



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

**ALLAM ALVES FEITOSA DA SILVA**

**MANUTENÇÃO DETECTIVA APLICADA EM PLACAS ELETRÔNICAS DE UMA  
EMPRESA TÊXTIL ATRAVÉS DA ANÁLISE DE DEFEITOS ELETRÔNICOS**

**FORTALEZA**  
**2023**

ALLAM ALVES FEITOSA DA SILVA

**MANUTENÇÃO DETECTIVA APLICADA EM PLACAS ELETRÔNICAS DE UMA  
EMPRESA TÊXTIL ATRAVÉS DA ANÁLISE DE DEFEITOS ELETRÔNICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Sergio Daher

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- S578m Silva, Allam Alves Feitosa da.  
Manutenção detectiva aplicada em placas eletrônicas de uma empresa têxtil através da análise de defeitos eletrônicos / Allam Alves Feitosa da Silva. – 2023.  
68 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Elétrica, Fortaleza, 2023.  
Orientação: Prof. Dr. Sergio Daher.
1. Engenharia de manutenção. 2. Qualidade do produto. 3. Diferenciação. 4. Rastreamento de placas eletrônicas. 5. Tomada de decisões. I. Título.

CDD 621.3

---

ALLAM ALVES FEITOSA DA SILVA

**MANUTENÇÃO DETECTIVA APLICADA EM PLACAS ELETRÔNICAS DE UMA  
EMPRESA TÊXTIL ATRAVÉS DA ANÁLISE DE DEFEITOS ELETRÔNICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Sergio Daher

Aprovada em: 12/07/2023

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Sergio Daher (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Diego de Sousa Madeira  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Eng. Samuel da Silveira  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.  
Aos meus pais, Elim e Maria.  
A todos os meus amigos e família.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus por ter me dado forças nos momentos mais difíceis desta trajetória. Sua presença foi fundamental na superação dos desafios.

Expresso minha profunda gratidão aos meus pais, que foram a base sólida que me proporcionou todo o apoio necessário ao longo desta jornada com total suporte, tanto financeiro, amoroso e físico, eles garantiram meu conforto nos momentos mais difíceis, permitindo que eu me concentrasse plenamente nos estudos e alcançasse os objetivos propostos.

Aos meus amigos, cuja presença e apoio me proporcionaram momentos de descontração e lazer, trazendo equilíbrio à minha vida e renovando minhas energias. Sou imensamente grato por tornarem essa jornada acadêmica mais leve e memorável.

Agradeço ao professor Sergio Daher, que sua tranquilidade, paciência e apoio tornou possível o desenvolvimento dessa parte tão essencial da graduação.

"A educação é a arma mais poderosa que você  
pode usar para mudar o mundo."

(Nelson Mandela)

## RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso tem como objetivo analisar a aplicação da engenharia de manutenção como um diferencial de qualidade em uma unidade de uma empresa têxtil em Fortaleza-CE. Com o crescimento do número de empresas no mercado, é essencial que elas busquem pontos de diferenciação para se destacar. A qualidade do produto é um desses diferenciais, e a engenharia da manutenção desempenha um papel fundamental nesse aspecto. Neste estudo, foram identificados problemas relacionados a componentes eletrônicos na unidade da empresa têxtil em questão, por meio de entrevistas, acompanhamento de produção e análise de indicadores. Com base nessas informações, uma estratégia foi desenvolvida para rastrear e analisar placas eletrônicas, visando aprimorar o controle de qualidade, reduzir o tempo parado, diminuir falhas e evitar manutenção corretiva não planejada. Através da aplicação da engenharia de manutenção, espera-se obter uma melhoria significativa na qualidade do produto, proporcionando um diferencial competitivo para a empresa. As conclusões deste estudo auxiliarão nas tomadas de decisões e contribuirão para o aprimoramento do setor de manutenção da empresa têxtil em questão.

**Palavras-chave:** engenharia de manutenção, qualidade do produto, diferenciação, rastreamento de placas eletrônicas, tomada de decisões.

## ABSTRACT

This course completion work aims to analyze the application of maintenance engineering as a quality differential in a unit of a textile company in Fortaleza-CE. With the growth in the number of companies in the market, it is essential that they seek points of differentiation to stand out. Product quality is one of these differentials, and maintenance engineering plays a fundamental role in this regard. In this study, problems related to electronics were identified in the unit of the textile company in question, through interviews, monitoring of production and analysis of indicators. Based on this information, a strategy was developed to track and analyze electronic boards, aiming to improve quality control, reduce downtime, decrease and avoid non-intuitive corrective failures. Through the application of maintenance engineering, it is expected to obtain a significant improvement in product quality, providing a competitive advantage for the company. Thus, this study will help in decision-making and will contribute to the improvement of the electronic sector of the textile company in question.

**Keywords:** maintenance engineering, product quality, differentiation, electronic board tracking, decision making.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução da Manutenção .....	21
Figura 2 – Mudança de Paradigma na Manutenção .....	22
Figura 3 – Manutenção corretiva não planejada.....	23
Figura 4 - Manutenção Preditiva .....	26
Figura 5 – Engenharia da Manutenção .....	28
Figura 6 – Atividades do “5S” .....	31
Figura 7 - Etapas da Metodologia.....	37
Figura 8 – Teares .....	40
Figura 9 – Layout dos Teares na Tecelagem .....	41
Figura 10 – Tipos de Teares .....	41
Figura 11 – Preço das Principais Placas Picanol .....	42
Figura 12 – Etiqueta de Rastreio de Placas .....	43
Figura 13 - Placa com Etiqueta.....	45
Figura 14 – Etiqueta de Defeito.....	46
Figura 15 – Livro de Ocorrências.....	47
Figura 16 – Registro de Defeitos .....	49
Figura 17 – Análise Rápida de Placas, Teares e Defeitos .....	49
Figura 18 – Pesquisa individual de Histórico.....	50
Figura 19 – UserForm do Banco de Dados .....	50
Figura 20 – Banco de Dados .....	52
Figura 21 – Classificação AIBs .....	53
Figura 22 – Classificação IPSs .....	54
Figura 23 – Classificação Teares .....	55
Figura 24 – Porcentagem Tear Anotado.....	56
Figura 25 – Porcentagem Tear Anotado.....	56
Figura 26 – Defeitos QF .....	57
Figura 27 – Defeitos Por Mês.....	58
Figura 28 - Defeitos Por Mês AIB e IPS .....	58
Figura 29 – Pesquisa de Placa .....	59
Figura 30 – Quantidade de Entradas na Eletrônica .....	60
Figura 31 – Quantidade de Entradas AIB/IPS.....	61
Figura 32 – Retorno AIB/IPS .....	62
Figura 33 - Ficha de Identificação de Defeito .....	63

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Porcentagem de entrada em cada placa.....	42
Tabela 2 – Lista de Quantidade de Placas AIB e IPS.....	43
Tabela 3 - Tempo de reparo Antes e Depois AIB .....	64
Tabela 4 - Tempo de reparo Antes e Depois IPS .....	64
Tabela 5 - MTTR AIB .....	65
Tabela 6 - MTTR IPS .....	65
Tabela 7 - MTBF AIB .....	66
Tabela 8 - MTBF IPS .....	66

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Indicador MTBF.....	29
Equação 2 - Indicador MTTR.....	30
Equação 3 - Indicador Disponibilidade .....	31

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

TPM	Manutenção Produtiva Total
MTBF	Mean Time Between Failures (Tempo Médio de Falha)
MTTR	Mean Time to Repair (Tempo Médio para Reparos)
DISP	Disponibilidade
OM	Ordem de Manutenção
QF	Quadro de Força
CI	Circuito Integrado

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>SUMÁRIO</b>	<b>16</b>
<b>1.1 Justificativa</b>		<b>17</b>
<b>1.2 Objetivos</b>		<b>17</b>
1.2.1 Objetivo Geral		17
1.2.2 Objetivo Específico		18
<b>1.3 Estrutura do trabalho</b>		<b>18</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>		<b>20</b>
<b>2.1 Evolução da Manutenção</b>		<b>20</b>
<b>2.2 Tipos de Manutenção</b>		<b>21</b>
2.2.1 Manutenção Corretiva		22
2.2.2 Manutenção Preventiva		24
2.2.3 Manutenção Preditiva		25
2.2.4 Manutenção Detectiva		27
2.2.5 Engenharia da Manutenção		27
<b>2.3 Indicadores de Manutenção e Organização</b>		<b>29</b>
2.3.1 MTBF: Tempo médio entre falhas		29
2.3.2 MTTR: Tempo médio para reparo		30
2.3.3 Disponibilidade - DISP		30
2.3.1 Programa 5s		31
2.3.2 Programa 3R		33
<b>3. METODOLOGIA</b>		<b>35</b>
<b>3.1 Problemática da empresa</b>		<b>35</b>
<b>3.2 Definição das etapas da metodologia</b>		<b>37</b>
<b>3.3 Detalhamento das etapas da metodologia</b>		<b>38</b>
3.3.1 Codificação e etiquetagem de placas eletrônicas		38
3.3.2 Criação de um banco de dados para registro de defeitos com base na etiqueta		38
3.3.3 Plano de ação voltado a melhoria na manutenção da eletrônica		39
3.3.4 Análise das informações coletadas e suas apresentações através de indicadores de desempenho		39
<b>4. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA</b>		<b>40</b>
<b>4.1 Codificação e etiquetagem de placas eletrônicas</b>		<b>40</b>
4.1.1 Estrutura Eletrônica do setor de Tecelagem		40
4.1.2 Codificação		43

<b>4.2 Criação de um banco de dados para registro de defeitos com base na etiqueta .....</b>	<b>45</b>
4.2.1 Etiqueta de informações do Defeito .....	45
4.2.2 Livro de Ocorrências .....	47
4.2.3. Banco de Dados em VBA .....	48
<b>4.3. Plano de ação voltado a melhoria na manutenção da eletrônica.....</b>	<b>52</b>
<b>4.4. Resultados obtidos .....</b>	<b>60</b>
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>67</b>
5.1 Conclusões .....	67
5.2 Sugestão de Trabalhos Futuros .....	67
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>69</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Ao longo da história, a análise e controle de informações têm desempenhado um papel fundamental no avanço da sociedade e na tomada de decisões. Entretanto, no período anterior à Segunda Guerra Mundial, as tomadas de decisões na indústria eram especificamente baseadas em ações corretivas não planejadas. A crença predominante era de que todos os equipamentos inevitavelmente se desgastariam e apresentariam falhas, sendo necessário apenas realizar reparos quando necessário (KARDEC e NASCIF, 2009).

Diante disso, após o fim da Segunda guerra mundial e o avanço tecnológico devido o surgimento das indústrias e a complexidade dos processos produtivos, a manutenção voltada a confiabilidade se tornou um elemento essencial para garantir o bom funcionamento das máquinas e equipamentos. A análise de dados desempenha um papel fundamental nesse contexto, permitindo o monitoramento contínuo das condições de operação e a identificação de possíveis falhas ou necessidades de manutenção (KARDEC e NASCIF, 2009).

Através da coleta e análise de dados relacionados ao desempenho e confiabilidade das máquinas, é possível detectar padrões de funcionamento, identificar tendências de deterioração e realizar intervenções preventivas de forma planejada. Isso contribui para evitar paradas inesperadas, reduzir custos de manutenção corretiva e maximizar a eficiência e produtividade das operações industriais (FOGLIATTO, 2011).

Uma forma de registrar e estudar os dados coletados é através dos softwares de gestão mais utilizados atualmente. O Excel é um exemplo, altamente flexível e personalizável, as pessoas estão familiarizadas por ser um software de fácil uso, já que sua utilização é simples e rápida. Outro exemplo é uma extensão do próprio Excel, o *Visual Basic Application - VBA*, através da sua utilização é possível otimizar de forma automáticas algumas ações de controle e atualização de resultados em tempo real. (TAVARES, 2009)

Portanto é fundamental que as empresas dos dias atuais busquem, por mais que seja uma pequena melhoria, a otimização da manutenção não focal, que visa só um setor crítico, mas de uma forma geral, buscando a integração entre elas, evitando falhas que até mesmo ponham em risco a vida humana.

