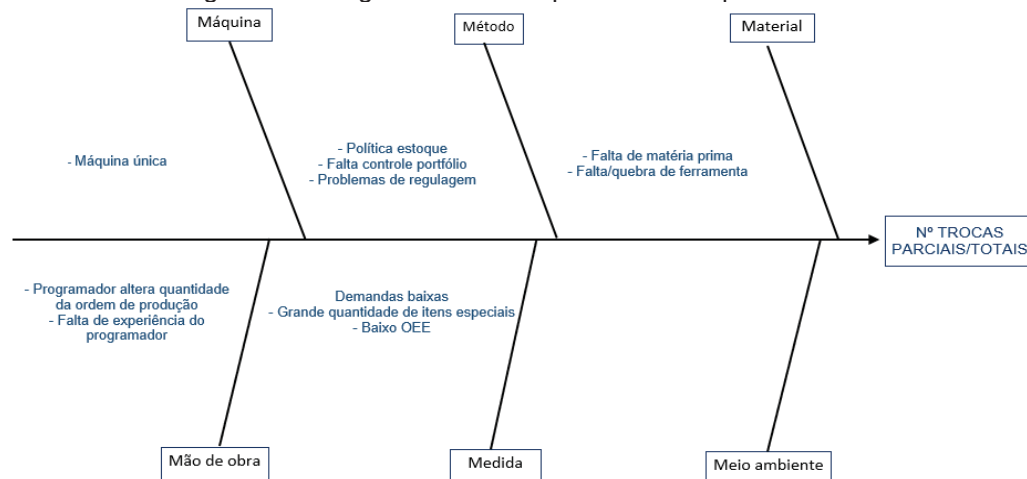
FONTE: AUTOR (2024)

Figura 17 - Diagrama Ishikawa parada manutenção



FONTE: AUTOR (2024)

Figura 18 - Diagrama Ishikawa para trocas parciais / totais



FONTE: AUTOR (2024)

Através das análises das causas mapeadas, identificou-se que não há necessidade de alterar o mapa de processo atual.

3.3.3 Priorização das causas

Após o levantamento das causas inerentes a cada um dos códigos de parada, procedeu-se à sua priorização utilizando a matriz GUT. O objetivo desta etapa foi selecionar as causas mais relevantes para intervenção, direcionando esforços para áreas onde a atuação poderia resultar em maiores benefícios na resolução do problema. Abaixo estão as Figuras 19, 20, 21 e 22 com as causas mapeadas e classificadas de acordo com os códigos de parada.

Figura 19 – Causas regulagem de máquina

Regulagem Máquina
Condições mecânicas da máquina
Indisponibilidade atendimento área de apoio
Não realização reposição ferramenta reserva
Baixa vida útil ferramenta
Não realização estudo vida útil da ferramenta
Falta treinamento/conhecimento operador
Mais de uma máquina para operador operar
Falha apontamento parada
Falha ferramentas para a troca
Condições climáticas

FONTE: AUTOR (2024)

Figura 20 – Causas troca parcial e troca total

Troca Total/Parcial
Máquina única/exclusiva
Política de estoque
Falta controle portfólio
Falta de matéria prima
Falta/quebra de ferramenta
Falta experiência operador em itens complexos
Falta conhecimento do programador no processo
Demandas baixas
Grande quantidade de itens MTO
Falha de ferramentas para a troca
Condições climáticas

FONTE: AUTOR (2024)

Figura 21 – Causas mão de obra

Mão de obra
Falta conhecimento do manual do equipamento
Não cumprimento do procedimento operacional
Por estar no final turno, operador não realiza regulagem de máquina
Falta/ausência do operador
Não cumprimento do plano de produção, priorizando volume
Condições climáticas

FONTE: AUTOR (2024)

Figura 22 – Causas manutenção

Manutenção
Excesso sujeira do tanque interno
Temperatura óleo
Óleo saturado
Esforço da MP na ponte rolante no abastecimento da máquina
Inspeção autônoma
Falta informação desenho montagem catraca
Falta informação pressão óleo
Falta rotina limpeza filtro
A falta de lubrificação não desliga a máquina
Posição filtro não favorece limpeza
Desalinhamento bloco extração
Folga base rolo tracionador
Falha acionamento cilindro pneumático transferidor

FONTE: AUTOR (2024)

Abaixo está o resultado da matriz GUT, representado na Figura 23.

Figura 23 – Matriz GUT

MATRIZ GUT (GRAVIDADE X URGÊNCIA X TENDÊNCIA)				
Critérios de análise				
Gravidade (G)	Urgência (U)	Tendência (T)	Nota	
Extremamente grave	Extremamente urgente	Piora imediato	5	
Muito grave	Muito urgente	Piora curto prazo	4	
Grave	Urgente	Piora médio prazo	3	
Pouco grave	Pouco urgente	Piora longo prazo	2	
Sem gravidade	Sem urgência	Sem tendência de piora	1	

Tópico	Gravidade (G)	Urgência (U)	Tendência (T)	Nota
Lote econômico de produção mal dimensionado	5	5	5	125
Demandas baixas	5	5	5	125
Falta/ quebra de ferramenta	5	5	5	125
Falta de matéria prima	5	5	5	125
Indisponibilidade de atendimento da área de apoio. Ex manutenção	5	5	5	125
Falha no apontamento da parada (setup, troca parcial, troca total, aguardando manutenção, aguardando material)	5	5	5	125
Não realizado reposição da ferramenta reserva	5	4	5	100
Falta de conhecimento do manual e aspectos técnicos do equipamento	5	4	4	80
Não cumprimento do procedimento operacional padrão (IT)	5	4	4	80
Não cumprimento do plano de produção, priorizando volume (tonelagem) ao invés de entregar atendimento	5	4	4	80
Condições mecânicas da máquina	5	3	5	75
Programador altera a quantidade da ordem de produção	5	5	2	50
Política estoque	4	3	4	48
Baixa vida útil da ferramenta	3	3	5	45
Grande quantidade de itens especiais	3	2	5	30
Máquina exclusiva	5	3	2	30
Falta de treinamento/ conhecimento do operador	5	3	2	30
Falta controle portifolio	4	3	2	24
Falta de experiencia do programador	3	3	2	18
Falha de ferramentas para a troca	3	2	2	12
Falta/ ausência do operador	4	3	1	12
Por estar no final do turno, operador não realiza regulagem de máquina	3	2	2	12
Condições climáticas (ex: calor excessivo)	3	2	1	6

FONTE: AUTOR (2024)

As causas com maior pontuação na matriz GUT foram definidas como as priorizadas, conforme demonstrado na Figura 24.

Figura 24 – Prioridade das possíveis causas

Códigos parada				
Regulagem máquina	Troca total/ parcial	Manutenção	Mão de obra	Prioridade das possíveis causas
X	X			Falta de matéria prima
	X			Lote econômico de produção mal dimensionado
X	X	X		Condições mecânicas da máquina
	X		X	Programador altera a quantidade da ordem de produção/falta experiência do programador
			X	Falha no apontamento do código de parada
	X		X	Não cumprimento do plano de produção, priorizando volume (tonelagem) ao invés de atendimento

FONTE: AUTOR (2024)

3.3.4 Comprovação das causas

A validação das causas foi realizada por meio de fotos, e-mails, capturas de tela e arquivos, os quais estão disponíveis nos anexos I, II, III, IV e V. Em seguida, foram tabulados, conforme mostrado na Figura 25.