## **1.1 Justificativa**

Um dos diversos motivos de falha em uma máquina industrial é a idade do equipamento, a troca não regular de peças antigas por novas faz com que a máquina perca confiabilidade, portanto ela estará mais propensa a falhas e paradas. Muitas vezes isso ocorre devido aos altos custos de peças e a falta de orçamento, portanto, é necessário saber o componente mais crítico em determinado equipamento para que haja um aproveitamento alto em uma troca futura.

Esse é um problema muito comum principalmente no ramo têxtil, na qual máquinas antigas funcionam 24h/dia expostas a resíduos de tecido que danificam componentes eletrônicos, podendo parar linhas de produção, afetando diretamente a qualidade do produto que é tão importante para o destaque da empresa em relação aos concorrentes.

Mediante o que foi citado, o intuito da aplicação desse trabalho é garantir um planejamento e controle de manutenção em uma das 5 unidades de uma empresa Têxtil localizada na região metropolitana de Fortaleza-CE. A necessidade surgiu devido a uma aplicação muito pertinente de uma manutenção corretiva não planejada no setor eletrônico, agravando os índices de parada de máquina, gastos desnecessários e troca de equipamentos que não são considerados os mais problemáticos.

Desse modo, a viabilidade da aplicação desse controle nas outras unidades da empresa analisada e de uma forma geral no ramo eletrônico industrial é conveniente tendo em vista os benefícios relacionados a qualidade do produto e a economia proveniente de uma manutenção focal devido ao mapeamento de defeitos regulares.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

O objetivo deste trabalho é apresentar um estudo baseado na análise das ordens de manutenção no setor eletrônico de uma empresa têxtil. O foco é estabelecer um controle eficiente do fluxo de entrada e saída de placas, registrando todas as informações relevantes. Esses registros serão utilizados para a análise de dados por meio de gráficos, a fim de identificar padrões e tendências que possam subsidiar a criação de um plano de ação. Além disso, o histórico das placas será fundamental para embasar decisões futuras relacionadas a esses componentes.

### 1.2.2 Objetivo Específico

Para alcançar o objetivo geral mencionado, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

1. Realizar o levantamento e registro das informações através de etiquetas.
2. Organizar e armazenar os dados coletados de forma adequada para análise.
3. Desenvolver gráficos e visualizações que possibilitem a análise e interpretação dos dados registrados, identificando padrões e tendências.
4. Utilizar o histórico das placas e as análises realizadas para embasar decisões futuras relacionadas a esses componentes.
5. Apresentar os resultados obtidos, enfatizando as principais conclusões e recomendações da análise dos dados.

### 1.3 Estrutura do trabalho

Este trabalho foi dividido em 5 capítulos, sendo eles:

#### Capítulos 1 – Introdução

Tem como foco de estrutura, apresentar uma breve introdução sobre o tema abordado justificando e pontuando objetivos de forma geral e específica acerca do trabalho.

#### Capítulo 2 – Fundamentação Teórica

Será abordada a fundamentação teórica a respeito das manutenções, deixando as informações do capítulo 1 e dos capítulos seguintes mais claras a respeito do desenvolvimento do trabalho.

#### Capítulo 3 – Metodologia e sua Aplicação

Será apresentada a metodologia do trabalho aplicada na empresa estudada, mostrando de forma resumida como são as etapas de produção e o setor foco de melhoria, evidenciando pontos negativos e posteriormente citando as etapas de melhoria de forma breve já que serão abordadas de forma mais detalhada no próximo capítulo

#### Capítulo 4 – Resultados da Metodologia Aplicada

Mostrar a aplicação da metodologia citada no capítulo 3, as etapas de realização, as dificuldades encontradas e os resultados obtidos através de gráficos ou dados durante o decorrer do trabalho.

#### Capítulo 5 – Conclusão

Serão apresentadas as conclusões acerca do que foi apresentado nos capítulos anteriores e um breve resumo do trabalho em si. Além de introdução a ideias para trabalhos futuros dando continuidade ao avanço da pesquisa.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Evolução da Manutenção**

A teoria das quatro gerações na manutenção foi proposta por Kardec e Nascif (2009), com o objetivo de descrever as principais mudanças que ocorreram nessa área ao longo do tempo. Cada geração representa um período caracterizado por diferentes abordagens e evolução dos conceitos de manutenção.

A primeira geração ocorreu antes da Segunda Guerra Mundial. Nesse período, as indústrias trabalhavam com produtos simples e de baixa complexidade. A mão de obra humana era a base da linha de produção, uma vez que a tecnologia ainda estava em desenvolvimento. A concorrência não era tão intensa, portanto, o foco principal não era destacar-se pela qualidade do produto, mas sim atender à demanda de produção e buscar uma expansão de mercado. Dessa forma, a manutenção predominante nesse período era do tipo corretiva não planejada, pois os equipamentos eram levados ao limite para obter o "melhor aproveitamento" (KARDEC e NASCIF, 2009).

A Segunda geração ocorreu após a Segunda Guerra Mundial, a onde o meio industrial se viu na necessidade de suprir uma demanda muito grande de itens que se tornaram essenciais após a pressão do período da guerra. Como a complexidade dos produtos e a necessidade de um aumento de produção tiveram seus níveis elevados, foi necessário investir em meios de intervenção por manutenção preventiva temporizada, conseqüentemente aumentando o custo operacional. Aliando a isso, com a queda de mão de obra e a falta de especialização, foi necessário o investimento na mecanização dos equipamentos fabris.

A Terceira geração se deu a partir da década de 70, a falta de planejamento nas intervenções trouxe problemas na capacidade de produção, qualidade de aumento de custos dos produtos. A tecnologia se tornou um ponto fundamental no desempenho dos setores de processamento de dados e telecomunicações já que os computadores que na geração anterior ocupada muito espaço, na terceira geração se tornou mais rápido e compacto, facilitando a aplicação de um novo tipo de manutenção, a manutenção preditiva. Dessa forma, era possível fazer planejamento de análise de riscos e fazer o monitoramento da condição dos equipamentos. A manutenção centrada na confiabilidade era a base dessa.

A Quarta geração trouxe muitos conceitos e melhoria da Terceira Geração. A Disponibilidade a Confiabilidade se tornou pilares da quarta geração e consolidou as atividades de Engenharia da Manutenção, os setores ganharam ainda mais força e

investimento, focando nas manutenções a base de monitoramento de condição e intervenções programadas que é visto no tipo preditiva e evitando as manutenções preventivas e corretivas não planejadas. Em resposta a isso, os resultados se tornaram ainda mais um ponto de melhoria alvo através desse caminho.

A figura 1 mostra de forma organizada e progressiva a evolução que a manutenção sofreu ao longo do tempo.

Figura 1 – Evolução da Manutenção

EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO								
	Primeira Geração	Segunda Geração	Terceira Geração	Quarta Geração				
Ano	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010
Aumento das expectativas em relação à Manutenção	• Conserto após a falha	• Disponibilidade crescente • Maior vida útil do equipamento	• Maior confiabilidade • Maior disponibilidade • Melhor relação custo-benefício • Preservação do meio ambiente	• Maior confiabilidade • Maior disponibilidade • Preservação do meio ambiente	• Maior confiabilidade • Maior disponibilidade • Preservação do meio ambiente • Segurança • Influir nos resultados do negócio • Gerenciar os ativos			
Visão quanto à falha do equipamento	• Todos os equipamentos se desgastam com a idade e, por isso, falham	• Todos os equipamentos se comportam de acordo com a curva da banheira	• Existência de 6 padrões de falhas (Nowlan & Heap e Moubray) Ver Capítulo 5	• Reduzir drasticamente falhas prematuras dos padrões A e F (Nowlan & Heap e Moubray) Ver Capítulo 5				
Mudança nas técnicas de Manutenção	• Habilidades voltadas para o reparo	• Planejamento manual da manutenção • Computadores grandes e lentos • Manutenção Preventiva (por tempo)	• Monitoramento da condição • Manutenção Preditiva • Análise de risco • Computadores pequenos e rápidos • Softwares potentes • Grupos de trabalho multidisciplinares • Projetos voltados para a confiabilidade • Contratação por mão de obra e serviços	• Aumento da Manutenção Preditiva e Monitoramento da Condição • Minimização nas Manutenções Preventiva e Corretiva não Planejada • Análise de Falhas • Técnicas de confiabilidade • Manutenibilidade • Engenharia de Manutenção • Projetos voltados para confiabilidade, manutenibilidade e Custo do Ciclo de Vida. • Contratação por resultados				

Fonte: Kardec e Nascif, 2009, p.5.

## 2.2 Tipos de Manutenção

A evolução da manutenção ao longo dos anos tem trazido benefícios adaptados às necessidades específicas, como mencionado anteriormente. Atualmente, existem várias formas de intervenção relacionadas à manutenção, e a escolha adequada depende de

diversos fatores, tais como o ambiente em que será implementada, os equipamentos que apresentam falhas e o nível de preparo físico e especialização da mão de obra disponível em uma empresa.

Figura 2 – Mudança de Paradigma na Manutenção



Fonte: Kardec e Nascif, 2009, p.29.

A Figura 2 ilustra de forma clara a evolução e os benefícios em relação à disponibilidade, confiabilidade, segurança e meio ambiente, considerando também o impacto financeiro de maneira geral. Isso inclui tanto a economia resultante de paradas reduzidas e maior tempo de operação, quanto os custos totais de reparo. É notável o avanço da manutenção corretiva em direção à engenharia da manutenção, buscando aprimoramentos em todos esses aspectos mencionados e evitando resultados conflitantes.

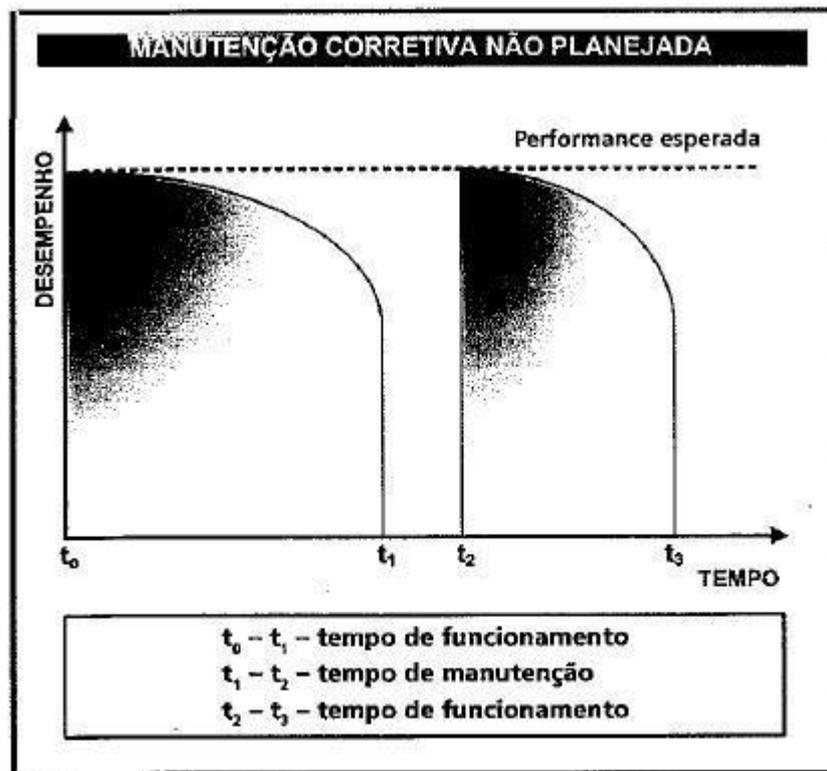
### 2.2.1 Manutenção Corretiva

Para MONCHY (1987) a manutenção corretiva é conhecida como manutenção bombeiro, tem o intuito de “apagar incêndio”, é amplamente empregada quando ocorre a necessidade de reparos não programados. A vida útil de muitos equipamentos é incerta, e é inevitável que ocorram falhas inesperadas ao longo do tempo. Nesses casos, é essencial ter

um planejamento adequado e acesso a profissionais especializados para intervir em máquinas que estão inoperantes devido a falhas.

A principal finalidade da manutenção corretiva é exatamente isso, restaurar o equipamento ao seu estado de funcionamento normal, garantindo que ele retorne às suas atividades de forma eficiente. Geralmente, envolve a substituição ou reparo de peças ou componentes defeituosos que causaram a falha.

Figura 3 – Manutenção corretiva não planejada



Fonte: Kardec e Nascif, 2009, p.41.

De acordo com Kardec e Nascif (2009), podemos identificar dois tipos de manutenção corretiva: a Corretiva Planejada e a Corretiva Não Planejada. A diferença fundamental entre essas abordagens reside no fato de que a Corretiva Não Planejada ocorre de forma aleatória, dependendo da necessidade, e seu tempo de intervenção é incerto como é mostrado de  $t_1 - t_2$  na Figura 3. Por outro lado, a Corretiva Planejada, embora ainda possa acarretar perdas na produção e um tempo de reparo significativo, minimiza esses fatores em comparação à abordagem Não Planejada.

Para ALMEIDA (2007), existem vários motivos que contribuem para essa vantagem da manutenção corretiva planejada. Um deles é o melhor planejamento dos serviços, o que possibilita uma organização mais eficiente. Além disso, a Corretiva Planejada assegura a execução do trabalho com recursos humanos qualificados em quantidade suficiente, podendo incluir a contratação de mão de obra externa, se necessário. Outro benefício é a possibilidade de sincronizar a parada da máquina com os interesses da produção, o que contribui para uma gestão mais eficaz do tempo.

Embora seja preferível evitar a manutenção corretiva na maioria dos casos, há situações em que a implementação de medidas preventivas pode se mostrar mais dispendiosa do que simplesmente corrigir uma falha. Essa situação é especialmente comum em equipamentos de substituição fácil e de baixo valor de compra em relação à complexidade de seu conserto no ambiente de trabalho. Diante dessa realidade, torna-se essencial avaliar cada caso individualmente e questionar: existem ações preventivas que possam evitar falhas no equipamento? Essas ações são viáveis e econômicas? Caso a resposta seja negativa, a aplicação de uma manutenção corretiva pode se apresentar como a alternativa mais adequada (XENOS, 1998).

Xenos (1998) destaca que, embora em certos casos a manutenção corretiva possa ser uma escolha vantajosa, não se deve aceitar a ocorrência de falhas como algo comum, a fim de evitar a repetição contínua sem buscar melhorias para prevenir sua recorrência.

Dessa forma, a manutenção corretiva será utilizada como uma solução excepcional, enquanto se busca constantemente aprimorar a confiabilidade e a disponibilidade dos equipamentos.

### 2.2.2 Manutenção Preventiva

Existem setores em que a manutenção corretiva não é uma opção viável, especialmente na aviação, onde até mesmo um pequeno erro pode resultar em um desastre com risco iminente para vidas humanas. Portanto, nesses casos e de forma geral, a manutenção preventiva assume um papel essencial.

A manutenção preventiva é uma estratégia proativa que envolve a realização de ações planejadas e regulares para evitar falhas e maximizar a confiabilidade e a vida útil dos equipamentos. Em vez de aguardar a ocorrência de problemas, a manutenção preventiva

visa identificar e corrigir antecipadamente possíveis pontos de falha, reduzindo assim o risco de paradas inesperadas e garantindo a operação eficiente dos sistemas.

Segundo Xenos (1998), a manutenção preventiva é o coração das atividades de manutenção, deve ser a atividade principal em qualquer empresa, consiste em atividades sistemáticas de caráter obrigatório. Por mais que muitas vezes seja necessário um custo maior devido a troca de peças que ainda não atingiram seus limites, a incidência de falhas inesperadas diminui drasticamente e o tempo de operação não sofre tantas quedas. Desse modo, de considerarmos o custo total e a longo prazo, a manutenção preventiva se torna mais vantajosa do que a corretiva (XENOS, 1998).

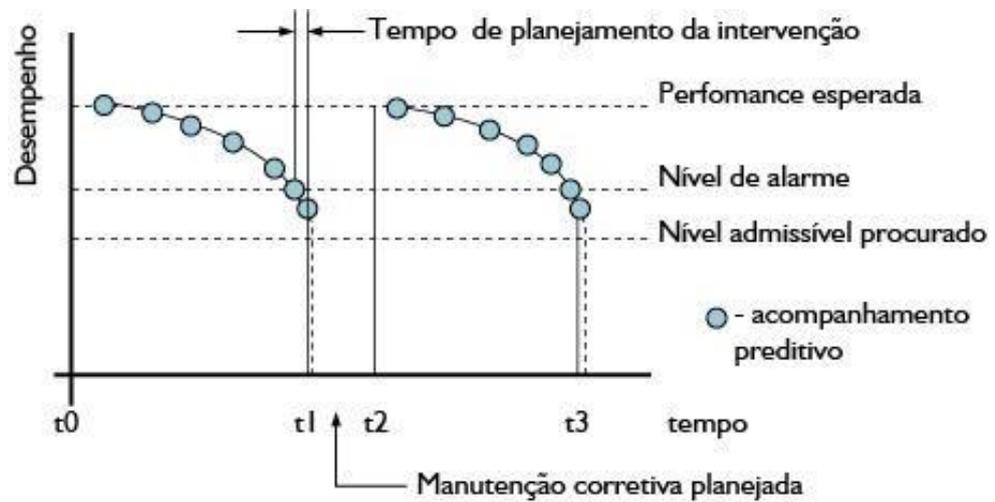
No entanto, como mencionado por Kardec e Nascif (2009), a manutenção preventiva também apresenta algumas desvantagens, além do alto custo associado à substituição de peças. É importante reconhecer que, embora a manutenção preventiva seja uma estratégia amplamente adotada, sua implementação requer cuidado e atenção para evitar introduzir problemas adicionais no equipamento. Entre elas, estão a introdução de defeitos não existentes, como falhas humanas, falhas de sobressalentes, danos durante partida e parada, e falhas nos procedimentos de manutenção

### 2.2.3 Manutenção Preditiva

À medida que o tempo avança, estamos constantemente evoluindo no campo da tecnologia. Equipamentos aprimorados, novos sensores e componentes capazes de fornecer informações essenciais no setor industrial. Além disso, o advento da Internet das Coisas (IoT) proporciona a oportunidade de monitorar unidades de medida em tempo real, abrindo um leque de possibilidades.

A manutenção preditiva se baseia nessas possibilidades, consiste no uso de registros antigos ou novos para análise e modificação de parâmetros de desempenho de algum equipamento, obedecendo a uma sistemática que tem como critério o estado do equipamento, seus limites com faixa de segurança, tempo de operação. Assim, identificando sintomas para a aplicação de uma intervenção antes de uma falha (ALMEIDA, 2007).

Figura 4 - Manutenção Preditiva



Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif, 2009.

A Figura 4 ilustra como a manutenção preditiva ocorre mediante a análise de desempenho. É essencial que esse nível esteja em um intervalo analítico aceitável, isso vai variar levando em consideração muitos fatores. Após a ultrapassagem desse limite previamente estabelecido, antes de uma falha total, é necessário um tempo de planejamento para a aplicação de uma manutenção corretiva planejada. Esse conjunto é a essência da manutenção detectiva, permitindo a operação contínua do equipamento pelo maior tempo possível.

Xenos (1998, p. 27) destaca o diferencial da manutenção preditiva e suas perspectivas para o futuro.

“As técnicas de manutenção preditiva têm sido cada vez mais divulgadas, até mesmo por alguns “especialistas” em manutenção, como algo bastante avançado e alheio aos outros métodos de manutenção. Devido ao uso de tecnologia avançada, a manutenção preditiva costuma ser tratada de forma diferenciada dentro das empresas – quase como uma ciência avançada demais para ficar nas mãos de qualquer pessoa.

#### 2.2.4 Manutenção Detectiva

De acordo com (ARAUJO e CÂMARA, 2010) manutenção detectiva é considerada um tipo de manutenção proativa, que visa anteceder eventuais falhas em um equipamento através de diversos caminhos, um deles é a investigação, testando e verificando a eficiência e desgaste de um componente antes mesmo da sua falha total, isso pode ser percebido através de ações de falhas já registradas antes no mesmo equipamento.

Por meio dos Testes de Detecção de Falhas, podem ser verificados na manutenção detectiva:

- Desgastes de peças e sensores internos;
- Deterioração por mal uso, uso excessivo ou em ambiente inadequado;
- Corrosão de componentes mecânicos ou eletrônicos;
- Corrosão de metais;
- Esfacelamento de fios elétricos que podem causar curtos-circuitos;
- Estresse de itens mecânicos;
- Envelhecimento de materiais e do equipamento em si, entre outros.

A diferença entre a manutenção detectiva e a preditiva está na forma que o diagnóstico é obtido, enquanto a preditiva faz necessário a medição e controle de parâmetros, a detectiva obtém seu diagnóstico de forma direta, através de informações colhidas do mesmo equipamento (ARAUJO e CÂMARA, 2010).

Portanto, quanto mais antigo for o conhecimento dos defeitos de um equipamento industrial, mais efetivo será a aplicação da manutenção detectiva e maior será a redução de níveis de paradas indesejadas para manutenções não programadas.

#### 2.2.5 Engenharia da Manutenção

De uma forma geral, com o conhecimento de todos os tipos de manutenção, é necessário um plano que consiga equilibrar de uma forma viável a implementação mediante as necessidades de atuação da manutenção. De acordo com (VIANA, 2006) a Engenharia da Manutenção é exatamente o suporte técnico que tem função de Consolidar a Rotina e Implementar Melhorias.

De acordo com (Kardec e Nascif, 2009) as principais atribuições da Engenharia de Manutenção são:

- Aumentar a disponibilidade
- Melhorar a manutenibilidade
- Aumentar a Segurança
- Solucionar problemas tecnológicos
- Dar suporte a execução
- Acompanhar os indicadores
- Zelar pela documentação Técnica
- Fazer Análise de Falhas e estudo
- Melhorar a capacitação dos funcionários
- Eliminar problemas crônicos
- Aumentar a confiabilidade
- Gerir materiais e sobressalentes
- Participar de novos projetos

Figura 5 – Engenharia da Manutenção



Fonte: ReserchGate - Esquema conceitual para gerenciamento de manutenção

A Figura 5 mostra que na Engenharia da Manutenção, nenhum tipo de manutenção substitui outra, mas associa uma a outra com um objetivo em comum, trazer

resultados positivos em termo de produtividade de diferenciação do negócio, realizando acompanhamento proativo e alimentando a infraestrutura de dados, permitindo realizar análise e estudos de melhorias futuras

### 2.3 Indicadores de Manutenção e Organização

Conforme ROSA (2006) destaca, os indicadores desempenham um papel fundamental ao possibilitar a quantificação dos parâmetros, simplificando-os em números que podem ser estabelecidos como metas após a comparação de duas ou mais situações.

Dessa forma, os indicadores de manutenção poderão ser utilizados para indicar pontos fortes, mas principalmente pontos fracos que necessitam de uma atenção maior devido a problemas que causam resultados indesejáveis, servindo como tradução do comportamento dos equipamentos. (MEGIOLARO, 2015)

Alguns dos indicadores mais utilizado para obtenção dos números para parâmetros citados acima, estão inclusos tempos de máquina funcionando, número de intervenções e tempo de reparo, como representados a seguir.