Figura 25 – Tabela de validação de causas

Regulagem de máquina	Troca total/partial	Manutenção	Mão de Obra	CAUSA PRIORIZADA	EVIDÊNCIA DA CAUSA (Mostrar que a causa acontece de Fato - Coloca Anexo se Necessário)	CAUSA COMPROVADA?
X				Lote econômico de produção mal dimensionado	Arquivo com cálculos	Sim
X				Demandas baixas	Foto Ordem Produção	Sim
X				Falta/ quebra de ferramenta	Imagem Email Diário Produção	Sim
X				Falta de matéria prima	Imagem Email Diário Produção	Sim
X				Indisponibilidade de atendimento da área de apoio. Ex manutenção	Dados Tableau	Sim
X	X	X	X	Falha no apontamento da parada (setup, troca parcial, troca total, aguardando manutenção, aguardando material)	N/A	Não
X				Não realizado reposição da ferramenta reserva	Foto brainstorming	Não
	X			Falta de conhecimento do manual e aspectos técnicos do equipamento	N/A	Não
	X			Não cumprimento do procedimento operacional padrão (IT)	N/A	Não
	X			Não cumprimento do plano de produção, priorizando volume (tonelagem) ao invés de entregar atendimento	Imagem email programador	Não
X	X	X		Condições mecânicas da máquina	Foto brainstorming	Sim
X				Programador altera a quantidade da ordem de produção	Imagem Email	Sim
X	X			Política estoque	N/A	Não
X				Baixa vida útil da ferramenta	Foto brainstorming	Não
X				Grande quantidade de itens especiais	Arquivo com % de itens máquina (Fabiana fazer)	Sim
X				Máquina exclusiva	Email	Sim
X				Falta de treinamento/ conhecimento do operador	N/A	Não
X				Falta controle portfolio	N/A	Sim
X				Falta de experiência do programador	Sequenciamento/ carga máquina	Sim
X				Falha de ferramentas para a troca	N/A	Não
		X		Falta/ ausência do operador	Dados Tableau	Sim
		X		Por estar no final do turno, operador não realiza regulagem de máquina	ZGDE54 produção turno 3/ comparação produção 1t e 2t	Sim
X		X		Condições climáticas (ex: calor excessivo)	N/A	Sim

FONTE: AUTOR (2024)

3.4 FASE MELHORAR

3.4.1 Identificação das possíveis soluções

Para as causas fundamentais priorizadas, foram identificadas possíveis soluções a serem implementadas. Portanto, dos quatros focos de trabalho (códigos de parada), surgiram seis causas fundamentais e sete soluções propostas, as quais estão representadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Causas e possíveis soluções

Causas Fundamentais	Possíveis soluções
Lote econômico de produção	Revisão dos lotes de produção
Falta de matéria prima	Acompanhamento dos estoques de matéria prima e revisão do método atual de compra
Falta de apontamento das paradas	Treinamento das áreas envolvidas, principalmente operação e apontadores
	Revisão da política de apontamento, a fim de verificar se os códigos de parada condizem com a realidade
Condições mecânicas da máquina	Além de corrigir os componentes falhos atualmente, atuar em manutenção preventiva e não corretiva, realizando acompanhamento contínuo do estado do equipamento
Programador altera a quantidade da ordem de produção/falta experiência programador	Treinamento do programador
Não cumprimento do plano de produção pela fábrica, priorizando volume ao invés de atendimento	Acompanhamento da execução do plano de produção, com o objetivo de checar a acurácia do planejado x realizado

FONTE: AUTOR (2024)

3.4.2 Priorização das possíveis soluções

O objetivo desta etapa foi identificar quais ações devem ser priorizadas para garantir que os recursos sejam alocados de forma eficiente e que as melhorias mais significativas sejam alcançadas dentro do prazo estabelecido. Utilizou-se, portanto, a matriz BÁSICO, a fim de identificar a ordem da implantação, conforme as Figuras 26, 27, 28 e 29.

Figura 26 – Matriz básico: Foco regulagem máquina

Matriz BÁSICO - Foco regulagem de máquina								
Solução	Pontuação						Total	Ranking
	Benefícios	Abrangência	Satisfação	Investimento	Cliente	Operacionalidade		
Revisão das políticas de apontamento, para verificar se os códigos de parada condizem com a realidade/necessidade	4	1	3	5	1	5	19	1º
Treinamento das áreas envolvidas, principalmente operação/ apontadores	4	1	3	5	1	5	19	2º

FONTE: AUTOR (2024)

Figura 27 – Matriz básico: Foco mão de obra

Matriz BÁSICO - Foco mão de obra								
Solução	Pontuação						Total	Ranking
	Benefícios	Abrangência	Satisfação	Investimento	Cliente	Operacionalidade		
Treinamento do programador	2	1	3	5	3	5	19	1º
Treinamento das áreas envolvidas, principalmente operação/ apontadores	2	1	3	5	1	5	17	2º
Revisão das políticas de apontamento, para verificar se os códigos de parada condizem com a realidade/necessidade	3	1	2	5	1	5	17	3º

FONTE: AUTOR (2024)

Figura 28 – Matriz básico: foco manutenção

Matriz BASICO - Foco manutenção								
Solução	Pontuação						Total	Ranking
	Benefícios	Abrangência	Satisfação	Investimento	Cliente	Operacionalidade		
Atuar em manutenção preventiva e não corretiva, realizando acompanhamentos contínuos do estado do equipamento	5	1	5	2	3	3	19	1º

FONTE: AUTOR (2024)

Figura 29 – Matriz básico: troca total e troca parcial

Matriz BASICO - Foco troca parcial/ total								
Solução	Pontuação						Total	Ranking
	Benefícios	Abrangência	Satisfação	Investimento	Cliente	Operacionalidade		
Revisão dos lotes de produção adotados.	5	1	5	5	3	5	24	1º
Atuar em manutenção preventiva e não corretiva, realizando acompanhamentos contínuos do estado do equipamento	5	1	5	2	3	5	21	2º
Revisão das políticas de apontamento, para verificar se os códigos de parada condizem com a realidade/necessidade	4	1	3	5	1	5	19	3º
Treinamento do programador	2	1	3	5	3	5	19	5º
Treinamento das áreas envolvidas, principalmente operação/apontadores	3	1	3	5	1	5	18	5º
Acompanhamento periódico dos estoques de matéria prima, e revisão do método atual de compra de MP, revisando se necessário as quantidades das requisições.	4	1	1	5	1	5	17	6º
Acompanhamento do plano de produção, com o objetivo de checar a acurácia de produzido x realizado	2	1	3	5	1	5	17	7º

FONTE: AUTOR (2024)

3.4.3 Identificação dos riscos

A avaliação de riscos permite uma gestão mais eficaz das expectativas das partes interessadas, para que tenham uma compreensão mais realista dos desafios envolvidos e das possíveis consequências. Os potenciais riscos foram identificados conforme a Figura 30.

Figura 30 – Riscos identificados

SOLUÇÃO SELECIONADA	RISCO DA IMPLEMENTAÇÃO (Imaginar que a solução foi implantada - Quais efeitos colaterais podem ser gerados ?)	ANÁLISE DE RISCO			PLANO DE CONTINGÊNCIA (Que fazer para minimizar o Risco)
		PROBABILIDADE	IMPACTO	RISCO	
Revisão dos lotes econômicos	O custo da redução do setup seja inferior ao incremento resultante do aumento do estoque	40%	5	Médio	Reavaliar lotes de produção
Reforço na compra de MP e acompanhamento do cumprimento de entregas por parte das Usinas	Atraso do fornecedor ou consumo fora de curva	60%	8	Médio	Fazer reuniões periódicas com fornecedor
Treinamento dos operadores	A rotatividade dos operadores, com a falta de treinamento	30%	7	Médio	Acompanhamento e treinamentos periódicos
Treinamento programador	Não seguir as instruções sobre programação e prejudicar setups	30%	7	Médio	Acompanhamento da carga e treinamento programador

FONTE: AUTOR (2024)

Não houve necessidade de testar as soluções, pois foram implementadas diretamente.