#### 2.3.1 MTBF: Tempo médio entre falhas

O indicador *Mean Time Between Failures (MTBF)* corresponde ao tempo decorrido entre o fim de uma reparação para o começo de uma reparação seguinte no mesmo equipamento, de forma simplificada é o tempo médio entre falhas (MARTINS,2012).

Utilizado como métrica avaliadora de eficiência de seus processos operacionais já que o ideal é que sua resposta seja o quanto maior possível, significando que as falhas estão ocorrendo em períodos longos com tempos de produção aumentados e consequentemente lucros maiores. A equação 1 apresenta o cálculo do indicador MTBF.

Equação 1 - Indicador MTBF

$$MTBF = \frac{T}{nf}$$

Em que  $T$  corresponde ao tempo total de duração do ensaio estudado e  $nf$  representa o número de falhas.

### 2.3.2 MTTR: Tempo médio para reparo

O *Mean Time to Repair (MTTR)* representa o tempo médio para reparação da falha do componente, máquina ou sistema. Esse indicador leva em conta alguns pontos, como tempo de detecção de problema, tempo de chamada, período do conserto, retorno e por fim o tempo real de reparo. Ou seja, todo o conjunto de tempo que leva desde a falha até a operação total da máquina em bom funcionamento (MARTINS,2012).

Frequentemente, esse indicador acaba sendo ignorado devido à má vontade ou à falta de preparo, tanto em termos de conhecimento quanto de estrutura organizacional, para uma intervenção adequada. É crucial compreender que um índice de MTTR mais elevado resulta em um maior tempo de paralisação de uma linha de produção, o que deve ser levado a sério pelas empresas atuais. Portanto, é essencial que as empresas dediquem atenção a esse fator e tomem as medidas necessárias para reduzir o MTTR. A equação 2 apresenta o cálculo do indicador MTTR.

Equação 2 - Indicador MTTR

$$MTTR = \frac{TNPman}{n}$$

Em que *TNPman* se refere ao tempo total de paradas não planejadas da manutenção e *n* é o número de intervenções.

### 2.3.3 Disponibilidade - DISP

De acordo com a Norma da ABNT – NBR 5462 (1994, p.2), Disponibilidade é dada pela seguinte descrição:

“Capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, manutenibilidade e suporte de manutenção, supondo que os recursos externos requeridos estejam assegurados.”

De forma resumida, a disponibilidade mede o tempo médio em que um equipamento de uma indústria está disponível para uso normal em uma produção. A disponibilidade depende de duas características, a confiabilidade e a manutenibilidade.

Portanto, quanto mais confiável for o equipamento em si, menor a probabilidade de falha e conseqüentemente maior a possibilidade de estar disponível. A manutenção pode aumentar a confiabilidade com estudos detalhados das falhas, buscando não somente resolver, mas compreender o que causa e evitar futuras paradas indesejadas. Já a Manutenibilidade está ligada ao tempo de reparo de um equipamento, sendo que claro que quanto menos um material tem a necessidade de ser reparado, maior sua manutenibilidade de portanto sua disponibilidade de uso (VERRI, 1995). A equação 3 apresenta o cálculo do indicador D da disponibilidade.

Equação 3 - Indicador Disponibilidade

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

### 2.3.1 Programa 5s

O programa 5s teve seu início no final da Segunda Guerra Mundial após o Japão terminar totalmente devastado e em crise mediante as grandes potências que saíram vitoriosas. O país necessitava urgentemente de uma reestruturação e foi através da ideia do programa que recebeu o nome de 5S criado por Kaoru Ishikawa na década de 50. Tinha como papel principal colocar ordem no país devastado, e se tornou o principal instrumento de gestão da qualidade e da produtividade não só Japão, mas do mundo.

A Figura 6 representa o significado de cada atividade do “5S”.

Figura 6 – Atividades do “5S”



Fonte: Revista FERRAMENTAL

### Seiri – Senso de Utilização

Muitas empresas ainda possuem um exagero no acúmulo de materiais e etapas que não são necessárias. O senso de utilização tem a função de propor um questionamento até a tomada de decisão que deixe o ambiente de trabalho mais útil, checando equipamentos, objetos, materiais, documentos etc.

Tudo que não tiver utilidade deverá ser descartado, evitando a aglomeração que muitas vezes acontece de forma natural, sem a percepção do próprio funcionário do meio. O resultado do Seiri é um ambiente de trabalho limpo sem desperdícios e excesso.

### Seiton – Senso de Organização

O senso de utilização é baseado na reflexão e ação de uma equipe como um todo para selecionar o que realmente é necessário visando a simplificação. Alguns exemplos de sua aplicação são na etiquetagem, estantes para organização, identificação de instrumentos, materiais e gavetas.

A organização não se limita apenas ao formato físico, o digital sofre influência do 5S. Pastas organizadas por setor e área de atuação, Arquivos salvos por nomes padronizados ou códigos conhecidos pelas pessoas que utilizam, tudo que for tido como um facilitador para o acesso do funcionário é cabível a essa atividade.

Com o Seiton é possível agilizar processos, torná-los mais intuitivos e de fácil acesso. Com isso a produtividade é aumentada e o tempo reduzido.

### Seisou – Senso de Limpeza

O senso de limpeza desempenha um papel fundamental no contexto empresarial, refletindo a responsabilidade individual dos funcionários não apenas em suas áreas de atuação, mas também nas áreas comuns de livre acesso. A manutenção de um ambiente limpo e agradável é essencial para promover o bem-estar dos colaboradores e, conseqüentemente, impulsionar a produtividade das atividades realizadas no local de trabalho.

É importante ressaltar que o senso de limpeza não se limita apenas às tarefas de higienização, mas abrange também a organização e a manutenção adequada dos materiais e equipamentos utilizados no cotidiano profissional. A atenção aos detalhes e a proatividade na identificação e solução de possíveis problemas contribuem para a eficiência das operações e

para a redução de custos, uma vez que a preservação dos recursos evita desperdícios e prolonga a vida útil dos itens utilizados.

#### Seiketsu – Senso de Saúde e Higiene

O senso de Saúde e Higiene, também conhecido como Senso de Padronização, desempenha um papel fundamental ao garantir a correta aplicabilidade dos métodos na empresa. Embora seja considerado simples, não se pode subestimar sua importância na promoção de um ambiente de trabalho saudável e seguro.

É imprescindível compreender que buscar a melhoria contínua é essencial, não devendo nos acomodar com o que está funcionando bem. Devemos constantemente nos esforçar para aprimorar e alcançar níveis superiores de desempenho. Ao fazer isso, podemos inspirar outros setores e colaboradores, tornando-nos referência para a busca de excelência em toda a organização.

#### Shitsuke – Senso de Autodisciplina

O senso de autodisciplina, assim como o senso anterior, desempenha um papel crucial ao apoiar e capacitar as pessoas envolvidas no processo, tornando-as agentes ativos na construção da visão e cultura da empresa. Trata-se da conscientização individual e coletiva de que a busca por um ambiente propício traz consigo benefícios significativos que não podem ser ignorados.

Além disso, a autodisciplina promove a integridade e a ética profissional. Ela fortalece a cultura organizacional ao criar um ambiente de confiança e respeito mútuo. Quando os colaboradores estão comprometidos em agir de maneira ética e responsável, os valores da empresa são refletidos em cada interação e decisão tomada.

#### 2.3.2 Programa 3R

O programa 3R, também conhecido como Reduzir, Reutilizar e Reciclar, é uma abordagem que visa promover a sustentabilidade e a gestão adequada dos resíduos. O conceito dos 3Rs enfatiza a importância de reduzir a geração de resíduos, reutilizar materiais sempre que possível e reciclar aqueles que não podem ser evitados ou reutilizados (CASTILLIONI, K. P., 2019).

A primeira etapa do programa é a redução, que envolve a diminuição da quantidade de resíduos produzidos. Isso pode ser alcançado por meio de práticas como o consumo consciente, a minimização de embalagens e a utilização de produtos duráveis.

A segunda etapa é a reutilização, que busca prolongar a vida útil dos materiais. Isso pode ser feito por meio da doação, revenda ou reforma de produtos, evitando assim a necessidade de adquirir novos itens.

A terceira etapa é a reciclagem, na qual os materiais são processados para que possam ser utilizados na fabricação de novos produtos. A reciclagem contribui para a conservação dos recursos naturais, redução da demanda por matérias-primas virgens e diminuição da quantidade de resíduos enviados para aterros sanitários.

Em resumo, o programa 3R visa promover a sustentabilidade por meio da redução, reutilização e reciclagem dos resíduos, buscando minimizar o impacto ambiental e promover uma economia mais circular e eficiente.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1 Problemática da empresa**

O processo de produção da empresa têxtil estudada é composto por diferentes estágios, que desempenham um papel fundamental na criação e entrega dos produtos. Cada estágio é cuidadosamente planejado e executado para garantir a eficiência e a qualidade em todas as etapas da produção têxtil.

O primeiro estágio, conhecido como Abertura, desempenha um papel fundamental na preparação do bloco de algodão imprensado para as etapas subsequentes. Durante essa fase, o algodão é cuidadosamente aberto, removendo-se impurezas como areia, resíduos orgânicos e não orgânicos. Além disso, é realizado um processamento adequado para garantir que o material esteja pronto para avançar para a próxima etapa do processo de produção.

O segundo estágio é a Fiação, a onde o algodão limpo e preparado é transformado em diferentes tipos de fio, dependendo da necessidade nas etapas seguintes. Esse estágio é de extrema importância pois a qualidade do fio influencia muito na qualidade do produto, portanto é fundamental a realização de testes de qualidade para cada tipo produzido além de ser um setor que necessita ter uma atenção redobrada na manutenção pois uma falha pode acarretar uma perda de lote.

O terceiro estágio engloba a etapa de pintura do fio, que ocorre após o processo de fiação. Essa fase é de extrema importância para garantir o padrão de cores específicas dos produtos, seguindo um catálogo fornecido pela empresa. É nesse estágio que as cores são aplicadas ao fio, permitindo a criação de produtos com tonalidades precisas e de acordo com as exigências de qualidade estabelecidas pela empresa.

O quarto estágio concentra-se no Setor de Tecelagem, que será abordado devido a problemas relacionados à manutenção, sendo esse o foco do trabalho.

O Setor de Tecelagem é responsável por receber tanto o fio neutro, de cor branca, quanto o fio tingido. Utilizando a máquina de tear, é possível produzir rolos de jeans de alta qualidade. No entanto, questões relacionadas à manutenção têm impactado negativamente a eficiência e a produtividade nesse setor.

A fim de compreender adequadamente as principais questões enfrentadas pela empresa no setor de tecelagem, foram realizados procedimentos de pesquisa que contribuiriam

para identificar os pontos críticos e áreas com potencial de melhoria. Essas etapas de pesquisa foram divididas em:

- Pesquisa sobre o setor da tecelagem e as principais atividades de manutenção realizadas, possibilitando uma reunião de conhecimento e permitindo perguntas relevantes durante a entrevista.
- Entrevista com os funcionários da Tecelagem no setor da Manutenção: É nessa etapa que foi possível obter um compartilhamento de experiências e perspectivas de diferentes hierarquias do setor estudado, focando em perguntas na qual a resposta possa fornecer exemplos e detalhes
- Acompanhamento do processo produtivo: Nessa etapa é possível recolher informações na prática de pontos a melhorar que são considerados “invisíveis” e que não é possível obter através apenas da entrevista.
- Acompanhamento de resultados e metas: Análise de todas as informações coletadas nas etapas anteriores e início do plano de tomada de decisão baseado no melhor resultado.

Após a conclusão das etapas de estudo, foi possível numerar alguns pontos de melhoria no setor estudado, que é dado por:

- Aprimoramento da qualidade através da redução de falhas e paradas;
- Falhas ocasionadas por componentes e equipamentos muito velhos;
- Implementação de controle efetivo de entrada e saída de placas eletrônicas;
- Aperfeiçoamento do registro e controle de defeitos em placas eletrônicas;
- Estabelecimento de rotinas de limpeza para garantir o bom funcionamento dos equipamentos;
- Implementação de um acompanhamento sistemático de testes de placa;
- Inexistência de uma manutenção preventiva em placas eletrônicas, a manutenção vigente era a corretiva não planejada utilizando componentes reserva;
- Melhoria na organização e detalhamento da ordem de serviço, tanto para falhas quanto para o retorno de consertos;
- Ausência de histórico de reparos para facilitar o conserto em um possível retorno de equipamento;

Por fim, ao considerar cuidadosamente todas as áreas identificadas para melhoria, torna-se evidente a necessidade de um plano de ação abrangente para aprimorar o

setor de tecelagem como um todo. O objetivo principal deste trabalho é apresentar os tópicos seguintes que irão se concentrar especificamente nesse plano de ação, visando impulsionar a eficiência, a produtividade e a qualidade no setor de tecelagem.

### 3.2 Definição das etapas da metodologia

Após a análise dos desafios enfrentados pela empresa, é possível elaborar um esquema de etapas para a tomada de decisão visando melhorias nos pontos críticos mencionados anteriormente. São eles:

Etapa 1: Codificação e etiquetagem de placas eletrônicas;

Etapa 2: Criação de um banco de dados para registro de defeitos com base na etiqueta, data, máquina de saída e histórico;

Etapa 3: Plano de ação voltado a melhoria na manutenção da eletrônica;

Etapa 4: Análise das informações coletadas e suas apresentações através de indicadores de desempenho;

Ao seguir essas etapas, a empresa fortalecerá seu controle sobre as placas eletrônicas, melhorando a identificação e registro de defeitos, analisando dados de forma eficiente e implementando ações concretas para aprimorar a manutenção eletrônica, resultando em um melhor desempenho geral do setor da tecelagem.

Figura 7 - Etapas da Metodologia

Etapa	Definição	Resumo
1	Codificação e etiquetagem de placas eletrônicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Priorizar as placas com maior incidência de falha</li> <li>- Criar a etiqueta padrão com uma sigla facilmente identificável</li> <li>- Etiquetagem somente das placas que dão entrada para conserto</li> </ul>
2	Criação de um banco de dados para registro de defeitos com base na etiqueta, data, máquina de saída e histórico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Criar uma etiqueta de defeito com informações relevantes</li> <li>- Desenvolver um banco de dados para receber as mesmas informações da etiqueta</li> </ul>
3	Plano de ação voltado a melhoria na manutenção da eletrônica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manipular as informações obtidas com os cadastros e apresentar de uma forma quantitativa</li> <li>- Analisar o histórico de defeitos e promover ações de melhoria</li> </ul>
4	Análise das informações coletadas e suas apresentações através de indicadores de desempenho	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Criar gráficos de acompanhamento de desempenho</li> <li>- Mostrar as melhorias ao longo do tempo após a aplicação da metodologia</li> </ul>

Fonte: Elaborado pelo Autor

### **3.3 Detalhamento das etapas da metodologia**

#### **3.3.1 Codificação e etiquetagem de placas eletrônicas**

A etapa de codificação e etiquetagem de placas eletrônicas é fundamental para garantir a rastreabilidade e identificação precisa desses componentes ao longo do processo produtivo, ajudando a evitar misturas, perdas ou confusões, contribuindo para uma gestão mais organizada e assertiva.

Essas informações podem incluir dados como o número de série, data de fabricação, especificações técnicas e outras informações relevantes para fins de rastreabilidade e histórico de cada placa desde que esteja aplicada de forma clara e acessível.

#### **3.3.2 Criação de um banco de dados para registro de defeitos com base na etiqueta**

A etapa de criação de um banco de dados para registro de defeitos com base na etiqueta é essencial para acompanhar e documentar de forma sistemática os defeitos identificados em placas eletrônicas.

A utilização de qual meio de registro utilizado pode variar dependendo da utilização e as ferramentas disponibilizadas, desde que esteja integrado ao sistema de codificação e etiqueta da etapa anterior, assim, sendo possível vincular automaticamente as informações de defeitos ao número da placa, facilitando a pesquisa de dados anteriores.

É necessário manter um padrão de nomenclatura para os defeitos registrados, só assim é possível identificar de forma visual e estatística se os defeitos estão se repetindo, se possuem um padrão e por fim qual o mais problemático para o menos problemático.

Por fim, é essencial que o banco de dados esteja disponível de uma forma acessível e de fácil consulta para a equipe responsável pela manutenção, feito por meio de um sistema de gerenciamento intuitivo e interface de usuário amigável.

### 3.3.3 Plano de ação voltado a melhoria na manutenção da eletrônica

A etapa de criação de um plano de ação voltado para a melhoria na manutenção da eletrônica é essencial para abordar de maneira sistemática e eficaz os pontos críticos identificados.

Com base na análise das informações coletadas e dos indicadores de desempenho, identificar os problemas mais urgentes e que requerem atenção imediata na área de manutenção eletrônica. Isso pode incluir problemas recorrentes, falhas críticas, altos tempos de parada ou qualquer outro aspecto que esteja afetando negativamente o desempenho.

Estudar ações necessárias para resolver os problemas identificados e alcançar as metas estabelecidas. Isso pode envolver diversas atividades, como atualização de equipamentos, treinamento da equipe, implementação de novos procedimentos de manutenção, melhoria da gestão de peças de reposição, entre outras.

Promover uma cultura de melhoria contínua na manutenção eletrônica, incentivando a identificação de novas oportunidades de melhoria, a implementação de boas práticas e a atualização constante dos processos e procedimentos.

### 3.3.4 Análise das informações coletadas e suas apresentações através de indicadores de desempenho

A etapa de análise das informações coletadas e suas apresentações por meio de indicadores de desempenho é crucial para obter insights valiosos e tomar decisões embasadas.

Reunir os dados registrados nas etapas anteriores, como informações de defeitos, tempos de parada, placas mais problemáticas, histórico de manutenção, entre outros. Esses dados devem ser consolidados em um formato adequado para facilitar a análise.

Um desses formatos é através de gráficos indicadores de desempenho, com informações de taxa de falha, tempo médio de reparo, tempo de parada não planejada. Os indicadores devem estar alinhados com os objetivos da empresa e as metas estabelecidas.

Por fim, é importante compartilhar os resultados da análise com as partes interessadas relevantes, como a equipe de manutenção, gestores e outros departamentos relacionados. Isso promove uma compreensão comum dos desafios e oportunidades e facilita a colaboração para a implementação de soluções.

## 4. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

### 4.1 Codificação e etiquetagem de placas eletrônicas

#### 4.1.1 Estrutura Eletrônica do setor de Tecelagem

O setor da Tecelagem é responsável por uma das etapas principais na produção da indústria estudada, na qual resulta no tecido jeans. Como foi estudado no capítulo anterior, é um setor que enfrenta diversos problemas que afetam diretamente a qualidade do produto, um desses problemas é na parada total do tear, por problemas eletrônicos.

Na figura 8 podemos ver a máquina de tear que é o principal equipamento do setor analisado.

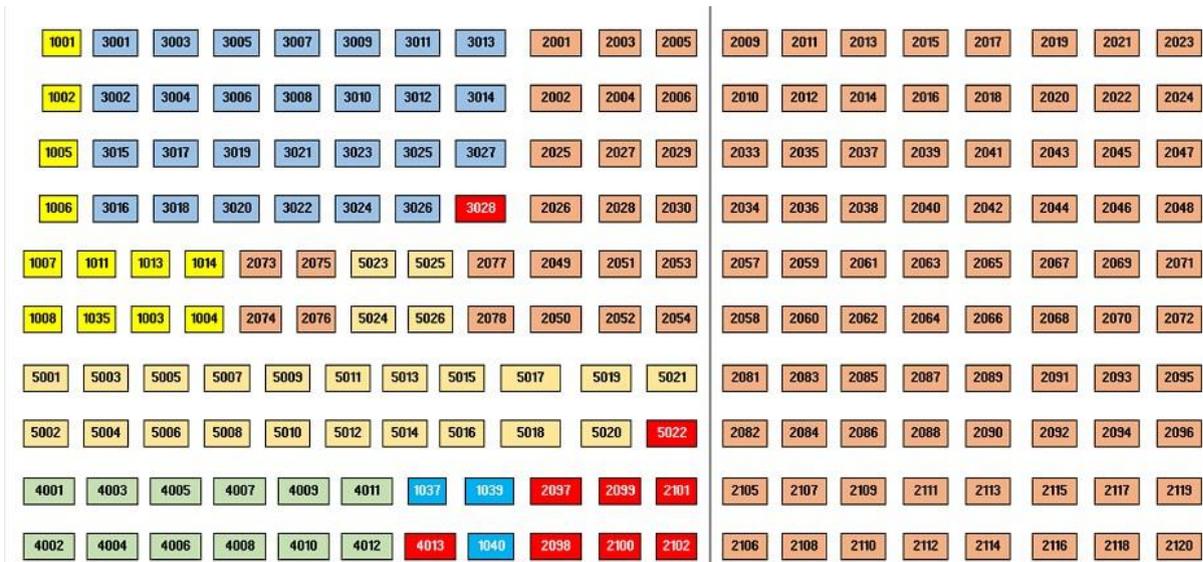
Figura 8 – Teares



Fonte: Elaborado pelo Autor

A empresa analisada possui uma diversidade de Teares, conforme apresentado na Figura 9 e 10. A disposição desses teares segue uma estrutura que facilita a mobilidade tanto dos operadores quanto dos veículos de carga. Além disso, eles são posicionados levando em consideração um critério de cores, que é determinado pelo tipo de tear, modelo e ano de fabricação.

Figura 9 – Layout dos Teares na Tecelagem



Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 10 – Tipos de Teares

QT.	TIPO DE TEAR	MODELO	ANO FAB.	ACIONAM. CALA	MOD. CAIXA	LARGURA TEAR	ORIGEM
28	JATO DE AR TOYOTA	JAT710	2012	MAQUINETA	E-SHED	2100	JAPAN
13	JATO DE AR SUMMUM	SUMMUM	2013	EXCÊNTRICO	S 1661	2200	BÉLGICA
12	JATO DE AR PICANOL	OMP-2-P	2001	EXCÊNTRICO	S 1661	2200	BÉLGICA
110	JATO DE AR PICANOL	OMP-2-P	2003	EXCÊNTRICO	S 1761	2200	BÉLGICA
3	JATO DE AR PICANOL	OMP-2-P	2004	EXCÊNTRICO	S 1761	2200	BÉLGICA
26	PINÇA PICANOL	GAMMAX	2003	MAQUINETA	S 2622	2200	BÉLGICA
192	TOTAL DE TEARES NA TEC UNIDADE III						

Fonte: Elaborado pelo Autor

Os teares são classificados em JATO DE AR TOYOTA, JATO DE AR SUMMUM e PICANOL, totalizando 28, 13 e 151 unidades, respectivamente. Observa-se que os teares JATO DE AR TOYOTA e JATO DE AR SUMMUM são mais recentes e atuais, de acordo com o ano de fabricação. Por outro lado, a maioria dos teares é do tipo PICANOL, que são mais antigos e apresentam componentes menos modernos.

É importante ressaltar que os teares do tipo PICANOL são os mais propensos a problemas, devido à sua idade e à falta de atualização em seus componentes. Para melhor compreensão, a figura 11 ilustra uma comparação de preços das principais placas dos teares PICANOL, com foco em duas delas que serão analisadas posteriormente.