3.4.4 Plano de ação para implementação das ações

O plano de ação, demonstrado na Figura 31, foi elaborado e implementado para as seis causas fundamentais.

Figura 31 – Plano de ação

Causa	Atividade	Why	Who	When	Where	How
Lote econômico de produção	Revisão lotes econômicos	Reduzir setups equipamento	Fabiana/ Luiza	Maio_23	Na empresa	Excel
Falta matéria prima	Acompanhamento periódico dos estoques de matéria prima, e revisão do método atual de compra, revisando se necessário as quantidades das requisições de compra	Garantir atendimento MP	Analista PCP MP	Mensalmente	Na empresa	SAP
Falha no apontamento das paradas	Treinamento áreas/revisão da instrução de apontamento, para verificar se os códigos condizem com a realidade	Efetuar apontamento código correto/ manter somente códigos corretos	Líder da área/ Analista Lean	Jun_23	Na empresa	Sala reuniões
Condições mecânicas da máquina	Fazer os ajustes necessários para que o equipamento possa operar normalmente/ atuar em manutenção preventiva e não corretiva	Evitar quebras visando melhora atendimento	Manutenção	De acordo c/ calendário	Na empresa	Equipamento/SAP
Programador altera quantidade OP/ falta experiência programador	Treinamento do programador	Gerar melhor sequenciamento de produção	Luiza	Jun_23	Na empresa	Email
Não cumprimento plano produção, priorizando volume ao invés de atendimento	Acompanhamento plano produção, com o objetivo de checar acurácia do produzido x realizado	Verificar se a sequência do PCP está sendo respeitada pelos operadores	Fabiana/ Luiza/ Letícia	Semanalmente	Na empresa	Excel/carga máquina digitalizada

FONTE: AUTOR (2024)

O plano de ação da manutenção, por ser muito extenso, consta na lista de anexos VIII e IX. Abaixo, segue uma imagem ilustrativa na Figura 32.