Figura 11 – Preço das Principais Placas Picanol



Fonte: Elaborado pelo Autor

Tabela 1 - Porcentagem de entrada em cada placa

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	Média
<b>AIB</b>	30,30%	43,08%	31,37%	43,33%	43,33%	43,08%
<b>IPS</b>	25,00%	21,54%	22,55%	33,33%	22,22%	22,55%
<b>ACM</b>	14,39%	13,85%	6,86%	3,33%	11,11%	11,11%
<b>MCB</b>	12,88%	0,00%	22,55%	6,67%	5,56%	6,67%
<b>TCL</b>	13,64%	16,92%	11,76%	13,33%	8,89%	13,33%
<b>TRX</b>	3,79%	4,62%	4,90%	0,00%	8,89%	4,62%

Fonte: Elaborado pelo Autor

De todas as placas registradas e analisadas no programa desenvolvido, a Tabela 1 destaca as duas que prevalecem no quesito entradas. Somente a placa AIB comanda em média 43,08% de toda a carga de trabalho do Tear Picanol desenvolvida pelo setor da eletrônica. Devido a isso, o foco principal do trabalho gira em torno de melhorar principalmente os índices das duas placas com maiores incidência de falhas.

Com o decorrer do tempo a ampliação dessas medidas de controle facilitarão de uma forma mais geral todos os componentes do tear.

#### 4.1.2 Codificação

Baseado no número de teares Picanol apresentado anteriormente, é possível obter uma tabela na qual é representada a quantidade exata de placas operantes e suas determinadas placas reserva.

Tabela 2 – Lista de Quantidade de Placas AIB e IPS

<b>Placas IPS e AIB</b>			
<b>Tipo de Placa</b>	<b>Placas em Funcionamento</b>	<b>Reservas</b>	<b>Total</b>
AIB	151	8	159
IPS	151	7	158

Fonte: Elaborado pelo Autor

Podemos analisar na Tabela 2 que o número de placas reservas não correspondem de uma forma adequada a quantidade de placas operantes, isso traz diversos problemas pois a uma única placa reserva AIB supre a necessidade de reposição de 18 placas em funcionamento em teares e uma placa reserva IPS supre a necessidade de reposição de 21 placas em funcionamento. Outro problema enfrentado é devido a elevada quantidade de placas operantes que não possuíam uma forma de rastreio.

Uma forma de resolver esse problema foi no desenvolvimento de uma etiqueta semelhante a figura 12

Figura 12 – Etiqueta de Rastreio de Placas



Fonte: Elaborado pelo Autor

A opção pela utilização de uma etiqueta alfanumérica é respaldada por vários motivos. Primeiramente, destaca-se a sua capacidade de fornecer uma identificação única, o que facilita a pesquisa e localização do equipamento dentro de um sistema de gerenciamento. Com essa identificação individualizada, é significativamente reduzida a probabilidade de confusão ou mistura com outros itens semelhantes.

Outro motivo relevante é a capacidade praticamente ilimitada de criar etiquetas sem repetições, bem como a flexibilidade de incluir uma variedade de informações em uma única etiqueta. Essas características fazem uma grande diferença, especialmente em empresas de grande porte.

As informações relevantes que foram aderidas, de acordo com a figura 12 são:

- Estabelecimento;
- Tipo de Placa;
- Nome da Placa;
- Número da Placa;

O Estabelecimento se dá pois a empresa estudada possui mais de uma unidade de operação dividida globalmente, o número “008” é referente ao código da unidade estudada.

O Tipo de Placa é uma ideia de aplicação futura que não foi implementada no caso estudado pois se tratava apenas de um setor. Com o passar do tempo, se a ideia ganhar força e outros setores que possuem equipamentos elétricos, equipamento de medição ou calibração optarem por utilizar esse tipo de rastreo, essa TAG seria essencial para o rastreo de uma forma mais ampla na empresa.

O Nome da Placa é fundamental, ela deve ser determinada de forma estratégica devido a diferentes formas de chamar um mesmo componente. Nesse caso foi utilizado a abreviatura em 3 letras dos nomes das principais placas de um Tear da Picanol.

O Número da Placa vai variar muito da quantidade de placas disponíveis pela empresa, tanto operante quanto reserva.

Após a impressão das etiquetas foi necessário o processo de etiquetagem de forma prática e lógica, não foi necessário parar a linha de produção para etiquetar cada placa eletrônica citada. A ideia aplicada foi colocar as etiquetas conforme as placas davam entrada na eletrônica, isso ajudou a manter as que necessitavam ser monitoradas com sua etiqueta e a poupar o trabalho de etiquetas as que nunca deram defeito.

Uma preocupação vigente era a localização de aplicação, foi necessário vistoriar como elas permaneciam no tear para a etiqueta ser implantada em uma região de fácil acesso e visualização como visto na figura 13.

Figura 13 - Placa com Etiqueta



Fonte: Elaborado pelo Autor

## 4.2 Criação de um banco de dados para registro de defeitos com base na etiqueta

### 4.2.1 Etiqueta de informações do Defeito

Quando qualquer equipamento dá defeito e é encaminhado para conserto, é necessária a criação de uma OM (Ordem de Manutenção) para que sejam registradas algumas informações relevantes para análises de gestão relacionados a quantidade, OMs por período, gastos com manutenção, gráficos de tendência, etc.

A informações disponibilizadas através de uma ordem de manutenção são bem triviais, da mesma forma que também são de difícil criação e acesso através do sistema da empresa. Portanto, é necessário que na placa esteja escrito de forma clara e objetiva o defeito apresentado e outras informações relevantes, a cada entrada de placa.

Na empresa estudada, essa informação essencial era feita de forma improvisada, escrita em papel adesivo, colada e muitas vezes escrita na própria placa. Uma forma de agilizar e facilitar o trabalho de quem troca e de quem conserta a placa, foi criada uma

etiqueta com informações relevantes que ajuda tanto no reparo quanto no registro no banco de dados.

A figura 14 mostra a etiqueta com suas devidas informações:

Figura 14 – Etiqueta de Defeito


Tear:
Turno:
Mat/Visto:
Data:
Identificação Defeito:
 PROGRAMA 5S

Fonte: Elaborado pelo Autor

As informações solicitadas na etiqueta são:

- Tear;
- Turno;
- Mat/Visto;
- Data;
- Identificação Defeito;

O tear é onde o operador irá indicar em qual tear com falha a placa eletrônica defeituosa está saindo. Essa informação nos dá um vislumbre para analisar não somente as falhas de uma placa, mas a origem delas e tentar encontrar alguma relação.

O turno pode ser dividido entre A, B e C, dependendo da empresa. É uma informação nova que por mais que seja simples, é possível obter uma análise referente a quantidade de falhas por turno e uma possível estratégia de intervenção.

A matrícula nos dá a informação de qual operador interveio na falha da máquina fonte e na troca e retirada da placa defeituosa. Com essa informação é possível extrair possíveis dúvidas acerca desse conjunto. É possível que o operador não seja qualificado para exercer essa atividade ou não tenha a experiência necessária para efetuar os testes.

A data é fundamental para compreendermos o período em que todas as informações anteriores foram registradas, é a base da análise.



#### 4.2.3. Banco de Dados em VBA

Foram realizados diversos esforços para obter informações de maneira eficaz sobre uma falha. Isso incluiu a implementação de etiquetas fixas para identificação das placas e, de maneira complementar, etiquetas variáveis para identificar os defeitos. Além disso, foi estabelecido um livro dedicado para o registro dessas informações de forma escrita, garantindo um registro preciso e confiável.

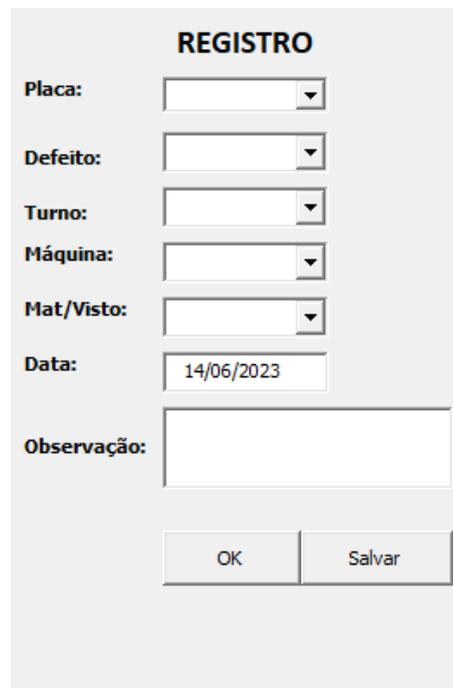
Assim, essas informações podem ter utilidade, porém, há certas limitações quando se trata de analisar dados com um número elevado de registros. Uma forma solucionar esse problema é utilizando um banco de dados. Existem diversas formas de criar um banco de dados em diferentes softwares, isso irá depender da aplicabilidade e da necessidade do usuário.

Senso assim, baseado nas informações disponibilizadas e optando por uma plataforma na qual os funcionários estão mais aptos a utilizar de forma simples e intuitiva, o excel foi utilizado como ferramenta principal de todos os registros.

O excel tem uma boa capacidade para portar dados e de fácil utilização, além de possibilitar o registro e análise de dados através de gráficos na mesma plataforma sem a necessidade de exportação para software externos. De mesmo modo, em busca de uma agilidade de operação e automatização, foi utilizada uma das diversas extensões do Excel, o VBA (Visual Basic Application), nele é possível realizar centenas de ações em apenas um click, tornando todo o processo mais simples. Além disso, nele é possível criar um aparato denominado UserForm onde é possível criar um Layout interativo, abrindo um leque de possibilidades.

A figura 16, 17, 18 e 19 ilustram o funcionamento do Banco de dados criado para registrar e analisar os dados de defeitos.

Figura 16 – Registro de Defeitos



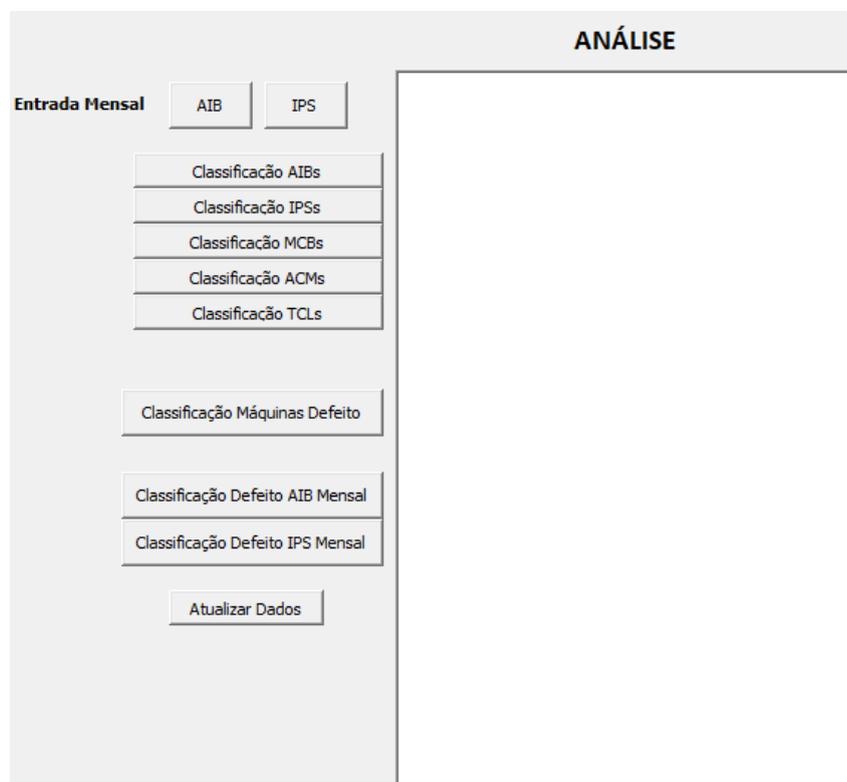
O formulário, intitulado "REGISTRO", contém os seguintes campos:

- Placa:** Campo de seleção com uma seta para baixo.
- Defeito:** Campo de seleção com uma seta para baixo.
- Turno:** Campo de seleção com uma seta para baixo.
- Máquina:** Campo de seleção com uma seta para baixo.
- Mat/Visto:** Campo de seleção com uma seta para baixo.
- Data:** Campo de texto contendo o valor "14/06/2023".
- Observação:** Campo de texto grande e vazio.