Figura 32 – Plano de ação manutenção

Plano de Ação - 5W2H										
Área: CF03										
Data de atualização: 12/03/23										
	Ações	O que?	Quem?	Quando?	Onde?	Por que?	Como?	Quando?	Status (data)	Comentários
Dificuldade de regulagem dos rolletes endredadores, Material com a porta torta dificultando o abastecimento no endredador. Sobre carga do motor do tracionador.	1	Trocar os parafusos de regulagem dos rolletes endredadores tracionador.	Valentim	30/11/2022	CF03	Garantir que o arame saia reto e alinhado com o rolo alimentador	fabricando os parafusos novos e substituindo os que estão na máquina e criar reposição. (tracionador)		Concluída	Parafusos já trocados e repostos
	2	Fazer análise para alteração da proteção do tracionador e rolos endredadores	Glaucio	02/12/2022	CF03	Adequar a condição contra de operação e a NR12	Verificando numeração de vezes que a proteção é aberta,		Concluída	Constatado que não é necessário implementar chave de segurança, somente parafusos fixos conforme projeto inicial
	3	Analisar com almoxarifado e segurança a possibilidade de materiais com a porta mais reta	Glaucio	29/11/2022	Almoxarifado	Facilitar o abastecimento com a porta e reduzir o esforço operacional.	Avaliando com o almoxarifado e a segurança do trabalho se há condições de espaço físico e transporte para esse material.		Concluída	Conforme avaliação em máquina, as condições de transporte e segurança, não conseguimos dar andamento no projeto. A porta da NF acaba sendo um fator crítico no transporte devido a acidentes e "desmontamento" do material. Reunido sobre a segurança do abastecimento agendada para 02/12/22
	3.1	Avaliar alternativa para facilitar o abastecimento de MP	Glaucio / Preparadores	09/12/2022 13/01/2023	CF03	Facilitar o abastecimento com a porta e reduzir o esforço operacional.	Verificando outra alternativa para facilitar o abastecimento de MP sem que haja riscos para o operador e sem que afete o funcionamento da porta móvel		Concluída	Viagem feita na FAB 1 com Ivanildo, desdobrador que está lá não há possibilidade de instalar devido ao tamanho e por ser manual também. A máquina que faz o trabalho de "jogar" a MP é na verdade a própria Trefila
	3.2	Avaliar alternativa para facilitar o abastecimento de MP	Glaucio / Preparadores	24/04/2023 28/02/2023	CF03	Facilitar o abastecimento com a porta e reduzir o esforço operacional.	Verificando junto ao pessoal da SystemPack a possibilidade de desenvolvimento de um novo projeto		Concluída	Aguardando retorno do Marco para agendar reunião junta a manutenção e segurança - Retorno 09/02
	3.3	Realizar teste com dispositivo de endredamento de matéria prima	Glaucio	10/03/2023	CF03	Facilitar o abastecimento com a porta e reduzir o esforço operacional.	Realizando o teste com o dispositivo de endredamento de matéria prima e se negativo, realizar o teste em conjunto do novo modelo proposto		Concluída	Realizado teste dia 08/03/23, envolvidos Marco, Marcelo, Ozal, Glaucio - Dispositivo da trefila auxilia no processo para testes melhores, testes melhores e tendo um esforço maior. Não elimina a questão ergonômica e a segurança também
	3.4	Realizar teste de abastecimento e traslado de MP da TB 08 até a CF-03	Glaucio / Trefila Segurança	31/03/2023	CF03	Facilitar o abastecimento com a porta e reduzir o esforço operacional.	Realizando o teste de envio do material da TB até a máquina e avaliar as condições do processo junta a segurança e a operação		Cancelado	Aguardando agendamento da data de execução
	4	Accionar elétrica para avaliar sobre carga motor	Dario	17/12/2022	Tracionador CF03	Evitar máquina parada por desarme do starter por sobre carga.	Abriro uma nota de manutenção para que o eletricitista avalie as condições do motor.		Concluída	Elétrica fez a avaliação, constatado problemas nos rolos alimentadores e a MP, forçando o motor.
	5	Criar uma LPP para montagem e regulagem do rolo tracionador	Glaucio	28/02/2023 28/02/2023 28/02/2023	Tracionador CF03	Garantir que o ajuste cometo do tracionador seja feito pelo preparador.	Elaborando uma lição ponto o ponto (LPP) de como ajustar o tracionador		Concluída	Encontramos alguns problemas na execução de testes de MP somente descapado, esforçando demais o tracionador. Será incluído na LPP, além do alerta de torque excessivo constatado na execução. Está sendo montado - monitor na apresentação. Faltar adicionar os modelos de rolos alimentadores existentes e as NPS correspondentes, além da padronização de aperto dos parafusos
	6	Fazer o alinhamento do suporte de garra da 4ª formação	Valentim	17/12/2022	CF03	Garantir que a para da 4ª formação esteja sempre alinhada eliminando a necessidade de ajuste.	Retirando o eixo do suporte e avaliando a necessidade de ajustar os espaçadores.		Concluída	PT enviada para publicação 08/03/23 - Aguardando publicação - IT - CHN-258
Necessidade de retrabalhar as garras da 4ª formação, Vazamento de ar e Cálculo de abertura e fechamento do transfer não está funcionando de forma correta	7	Fazer a regulagem da válvula de comando de acionamento	Valentim	31/01/2023	CF03	Para abrir e fechar o transfer de forma correta eliminando a necessidade do preparador usar os rolos	Regulando a vazão de ar da válvula e travar para que não haja alterações no ajuste.		Concluída	Passado parada do dia 11 ao dia 17/12
	8	Instalar pressostato para desligar a máquina por falta de pressão de lubrificação	Manutenção	17/12/2022	CF03	Garantir que máquina não sofra desgaste por falta de lubrificação	Instalando o circuito elétrico para monitorar a pressão do sistema de lubrificação.		Concluída	Descoberto e instalado pressostato original da máquina, requisitado a compra de um digital
	8.1	Realizar circuito elétrico da máquina sobre não desmarcar quando está sem óleo e esteja abaixo de 300,12	Dario	31/01/2023	CF03	Garantir que a máquina desligue na falta de lubrificação	Verificando o circuito elétrico existente e as condições de NR-12 se estão adequadas para que a máquina desligue quando o fluxo de óleo é interrompido.		Concluída	Efetuada o reparo 10/01/23 - Testado junta aos preparadores e eletricitista em conjunto
	8.2	Instalação de pressostato digital	Dario	28/02/2023	CF03	Garantir que máquina não sofra desgaste por falta de lubrificação e a informação esteja visível	Realizando a troca do pressostato analógico pelo digital		Concluída	Sendo instalado hoje 07/02/23
	9	Fabricar um reservatório externo para o filtro de lubrificação	Manutenção	30/11/2022	CF03	Facilitar a troca do filtro e limpeza do filtro	Fazendo o projeto e construindo um tanque externo e mudando o filtro para esse tanque.		Concluída	Retorno da manutenção que será instalado sistema de troca rápida dos filtros
	10	Criar rotina de troca de filtros lubrificação	Glaucio	31/01/2023	CF03	Evitar que a máquina pare por sujeira no filtro	Estabelecendo um periodicidade de troca dos filtros		Concluída	Sistema de filtros com engate rápido ainda não foi instalado. Aguardando prazo da manutenção - somente 1 mecânico trabalhando
	10.1	Avaliar sistema de troca de filtros com engate rápido	Glaucio	31/01/2023	CF03	Evitar que a máquina pare por sujeira no filtro	Verificando possível sistema de troca de filtros com sistema de troca rápida com engate rápido		Concluída	Sistema de filtros com engate rápido ainda não foi instalado. Aguardando prazo da manutenção - somente 1 mecânico trabalhando
	10.2	Acompanhar filtro da máquina - vida útil para troca	Glaucio	28/02/2023	CF03	Evitar que a máquina pare por sujeira no filtro	Acompanhando semanalmente o filtro instalado para verificação das condições de uso dele e a necessidade de troca		Concluída	Sistema de filtros com engate rápido ainda não foi instalado. Aguardando prazo da manutenção - somente 1 mecânico trabalhando
	11	Medir saturação do óleo	Glaucio	20/12/2022	CF03	Estabelecer vida útil do óleo e rotina de limpeza dos filtros	Coletando amostras e analisando a saturação do óleo semanalmente		Concluída	Viagem técnica ocorreu no dia 14/12/22, fornecedor trouxe amostra do óleo do sistema
	11.1	Validar resultado da análise do óleo	Glaucio	20/01/2023	CF03	Estabelecer vida útil do óleo e rotina de limpeza dos filtros	Coletando amostras e analisando a saturação do óleo semanalmente		Concluída	1ª amostra enviada dia 14/12, resultado enviado início de janeiro (abaixo da pasta)
(Lubrificação) Máquina trabalha sem lubrificação, Dificuldade de limpeza dos filtros, Excesso de sujeira no tanque interno, óleo saturado, Temperatura do óleo, nível do óleo.	11.2	Validar resultado da análise do óleo	Glaucio	10/02/2023	CF03	Estabelecer vida útil do óleo e rotina de limpeza dos filtros	Coletando amostras e analisando a saturação do óleo semanalmente		Concluída	Segunda amostra enviada dia 31/01/23 para análise. Sem resultado ainda, será enviado mais 1 amostra do óleo essa semana (13/02/23)
	11.3	Realizar reunião com fornecedor de óleo para elaborar plano de recolhimento e prazos de entrega das amostras de óleo	Glaucio	14/03/2023	CF03	Estabelecer padão e metodologia para coleta e prazos de envio e retorno do resultado as amostras	Realizando reunião para alinhamento de como será feito o procedimento de coleta e retorno dos resultados		Concluída	Resultado recebido dia 24/02/23 - Em boas condições de uso
	11.4	Envie Amostras óleo	Glaucio	22/03/2023	CF03	Coleta e envio do óleo para fornecedor para avaliação do estado atual do óleo	Coletando amostra de óleo e enviando para fornecedor		Concluída	Agendamento reunião com pessoal de Queiler dia 14/03/23
	12	Criar um acesso para limpar a grade abaixo da extração	Manutenção	28/02/2023	CF03	Reduzir o contaminação do óleo	Fabricando uma grade de contenção de resíduos com fácil acesso para retensão e limpeza.		Concluída	Reunido falta no dia 14/03/23 - ata está na pasta
	13	Criar uma rotina de limpeza da grade de extração.	Glaucio	28/02/2023	CF03	Reduzir o contaminação do óleo	Estabelecendo uma periodicidade semanal de limpeza		Concluída	FEZ a REGISTRAÇÃO DE NOVA CADA de TÁXIS de peças/melro, pois a antiga não tinha saída de óleo, fazendo com que o óleo do processo fosse despejado no sistema. Acesso ainda não foi criado
	14	Avaliar aquisição de uma centrífuga	Alexandre	20/12/2022	CF03	Realizar a centrifugação do óleo, reduzindo o consumo e a poluição do sistema de lubrificação	Verificando os valores de aquisição para uma centrífuga nova, além da abertura de uma PI		Concluída	Desenho do sistema - Acesso ainda não foi criado
	14.1	Avaliar empréstimo de uma centrífuga	Glaucio/Gilmar	31/01/2023	CF03	Realizar a centrifugação do óleo, reduzindo o consumo e a poluição do sistema de lubrificação	Verificando a possibilidade de instalação de uma das centrífugas da central de óleo da FPO na CF-03		Concluída	17/02/23 - Realizar a limpeza semanalmente junta a troca do filtro de óleo.
	14.2	Verificar possibilidade de aquisição da centrífuga após orçamento	Glaucio	31/01/2023	CF03	Realizar a aquisição de adquirir uma centrífuga nova mediante o orçamento realizado	Verificando junto a coordenação e a possibilidade de orçamento, a aquisição/importação da centrífuga		Concluída	Passado orçamento via e-mail, valor de \$2200. Aproximadamente R\$16.500 com taxa de importação e impostos
	14.3	Instalação Centrífuga	Alexandre	28/02/2023 14/03/2023	CF03	Realizar a instalação da centrífuga na estrutura da CF-03 com a necessidade de fabricar um acesso para instalação	Realizando a fabricação e a instalação de um acesso para a centrífuga que será retirada da central de óleo da FPO		Concluída	Conversado com técnico 27/01/23, será usado uma das centrífugas da central da FPO e instalado na máquina. Aguardando apenas projeto de cabotagem para instalação
	14.4	Verificar programação de limpeza da centrífuga	Gilmar	26/04/2023	CF03	Realizar a verificação da rotina de limpeza e retirada de sujeira da centrífuga	Verificando junto ao time da manutenção a periodicidade da limpeza da centrífuga		Concluída	Viagem feita e teste da centrífuga da central durante um prazo maior (1 ano), caso concretize, entrará no orçamento de manutenção
(Programação) Lotes mínimos de produção,Programação MP	14.5	Realizar a instalação de um botão luminoso para visualização de acionamento da centrífuga	Dario	28/02/2023 30/06/2023	CF03	Constar se a centrífuga está em operação ou não devido a máquina está em circuito elétrico separado da centrífuga	Realizando a instalação de uma botoneira ao lado do painel de operação (modelo luminoso) para verificar o status da centrífuga		Concluída	Amostras enviadas 21/03/23
	15	Reavaliar o cálculo da troca de óleo, baseado-se em horas programadas	Gilmar	20/12/2022	CF03	Realizar a verificação e validação da programação de troca de óleo de máquina para evitar de estar utilizando óleo saturado/contaminado	Verificando a programação e alterando para considerar a troca de troca baseada em horas programadas e não mais em horas efetivas		Concluída	FEZ a REGISTRAÇÃO DE NOVA CADA de peças/melro, pois a antiga não tinha saída de óleo, fazendo com que o óleo do processo fosse despejado no sistema. Acesso ainda não foi criado
	16	Validar nova fórmula de cálculo lote mínimo	Fabiana	28/02/2023 02/12/2022	PCP	Melhorar produtividade equipamento, evitando setups excessivos. Melhorar programação do PCP	Verificar bibliografia/estudos de caso/material consultado		Concluída	Desenho do sistema - Acesso ainda não foi criado
	17	Verificar com programador horizonte programação e motivos de falta arame	Luiza	28/11/2022 16/12/2022	PCP	Evitar falta de arame	Visualizar com antecedência a carga de máquina já antever problemas		Concluída	Passado orçamento via e-mail, valor de \$2200. Aproximadamente R\$16.500 com taxa de importação e impostos
	18	Disponibilizar para líderes e gestão lotes mínimos	Fabiana	09/03/2023 09/03/2023	PCP	Melhorar produtividade equipamento, evitando setups excessivos. Melhorar programação do PCP	Disponibilizando para a liderança a regra e as quantidades de lotes mínimos		Concluída	Conversado com técnico 27/01/23, será usado uma das centrífugas da central da FPO e instalado na máquina. Aguardando apenas projeto de cabotagem para instalação
	19	Implantar a inspeção autônoma	Dar	28/02/2023 03/03/2023	CF03	Reduzir paradas de máquinas por manutenção	Identificando pontos críticos do equipamento e criando uma instrução com rotinas de inspeção para o preparador.		Concluída	Viagem feita e teste da centrífuga da central durante um prazo maior (1 ano), caso concretize, entrará no orçamento de manutenção
	20	Padronizar os parafusos de regulagem da mesa lua	Valentim	31/01/2023	CF03	Poder padronizar o parafuso de reposição evitando máquina parada por falta de peça	Revisando um padrão de parafusos e colocando em aplicação.		Concluída	Conversado com técnico 27/01/23, será usado uma das centrífugas da central da FPO e instalado na máquina. Aguardando apenas projeto de cabotagem para instalação
	21	Máquina apresenta desarme no painel geral do setor devido a excesso de demanda	Dario	20/12/2022	CF03	Evitar de a máquina ficar parada devido a necessidade de abertura de ordem de manutenção para rearme do painel	Verificando o porque do disjuntor principal estar acionando quando há excesso de demanda - demanda excedida.		Concluída	Passado orçamento via e-mail, valor de \$2200. Aproximadamente R\$16.500 com taxa de importação e impostos
	21.1	Máquina apresenta desarme no painel geral do setor devido a excesso de demanda	Dolma	31/01/2023	CF03	Evitar de a máquina ficar parada devido a necessidade de abertura de ordem de manutenção para rearme do painel	Verificando o problema da CLP encontrado pelos eletricitistas e realizando o reparo do mesmo		Concluída	Realizado teste dia 08/03/23, envolvidos Marco, Marcelo, Ozal, Glaucio - Dispositivo da trefila auxilia no processo para testes melhores, testes melhores e tendo um esforço maior. Não elimina a questão ergonômica e a segurança também
	22	Tampa de proteção da máquina está sem peso para puxar/descer, além de apresentar "tranco" para fechar a chave de segurança	Manutenção	20/12/2022	CF03	Evitar que a chave de segurança seja danificada e avaliar a carga para puxar/descer a tampa de proteção	Verificando o amortecedor da máquina e regulando a tampa para ficar mais leve e facilitar na chave de segurança comumente		Concluída	Passado orçamento via e-mail, valor de \$2200. Aproximadamente R\$16.500 com taxa de importação e impostos

FONTE: AUTOR (2024)

3.4.5 Implementação das soluções

As soluções das causas fundamentais foram implementadas quase em sua totalidade, demonstrada na Figura 33. A única ação proposta que não foi implementada foi a da revisão dos lotes econômicos de fabricação por decisão da coordenação da área de PCP, visto que impactaria diretamente no nível de estoque dos materiais. Esta situação já estava mapeada nos riscos.

Figura 33 – Implementação das soluções

Causa Fundamental	Solução Implantada	Resultado Da Implementação (Mostrar evidências de que as ações foram implantadas - Incluir Gráficos, links, fotos de como foi feito)	Status final (a) Implantado (b) Andamento (c) Não Iniciado
Lotes econômicos de produção	Revisar lotes econômicos de produção	Email/arquivo excel lotes	B
Falta de matéria prima	Acompanhamento periódico dos estoques de matéria prima, e revisão do método atual de compra de MP, revisando se necessário as quantidades das requisições.	Email	A
Falha no apontamento das paradas	Treinamento das área envolvidas	Ficha de treinamento	A
	Revisão das políticas de apontamento, para verificar se os códigos de parada condizem com a realidade/necessidade	Email	A
Condições mecânicas da máquina	Atuar em manutenção preventiva e não corretiva, realizando acompanhamentos contínuos do estado do equipamento	Email/imagens	A
Programador altera a quantidade da ordem de produção/ falta de experiência programador	Treinamento do programador	Email	A
Não cumprimento do plano de produção, priorizando volume (tonelagem) ao invés de entregar atendimento	Acompanhamento do plano de produção, com o objetivo de checar a acurácia de produzido x realizado	Email	A

FONTE: AUTOR (2024)

3.4.6 Metas específicas

As metas específicas foram alcançadas em sua totalidade. A Figura 34 demonstra os dados mês a mês até setembro de 2023 das horas apontadas pela produção para os motivos de parada foco do trabalho, a saber: Regulagem de Máquina (RM), Manutenção (MAN), Troca Total (ST) e Troca Parcial (SP). Observa-se que os valores alcançados foram muito expressivos, estando consideravelmente abaixo em relação à meta estabelecida.

Figura 34 – Metas específicas

APONTAMENTO EM HORAS DOS MOTIVOS DE PARADA					
Indicadores/meses	RM	MAN	ST	SP	OEE
MÉDIA JAN_OUT/22	57,00	44,00	51,00	21,00	39,50
META	51,00	40,00	46,00	19,00	43,50
JAN_23	25,68	2,63	20,11	5,58	53,54
FEV_23	0,18	2,23	11,78	10,47	67,98
MAR_23	12,73	2,98	23,75	9,47	65,05
ABR_23	3,61	0,08	-	5,72	71,39
MAIO_23	23,02	8,37	46,91	14,7	56,19
JUNHO_23	4,56	7,25	21,09	15,34	70,30
JULHO_23	11,22	24,15	11,95	4,91	58,04
AGOSTO_23	12,32	24,46	44,06	2,66	39,76
SETEMBRO_23	8,42	0,85	15,13	18,02	66,39
MÉDIA 2023 HORAS	11,30	8,11	21,64	9,65	60,96

FONTE: AUTOR (2024)

3.5 FASE CONTROLAR

3.5.1 Meta global

Conforme indicado na Figura 35, a meta geral do projeto foi alcançada. As metas individuais de horas paradas foram atingidas em sua média, assim como o OEE médio.