Na base do formulário, há dois botões: "OK" e "Salvar".

Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 17 – Análise Rápida de Placas, Teares e Defeitos



O formulário, intitulado "ANÁLISE", apresenta a seguinte estrutura:

- Entrada Mensal:** Seção com dois botões "AIB" e "IPS".
- Classificação AIBs:** Botão para acessar a classificação de AIBs.
- Classificação IPSs:** Botão para acessar a classificação de IPSs.
- Classificação MCBs:** Botão para acessar a classificação de MCBs.
- Classificação ACMs:** Botão para acessar a classificação de ACMs.
- Classificação TCLs:** Botão para acessar a classificação de TCLs.
- Classificação Máquinas Defeito:** Botão para acessar a classificação de máquinas com defeito.
- Classificação Defeito AIB Mensal:** Botão para acessar a classificação de defeitos AIB mensais.
- Classificação Defeito IPS Mensal:** Botão para acessar a classificação de defeitos IPS mensais.
- Atualizar Dados:** Botão para atualizar as informações.

À direita do formulário, há um grande espaço em branco destinado à visualização dos resultados da análise.

Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 18 – Pesquisa individual de Histórico

### PESQUISA

AIB

IPS

Máquina

Pesquisar AIB

Pesquisar IPS

Pesquisar Máquina

Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 19 – UserForm do Banco de Dados

#### REGISTRO

Placa:

Defeito:

Turno:

Máquina:

Mat/Visto:

Data:

Observação:

#### ANÁLISE

Entrada Mensal  AIB  IPS

Classificação AIBs

Classificação IPSs

Classificação MCBs

Classificação ACMs

Classificação Máquinas Defeito

Classificação Defeito AIB Mensal

Classificação Defeito IPS Mensal

#### PESQUISA

AIB

IPS

Máquina

Pesquisar AIB

Pesquisar IPS

Pesquisar Máquina

##### Entrada AIB/IPS

Mês	AIB	IPS
JAN	40	35
FEV	28	14
MAR	32	23
ABR	25	20
MAI	39	20
JUN	9	9

##### N. Tear Anotado na Etiqueta

Mês	Porcentagem
JAN	46,21%
FEV	35,98%
MAR	31,37%
ABR	35,33%
MAI	53,33%
JUN	42,86%

##### RETORNO

Mês	AIB	IPS
JAN	66,7%	37,5%
FEV	64,7%	16,7%
MAR	35,3%	14,3%
ABR	36,8%	25,0%
MAI	56,0%	33,3%
JUN	0,0%	32,6%

##### Entrada Geral Eletrônica

Mês	Entrada
JAN	152
FEV	95
MAR	102
ABR	60
MAI	90
JUN	21

Mar/2022 ~ By: Allan Alves

Fonte: Elaborado pelo Autor

A Figura 16 representa o registro de todas as informações adquiridas através da etiqueta, foi possível adicionar um campo de observações para nomes de falhas mais complexos serem simplificados como padrão na parte de defeito. Para registrar é necessário pressionar o botão “OK” a cada entrada de dados, e salvar logo após concluir todos os itens da lista de ocorrência.

A Figura 17 representa a parte de análise das informações obtidas, é uma análise mais simples já que a visualização de gráficos é feita a parte. Nesse recurso é possível obter a informação de quantidade de placas em cada mês, ranking de placas mais problemáticas, ranking de teares com maior incidência de placas com falhas e analisar a porcentagem de defeitos mais comuns a cada mês em determinados tipos de placa.

A Figura 18 representa a pesquisa individual, como na figura anterior foi possível analisar de forma mais geral algumas informações relevantes, nessa ferramenta é possível verificar os defeitos de determinados teares e placas pesquisando por etiqueta. Esse recurso é essencial na análise mais precisa de histórico antes do reparo.

Por fim a Figura 19 mostra o programa desenvolvido por um todo, com todos os recursos e ferramentas de registro, análise e pesquisa. Além disso, é possível verificar alguns gráficos de desempenho que serão apresentados no capítulo 4.

Figura 20 – Banco de Dados

ID	DT Entrada	Etiqueta	Descricao	Sector	Defeito	MÊS	ANO	Soma Total	Semana	Máquina
1	04/01/2023	08IPS0002	PLACA IPS	TECELAGEM	DC OK	JAN	2023	1	1	5012
2	04/01/2023	08IPS0075	PLACA IPS	TECELAGEM	APAGOU	JAN	2023	1	1	5017
3	04/01/2023	08IPS0070	PLACA IPS	TECELAGEM	48V	JAN	2023	1	1	2106
4	04/01/2023	08AIB0123	PLACA AIB	TECELAGEM	TESOURA	JAN	2023	1	1	S/ Inf
5	04/01/2023	08AIB0061	PLACA AIB	TECELAGEM	SPI	JAN	2023	1	1	1002
6	05/01/2023	08IPS0101	PLACA IPS	TECELAGEM	290V	JAN	2023	1	1	S/ Inf
7	06/01/2023	08IPS0033	PLACA IPS	TECELAGEM	DC OK	JAN	2023	1	1	S/ Inf
8	06/01/2023	08IPS0102	PLACA IPS	TECELAGEM	APAGOU GERAL	JAN	2023	1	1	S/ Inf
9	09/01/2023	08AIB0008	PLACA AIB	TECELAGEM	ELSY	JAN	2023	1	2	2100
10	09/01/2023	08AIB0074	PLACA AIB	TECELAGEM	F11	JAN	2023	1	2	S/ Inf
11	09/01/2023	08IPS0054	PLACA IPS	TECELAGEM	APAGOU GERAL	JAN	2023	1	2	5012
12	09/01/2023	08IPS0160	PLACA IPS	TECELAGEM	APAGOU GERAL	JAN	2023	1	2	1014
13	09/01/2023	08IPS0064	PLACA IPS	TECELAGEM	APAGOU GERAL	JAN	2023	1	2	S/ Inf
14	09/01/2023	08IPS0023	PLACA IPS	TECELAGEM	290V	JAN	2023	1	2	1040
15	09/01/2023	08MCB0001	PLACA MCB	TECELAGEM	CODIFICADOR	JAN	2023	1	2	2092
16	09/01/2023	08MCB0002	PLACA MCB	TECELAGEM	ENCODER	JAN	2023	1	2	S/ Inf
17	09/01/2023	08MCB0003	PLACA MCB	TECELAGEM	VELOCIDADE ALTA	JAN	2023	1	2	2011
18	09/01/2023	08MCB0004	PLACA MCB	TECELAGEM	COMUNICAÇÃO	JAN	2023	1	2	2111
19	09/01/2023	08AIB0053	PLACA AIB	TECELAGEM	VMNM	JAN	2023	1	2	1014
20	09/01/2023	08AIB0082	PLACA AIB	TECELAGEM	VMNM	JAN	2023	1	2	2016
21	09/01/2023	08TCL0001	PLACA TCL	TECELAGEM	APAGOU GERAL	JAN	2023	1	2	2050
22	09/01/2023	08TCL0002	PLACA TCL	TECELAGEM	APAGOU GERAL	JAN	2023	1	2	2098
23	10/01/2023	08IPS0115	PLACA IPS	TECELAGEM	DC OK	JAN	2023	1	2	1014
24	10/01/2023	08IPS0119	PLACA IPS	TECELAGEM	290V	JAN	2023	1	2	2081
25	10/01/2023	08AIB0058	PLACA AIB	TECELAGEM	ELSY	JAN	2023	1	2	S/ Inf
26	10/01/2023	08AIB0008	PLACA AIB	TECELAGEM	ELSY	JAN	2023	1	2	S/ Inf
27	10/01/2023	08AIB0102	PLACA AIB	TECELAGEM	RV	JAN	2023	1	2	2084
28	10/01/2023	08IPS0169	PLACA IPS	TECELAGEM	APAGOU GERAL	JAN	2023	1	2	2108
29	10/01/2023	08TCL0003	PLACA TCL	TECELAGEM	APAGOU GERAL	JAN	2023	1	2	5004
30	10/01/2023	08AIB0053	PLACA AIB	TECELAGEM	VMNM	JAN	2023	1	2	S/ Inf
31	10/01/2023	08AIB0082	PLACA AIB	TECELAGEM	VMNM	JAN	2023	1	2	S/ Inf
32	11/01/2023	08IPS0033	PLACA IPS	TECELAGEM	DC OK	JAN	2023	1	2	5012
33	11/01/2023	08TCL0004	PLACA TCL	TECELAGEM	APAGOU GERAL	JAN	2023	1	2	2028
34	11/01/2023	08TCL0005	PLACA TCL	TECELAGEM	APAGOU GERAL	JAN	2023	1	2	S/ Inf
35	12/01/2023	08AIB0042	PLACA AIB	TECELAGEM	S/ Inf	JAN	2023	1	2	2067
36	12/01/2023	08MCB0005	PLACA MCB	TECELAGEM	TENSAO REMCP	JAN	2023	1	2	2095
37	12/01/2023	08AIB0072	PLACA AIB	TECELAGEM	PFT	JAN	2023	1	2	S/ Inf
38	12/01/2023	08AIB0053	PLACA AIB	TECELAGEM	VMNM	JAN	2023	1	2	S/ Inf
39	12/01/2023	08AIB0064	PLACA AIB	TECELAGEM	ELSY	JAN	2023	1	2	S/ Inf
40	12/01/2023	08IPS0097	PLACA IPS	TECELAGEM	SV	JAN	2023	1	2	2010
41	12/01/2023	08IPS0169	PLACA IPS	TECELAGEM	APAGOU GERAL	JAN	2023	1	2	S/ Inf

Fonte: Elaborado pelo Autor

O Banco de Dados está sendo representado na figura 20, onde podemos verificar algumas informações que já foram mencionadas na parte de registro. Após o clique em "OK", todas as informações são dispostas nesta página e organizadas por ordem decrescente de registro. É possível notar o filtro disponibilizado pelo próprio programa Excel, que permite realizar uma pesquisa mais específica, dependendo da necessidade da informação.

Todas as informações importantes mencionadas neste trabalho são extraídas desta página após passarem por uma tabela dinâmica, onde é possível filtrar os dados necessários de forma interativa. As comparações são feitas através de programação em VBA, uma vez que requerem laços de repetição. Os códigos estão disponíveis na seção responsável pelo Macro do Excel.

#### 4.3. Plano de ação voltado a melhoria na manutenção da eletrônica

Com todas as informações armazenadas, foi desenvolvido no próprio VBA a manipulação das informações para facilitar as tomadas de decisões. Na parte de Análise é

possível conferir a classificação por ordem decrescente de entradas de cada tipo de placa, como podemos ver na figura 21.