Figura 35 – Meta global

Índice	Média em Out_22	Metas Específicas	Meta Geral Alvo OEE médio
Regulagem de máquina	57,00	51,00	43,50
Troca Total	51,00	46,00	
Manutenção	44,00	40,00	
Troca parcial	21,00	19,00	

Índice	Média em Set_23	Metas Específicas	Meta Geral Realizada OEE médio
Regulagem de máquina	11,30	51,00	60,90
Troca Total	21,64	46,00	
Manutenção	8,11	40,00	
Troca parcial	9,65	19,00	

FONTE: AUTOR (2024)

3.5.2 Retorno financeiro

Os ganhos do projeto foram calculados com base nos últimos 10 meses, período em que as ações começaram a ser implementadas. Apesar de uma redução de 23%

nas horas programadas em 2023 em relação a 2022, houve uma redução de 54% nas horas paradas no mesmo período, resultando em um aumento nas horas trabalhadas e, conseqüentemente, um incremento na produção de 14% (1.228.621 peças). Esse aumento no total de peças produzidas resulta em um ganho potencial de R\$1.008.24. O OEE, que foi o foco do trabalho, teve um incremento de 54%, aumentando de uma média de 39,5% para 60,9%. Essas informações estão detalhadas na Figura 36.

Figura 36 – Demonstrativo ganhos

Período	Peças conformadas	KG conformados	kg/pec	Horas Programadas	Horas Efetivas	Horas Paradas	Horas Trabalhadas	Produtividade máquina (pçs/hora)	OEE
JAN_OUT_2022	8.695.326	549.279	0,0632	3.700	1.461	2.400	1.300	2.350	39%
NOV 2022_AGO 2023	9.923.947	606.082	0,0611	2.847	1.668	1.100	1.992	3.486	59%
	1.228.621	56.803	-	853	207	- 1.300	692	1.136	
	14%	10%		-23%		-54%	53%	48%	

POTENCIAL GANHO FATURAMENTO	
Acréscimo produção em peças	1.228.621
Acréscimo produção em KG	56.803
R\$/KG	R\$ 17,75
Potencial ganho de faturamenro	R\$ 1.008.249

FONTE: AUTOR (2024)

3.5.3 Procedimentos e treinamentos

Como resultado das ações, foram revisados procedimentos, *checklists* e aplicados treinamentos, conforme mencionado na Figura 37. Ainda está em andamento um plano de ação em relação ao *SETUP*, que pode resultar em novos procedimentos e treinamentos.

Figura 37 – Procedimentos e treinamentos

Procedimentos	Nº Doc.
Criação do Check List de Verificação (Inspeção Autônoma) CF-03	IT-MAN-135
Revisão da Tabela de padronização dos Motivos de Parada	TB-DIN-013

Treinamentos	Data
Reciclagem TB-DIN-013	26/07/2023
Treinamento da Chave e Benagala da Segurança	26/07/2023
Plano de ação Rebarba/Dimensional Fora Especificado	29/09/2023

FONTE: AUTOR (2024)

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esses resultados demonstram que as ações implementadas foram eficazes na melhoria da eficiência e produtividade do equipamento. A identificação e priorização das causas fundamentais, seguidas pela implementação de soluções direcionadas, foram cruciais para alcançar esses ganhos. A revisão de procedimentos, a realização de treinamentos e a conscientização da equipe também desempenharam um papel importante nesse processo.

A análise dos resultados também aponta para oportunidades contínuas de melhoria. Mesmo com a melhoria de 54% no OEE, ainda há espaço para alcançar níveis mais elevados de eficiência, com um objetivo futuro de atingir uma eficiência de 85% a 90%. Isso sugere que ainda existem áreas de oportunidade para refinamento e otimização dos processos, bem como para a implementação de novas estratégias e iniciativas de melhoria contínua.

5. CONCLUSÕES

O propósito deste projeto foi promover melhorias no OEE de um equipamento crítico para a conformação de porcas, denominado CF-03, em uma empresa do ramo de fixadores. Para alcançar esse objetivo, foi elaborado um projeto fundamentado no ciclo DMAIC, com duração de 01/11/2022 a 01/12/2023.

Os principais resultados obtidos incluem um aumento no OEE do equipamento, de uma média de 39,5% para 60,9%, uma redução de 54% no tempo de parada, um acréscimo de 53% nas horas trabalhadas, o que gerou um incremento na produção de 14%, totalizando uma produção adicional de 1.228.621 peças, com um ganho potencial para a empresa de R\$ 1.008.249, devido à produção adicional de material.

Identificou-se que a principal causa da baixa eficiência do equipamento estava relacionada a condições mecânicas deficientes. As paradas para manutenção resultavam em perdas significativas de receita, devido à incapacidade de atender aos volumes de produção. Alternativamente, a empresa vinha adotando uma abordagem que resultou em meses de baixa produtividade. Essa situação poderia ter sido evitada com um plano de manutenção corretiva eficaz ou investimentos em equipamentos capazes de produzir uma variedade maior de linhas de produtos.

O trabalho também ressaltou o impacto das atividades correlatas de outras áreas sobre a produtividade do equipamento, enfatizando a importância da sinergia entre áreas para implementar as melhores práticas, muitas vezes relacionadas a treinamentos simples e conscientização/comunicação.

Em suma, o projeto gerou benefícios tanto para a empresa quanto para o desenvolvimento da equipe, servindo como base para replicabilidade em outros equipamentos, devido à atenção dada aos diversos aspectos que impactam diretamente na produtividade, desde melhorias estruturais até treinamentos e conscientização sobre a importância de cada atividade para o bem comum.

Além disso, o trabalho proporcionou a oportunidade valiosa de aplicar na prática os passos necessários para alcançar os objetivos e metas de cada etapa de um projeto. Foram utilizadas diversas ferramentas de qualidade, quebrando as barreiras entre teoria e prática. Destacam-se atividades como o uso de sistemas de monitoramento para acompanhar o progresso do projeto, mapeamento de processos, ferramentas de priorização, análise das causas fundamentais, avaliação do retorno financeiro, treinamento da equipe, entre outras. Essa abordagem prática enriqueceu não apenas

o conhecimento teórico, mas também as habilidades práticas, capacitando para enfrentar desafios do mundo real e contribuindo significativamente para o sucesso de projetos e organizações futuras.

Durante a análise dos resultados, surgiram questionamentos que não puderam ser totalmente respondidos neste trabalho. Eles indicam a necessidade de continuidade dos estudos, pois, mesmo com uma melhoria de 54% no indicador OEE e alcançando um valor máximo de 60,96% em setembro de 2023, ainda há oportunidades para aprimorar esses resultados. O valor ideal de OEE varia entre 85% e 90%, portanto, o objetivo futuro é atingir essa eficiência no equipamento em estudo.

No decorrer do trabalho, foi desenvolvida a Ferramenta A3, expressa no Anexo VII, onde buscou-se identificar os problemas e propor ações de melhorias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, Junico; ALVARE, Roberto; PELEGRIN, Ivan de; KLIPPEL, Marcelo; BORTOLOTTI, Pedro. **Sistemas de Produção**: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta. Porto Alegre: Bookman, 2008. 328 p.

BRUSSEE, W. **DMAIC**: The basic six sigma roadmap. In: _____. Statistics for six sigma made easy. New York: McGraw-Hill, 2004.

CABRAL, Adriano; LEITE, Maria. Contribuição da Modelagem matemática ao estudo da previsão de vendas na indústria de papel e celulose. **ENEGEP**, [S. l.], p. 1-13, 12 out. 2010.

DENNIS, P. Produção Lean Simplificada. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

DONIN, M. **Proposta de melhoria baseada na metodologia DMAIC em uma unidade de pronto atendimento de saúde**. (Trabalho de conclusão de curso). Universidade Tecnológica Federal Do Paraná. Departamento De Engenharia De Produção, Engenharia De Produção, 2018.

FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção**: mais do que simplesmente Just-in time. Caxias do Sul: UCS, 1996.

HANSEN, R. **Eficiência Global dos Equipamentos**: uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para aumento dos lucros. Tradução Altair Flamarion Klippel. Porto Alegre: Bookman, 2006.

HINES, P.; TAYLOR, D. **Going Lean**. Cardiff, UK: Lean Enterprise Research Centre Cardiff Business School, p. 3-43, 2000.

LIKER, J. K. **O Modelo Toyota**: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2004.

MARIANO, E. B. Conceitos Básicos de Análise de Eficiência Produtiva. In: **SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, São Paulo. Anais... São Paulo: UNESP, v.14, p. 1-12, 2007.

NAKAJIMA, S. **Introduction to Total Productive Maintenance - TPM**. Cambridge: Productivity Press, 1989.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção**: além da produção em larga escala. Tradução de Cristina Schumacher. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PINTO, J. R. V.; MARIA, R. C.; ANDRADE, D. R.; CORDEIRO, R. O. Aplicação da metodologia DMAIC no setor de manutenção de uma indústria siderúrgica. A Engenharia de Produção e as novas tecnologias produtivas: indústria 4.0, manufatura aditiva e outras abordagens avançadas de produção. **XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**. Joinville, SC. 10 a 13 de outubro de 2017.

RODRIGUES, A. F.; FERRARIN, F. V.; OLESKO, P. G. M. **Implementação de indicador de desempenho OEE em máquina de abastecimento de ar-condicionado automotivo**. 91 f. (Trabalho de Conclusão de Curso). Graduação em Engenharia Industrial Elétrica – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

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

SANTOS, A. C. O.; SANTOS, M. J. **Utilização do Indicador de Eficácia Global de Equipamentos (OEE) na Gestão de Melhoria Contínua do Sistema de Manufatura**. 10 f. UNIFEI, 2007.

SANTOS, B. A.; MARTINS F. M. A implementação dos projetos seis sigma contribuindo para o direcionamento estratégico e para o aprimoramento do sistema de medição de desempenho. **Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção**, n.1, p. 1-14, dez.2003

SHINGO, S. **Sistema de Troca Rápida de Ferramentas**. Bookman, 2000.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C. HARRISON, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

WERKEMA, M. C. C. **Criando a cultura Seis Sigma**. Nova Lima, 2004.

WERKEMA, C. **Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. A. **Mentalidade Enxuta nas Empresas Lean Thinking: elimine o desperdício e crie riqueza**. Rio de Janeiro: Campus, 2004

ANEXO I**EMAIL DA PROGRAMADORA DE PRODUÇÃO INFORMANDO QUE A SEQUÊNCIA DA CARGA ESTÁ SENDO EXECUTADA PELA PRODUÇÃO**

10/29/23, 12:05 PM

Yahoo Mail - RES: Trabalho CF-03

RES: Trabalho CF-03

De: Larissa

Para: fabianaglasenapp

Data: segunda-feira, 16 de outubro de 2023 às 08:32 BRT

Bom dia Fabi,

O pessoal não pulou mais a sequencia de máquina, eles seguem o espelho, se tiver que fazer alguma alteração nós combinamos na reunião de carga, depois disse não é mais alterado, nem pulado

Atenciosamente,

ANEXO II

EMAIL DA PROGRAMADORA DE MATÉRIA PRIMA INFORMANDO QUE OS ESTOQUES DE MP ESTÃO COM NÍVEL DE 3 MESES, O QUE NÃO ACARRETAR EM FALTAS FUTURAS

10/13/23, 10:15 PM

Yahoo Mail - RES: CF-03 - trabalho de pós graduação

RES: CF-03 - trabalho de pós graduação

De: Michiel

Para: fabianaglasenappi

Data: segunda-feira, 11 de setembro de 2023 às 14:05 BRT

Boa tarde Fabi,
Desculpe a demora em responder.

Todos os FM's que atendem a CF 03 estão com o estoque bem abastecido e com mais de 3 demandas em estoque.

HISTÓRICO DE CONSUMO DOS ÚLTIMOS 4 MESES (Emitido em 11.09.2023)										
Consumo						Estoque atual		Dias estoque		Pedidos pendente
Maio	Junho	Julho	Agosto	média	mês atual	Centro	Depósito	Saldo	Número	
Material: 95 - F MAQ LAM 31,75MM SAE 10B22 HSF						UM: KG				
						FAB1	0020	0,000		
						FAB1	0021	0,000		
						FAB2	0020	0,000		
10.807,350	0,000	26.029,210	0,000	9.209,140	0,000	FAB4	0020	96,640		
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	FAB4	0021	0,000	4500522528-00180 (BELGO)	12,0
						FAB4	0022	0,000		
						FAB4	0024	28.141,000		
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	FAB4	0025	0,000		
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	FAB4	0027	0,000		
						FAB4	0029	0,000		
						GRAC	0020	0,000		
						GRAC	0022	0,000		
10.807,350	0,000	26.029,210	0,000	9.209,140	0,000			28.237,640	64,4	12,0

Consumo						Estoque atual		Dias estoque		Pedidos pendente
Maio	Junho	Julho	Agosto	média	mês atual	Centro	Depósito	Saldo	Número	
Material: 96 - F MAQ LAM 28,58MM SAE 10B22 HSF						UM: KG				
						CDCJ	0020	0,000		
						FAB1	0020	0,000		
						FAB1	0021	0,000		
						FAB2	0020	0,000		
2.195,740	0,000	7.481,070	4.336,940	3.503,438	0,000	FAB4	0020	1.317,010		

ANEXO III

EMAIL DA ANALISTA DA EQUIPE DO LEAN MANUFACTURING INFORMANDO QUE O PROCEDIMENTO DE MOTIVOS DE PARADA FOI REVISADO

RES: RES: Trabalho de pós - CF-03

De: Ana Paula Martins

Para: fabianaglasenapp@ ; luizadnc@ ; leticiadasneveschaves@

Data: segunda-feira, 11 de setembro de 2023 às 13:43 BRT

Boa tarde,

Concluído segunda semana de agosto e os treinamentos ficaram a cargo de cada área.

Att,

De: Fabiana Glasenapp <fabianaglasenapp@>

Enviada em: domingo, 10 de setembro de 2023 20:49

Para: Luiza Chaves <luizadnc@>; Leticia Chaves <leticiadasneveschaves@>; Ana Paula Martins <ANA@>

Assunto: Re: RES: Trabalho de pós - CF-03



ATENÇÃO: Este é um e-mail de origem externa.

Verifique se há indícios de phishing. Passe o mouse sobre os links. E na dúvida, não abra.

@Tecnologia da Informação

Bom dia Ana,

Obrigada pelo retorno. Só confirma para nós se houve algum treinamento sobre a alteração deste procedimento com a fábrica, ou se isto ficou a cargo de cada área. E também para fins de detalhar melhor no nosso trabalho, podes informar qual mês que foi concluída esta atividade?

Obrigada,

Fabiana Glasenapp.

ANEXO IV

PDF DO REGISTRO DE PRESENÇA DO TREINAMENTO SOBRE REBARBA/
DIMENSIONAL FORA DO ESPECIFICADO

Registro de Presença			
Evento	Plano de ação rebarba/dimensional fora especificado.		
Instrutor(es):	Everson		
Data:	29/09/23		
Horário:	08:00 às 12:00		
Local	Sala treinamento Senai		
Mat	Nome	Setor	Assinatura
1. 17253	Maykon Dos Santos	FPO	May
2. 18493	Dionatan Luis Chibani	FPO	Dionatan
3. 6829	JOÃO D. BELLMANN	FPO	João
4. 14242	Sony CARISTANO	FPO	Sony
5. 18157	Cherise dos Santos Amorim	FPO	Cherise
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			
14.			
15.			
16.			
17.			
18.			
19.			
20.			
Objetivo:			
☐	integração		
☒	treinamento on the job (cargo atual)		
☐	treinamento obrigatório/legal (certificações e/ou reciclagens)		
☐	treinamento extra plano		
☐	treinamento para desenvolvimento (cargo futuro/sucessão)		
Necessário atualizar a Matriz de Versatilidade: Sim ☐ Não ☐			

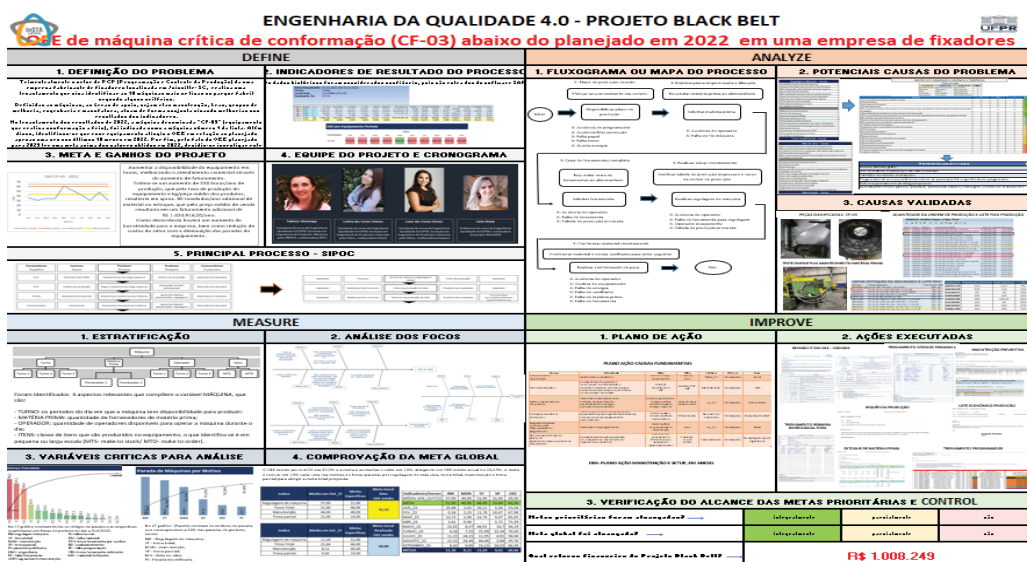
ANEXO V

PDF DO REGISTRO DE PRESENÇA DO TREINAMENTO SOBRE REVISÃO DO
PROCEDIMENTO DE MOTIVOS DE PARADA E TREINAMENTO DA CHAVE E
BENGALA DE SEGURANÇA

Registro de Presença			
Evento:	Reciclagem TB-DIN-013 e Treinamento da Chave e Bengala da Segurança		
Instrutor (es):	Ana Paula	PARA USO DO GP	
Data (s):	26/07/2023	CURSO:	
Horário (s):	09:30 10:30	TURMA:	
Local (is):	Sala de Projetos Mezanino	Av. de Reação:	
Mat	Nome	Setor	Assinatura
1. 18831	Francisco E. Ramos	FPO	Francisco
2. 18324	Luiz Gabriel Elias	FPO	
3. 10270	Bonifacio Neto Lima	FPO	
4. 15504	Robson de Azevedo	FPO	
5. 18828	Diogo Machado	FPO	
6. 18631	Bianca Ferreira	FPO	Bianca F.
7. 17722	Gustavo Borges	FPO	GUSTAVO
8. 18722	Candace Heliano	FPO	
9. 18499	NATHAN G.F. SILVA	FPO	NATHAN SILVA
10. 18016	Matheus Machado	FPO	
11. 18673	Nicoli Stefani	FAF	nicolis
12.			
13.			
14.			
15.			
16.			
17.			
18.			
19.			
20.			
Objetivo:			
☐	integração		
☒	treinamento on the job (cargo atual)		
☐	treinamento obrigatório/legal (certificações e/ou reciclagens)		
☐	treinamento extra plano		
☐	treinamento para desenvolvimento (cargo futuro/sucessão)		

ANEXO VII

A3 DO PROJETO



ANEXO VIII

PLANO DE AÇÃO MANUTENÇÃO

Plano de Ação - 5W2H							
Área: CF03				Responsável (BB / GB / VB): Glauco			
Data de atualização: 22/03/23				Nº sequencial do projeto Lean Six Sigma: xx /ano			
Título do projeto Lean Six Sigma: Módulo de falha manutenção							
Ações	O que?	Quem?	Quando?	Onde?	Por que?	Como?	
(Tracionador)	1	Trocar os parafusos de regulagem dos rolletes endretadores (tracionador).	Valentim	30/11/2022	CF03	Garantir que o arame seja reto e alinhado com o rolo alimentador	Fabricando os parafusos novos e substituindo os que estão na máquina e em reposição. (tracionador)
	2	Fazer análise para alteração da proteção do tracionador e rolos endretadores	Glauco	02/12/2022	CF03	Adequar a condição correta de operação e a NR12	Verificando numeros de vezes que a proteção é aberta.
	3	Analisar com almoxarifado e segurança a possibilidade de materiais com a ponte mais reta	Glauco	29/11/2022	Almoxarifado	Facilitar o abastecimento com a ponte e reduzir o esforço operacional.	Avaliando com o almoxarifado e a segurança do trabalho se há condições de espaço físico e transporte para esse material.
	3.1	Avaliar alternativa para facilitar o abastecimento de HP	Glauco / Preparadores	09/12/2022 13/01/2023	CF03	Facilitar o abastecimento com a ponte e reduzir o esforço operacional.	Verificando outra alternativa para facilitar o abastecimento de HP sem que haja riscos para o operador e sem que afete o funcionamento da ponte rolante
	3.2	Avaliar alternativa para facilitar o abastecimento de HP	Glauco / Preparadores	14/04/2023 26/02/2023	CF03	Facilitar o abastecimento com a ponte e reduzir o esforço operacional.	Verificando junto ao pessoal da SystemPack a possibilidade de desenvolvimento de um novo croqui

ANEXO IX

PLANO DE AÇÃO SETUP

Plano de Ação - 5W2H							
Área CF03				Responsável (BB / GR / YB): Gláucio			
Data de atualização: 31/05/2023				Nº sequencial do projeto Lean Six Sigma: xx / ano			
Título do projeto Lean Six Sigma: REVISÃO DE PLANO DE AÇÃO DO TRF CF-03							
	Ações	O quê?	Quem?	Quando?	Onde?	Por quê?	Como?
NÃO DE OBRA	1	Revisar a instrução de trabalho de setup	EVERSON	19/06/2023 30/06/2023	CF-03	Garantir a execução do setup de acordo com o que está definido na IT	Treinando e orientando os preparadores e operadores da máquina
	2	Criar rotina de participação do operador II no setup	EVERSON	30/06/2023	CF-03	Gerenciar e ensinar boas práticas ao operador	Criar uma rotina para que o operador participe dos setups
	3	Criar padrão para uso da mola (Mapa montagem)	EVERSON/PREPARADORES	14/07/2023 30/06/2023	CF-03	Atualmente não há nada citado no mapa de montagem quanto a utilização correta das molas das garfas, dependendo do item há variação	Criando padrão para uso da mola das garfas colocando a informação no mapa de montagem
MÁQUINA	4	Criar kanban para parafusos	MATHEUS	06/07/2023 30/08/2023	Atmosanfeld	Alta taxa de ocorrência da falta de parafusos da máquina, sendo necessário se deslocar até o Atmosanfeld para pegar	Revisar sistema kanban para melhoria na reposição de "estoque" de parafusos
	5	Requisição/substituição dos preset's + jogo reserva	GLAUCIO	30/06/2023	CF-03	Falta de preset e utilização de presets usados, gerando perda de tempo na troca dos resinos	Requisitando a substituição a fabricação de novo preset para a máquina, além de deixar o jogo reserva