Figura 21 – Classificação AIBs

**ANÁLISE**

**Entrada Mensal**    AIB    IPS

Classificação AIBs

Classificação IPSs

Classificação MCBs

Classificação ACMs

Classificação TCLs

Classificação Máquinas Defeito

Classificação Defeito AIB Mensal

Classificação Defeito IPS Mensal

Atualizar Dados

08AIB0131	10	NOVA
08AIB0008	9	
08AIB0031	6	
08AIB0036	6	
08AIB0006	5	
08AIB0074	4	
08AIB0092	4	
08AIB0082	4	
08AIB0042	4	
08AIB0093	4	
08AIB0053	4	
08AIB0109	4	
08AIB0038	3	
08AIB0106	3	
08AIB0076	3	
08AIB0055	3	
08AIB0123	3	
08AIB0120	3	
08AIB0013	2	
08AIB0085	2	
08AIB0056	2	
08AIB0058	2	
08AIB0089	2	
08AIB0011	2	
08AIB0102	2	
08AIB0115	2	
08AIB0049	2	
08AIB0017	2	
08AIB0086	2	
08AIB0002	2	
08AIB0050	2	
08AIB0072	2	
08AIB0096	2	
08AIB0043	2	
08AIB0028	2	
08AIB0047	2	
08AIB0057	2	

Fonte: Elaborado pelo Autor

A análise dessa informação nos indica que entre todas as placas AIB que entraram no ano de 2023 para conserto na eletrônica, duas apresentam níveis alarmantes, seria a 08AIB0131 e a 08AIB0008. A melhor tomada de decisão nesse caso primeiramente foi a retenção das placas, evitando que elas continuassem dando problemas e interrompendo a linha de produção, o segundo passo foi a análise precisa e cuidadosa dos componentes e trocas de alguns capacitores, Cis e resistores que são comuns apresentarem problema ao longo do tempo, por aquecimento, vibração, etc.

Só através desse tipo de manutenção foi possível fazer a liberação da placa para teste acompanhado novamente, demanda mais tempo de conserto, mas evita futuros problemas. Desde então as duas placas continuaram a funcionar normalmente sem retorno.

Figura 22 – Classificação IPSs

IPS ID	Count	Status
08IPS0033	6	SUCATA
08IPS0039	6	
08IPS0145	6	
08IPS0169	5	
08IPS0102	4	
08IPS0023	4	
08IPS0106	3	
08IPS0127	3	
08IPS0063	3	
08IPS0054	3	
08IPS0068	3	
08IPS0118	2	
08IPS0156	2	
08IPS0037	2	
08IPS0069	2	
08IPS0115	2	
08IPS0097	2	
08IPS0123	2	
08IPS0049	2	
08IPS0065	2	
08IPS0016	2	
08IPS0008	2	
08IPS0112	2	
08IPS0001	2	
08IPS0152	1	
08IPS0053	1	
08IPS0114	1	
08IPS0014	1	
08IPS0132	1	
08IPS0002	1	
08IPS0167	1	
08IPS0070	1	
08IPS0021	1	
08IPS0072	1	
08IPS0022	1	
08IPS0073	1	
08IPS0058	1	

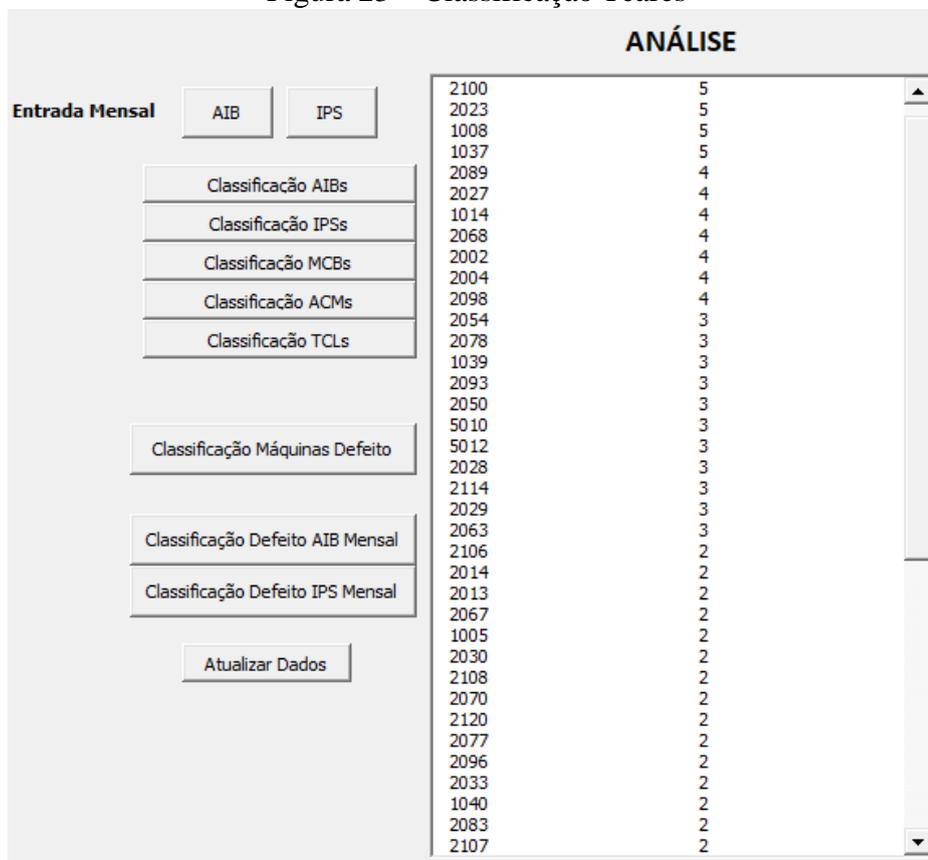
Fonte: Elaborado pelo Autor

No caso das placas IPSs apresentado na figura 22, as placas 08IPS0033, 08IPS0039 e 08IPS0145 foram retiradas para análise. Devido a um problema crônico rotineiro apresentado na 08IPS0033 ela necessitou ser descartada. Um dos benefícios de manter o registro de defeitos baseados em etiquetas é exatamente esse, o descarte consciente de alguns equipamentos quando é visto que o problema é apresentado com constância e não tem solução. O restante das placas foi liberado e apresentaram pouco retorno.

Como visto na parte 4.2.1 a etiqueta de defeito nos dá informações importantes, uma delas é o número de Tear que a placa em falha está sendo retirada, essa informação como a das etiquetas pode ser analisada por classificação de entradas como apresentado na figura 23.

Podemos chegar a uma percepção de que alguns defeitos apresentados não dependem da placa em si, mas sim do tear, alguns teares apresentam motores ruins, que travam e aquecem, isso afeta diretamente algumas placas. Portanto é necessário fazer a substituição no próprio tear da peça defeituosa, evitando placas diferentes apresentarem o mesmo problema ou conseqüentemente outros relacionados a mesma área.

Figura 23 – Classificação Teares



Fonte: Elaborado pelo Autor

É necessária uma atenção nesse quesito pois a qualidade da análise depende da quantidade e confiabilidade das informações fornecidas. Um problema até hoje enfrentado é na quantidade de etiquetas de defeito sem o tear anotado. A aplicação do 5s como apresentado na figura 14 através da etiqueta fez com que os números aumentassem em comparação aos primeiros meses, mas é questão de adaptação e incentivo através do diálogo e

avisos para os operadores mantem constância na notação do tear. A figura 24 mostra o gráfico de avanço relacionado apenas a porcentagem de teares anotados na etiqueta.

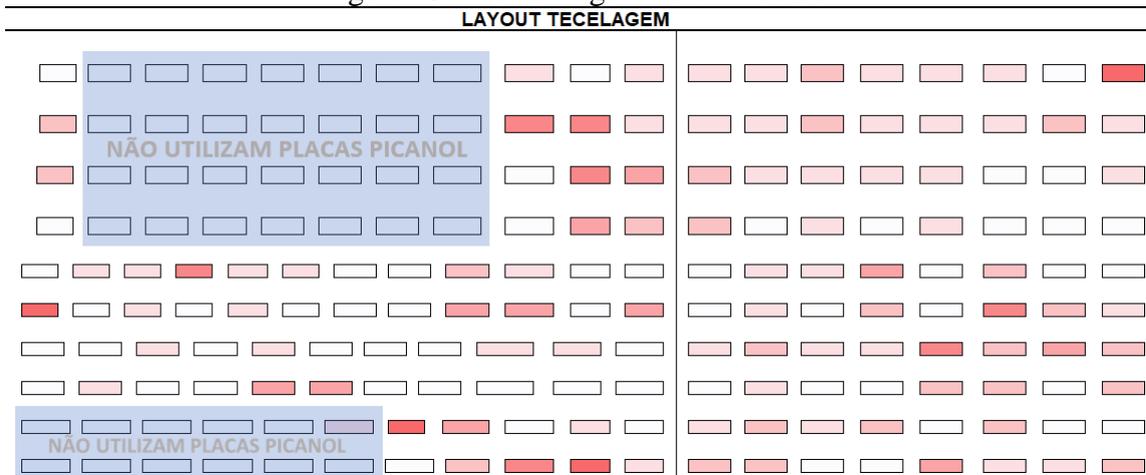
Figura 24 – Porcentagem Tear Anotado



Fonte: Elaborado pelo Autor

A informação da quantidade de defeitos oriundo de cada tear também nos permite fazer outra análise. É possível criar um mapa de calor levando em consideração o espaço do layout da tecelagem, que nos indica pontos, baseado na intensidade da cor vermelha, de maior incidência de paradas, como podemos visualizar esses pontos na figura 25.

Figura 25 – Porcentagem Tear Anotado



Fonte: Elaborado pelo Autor

Além disso, uma certa quantidade de teares é alimentada por QF (Quadro de Força) representadas na tabela 26. As informações da quantidade de defeitos em cada QF são mensuradas pela soma dos defeitos originados de cada tear correspondente a ele.

Com esses dados é possível agir de forma mais analítica em relação a oscilação que envolve a tecelagem no geral, dando ênfase nos QF que apresentam mais registro de falhas e comparando com os que possuem poucos registros, tendo como objetivo reduzir as oscilações que tanto danificam os componentes eletrônicos e elétricos da máquina.

Figura 26 – Defeitos QF

TOTAL DEFEITOS POR QF	
QF	QUANT DEFEITOS
2A1	23
2A11	11
2A12	0
2A17	0
2A21	29
2A22	10
2A3	24
2B1	9
2B11	3
2B2	21
2B3	14
2B7	24
2B8	11

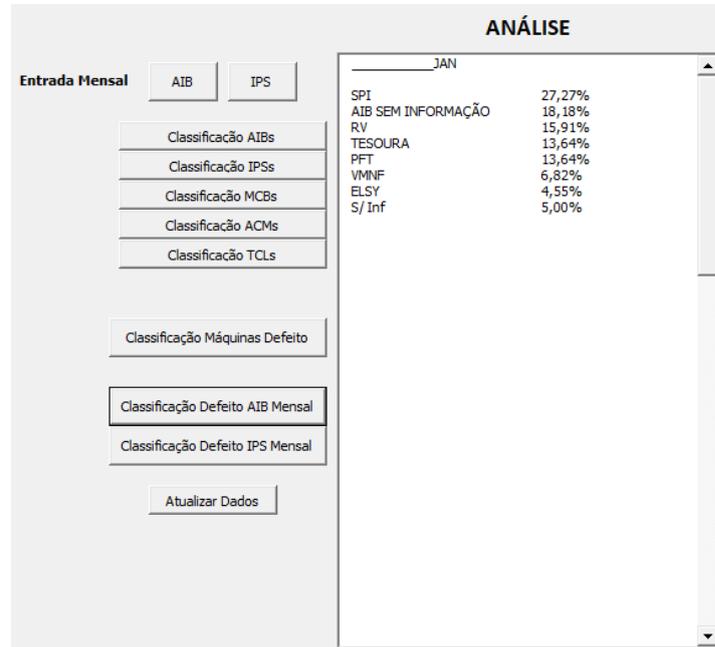
Fonte: Elaborado pelo Autor

Existem diferentes tipos de defeitos em placas eletrônicas, que podem variar em complexidade e exigir abordagens específicas para reparo. Alguns problemas são simples e comuns, podendo ser resolvidos rapidamente, enquanto outros são mais complexos e demandam mais tempo e conhecimento especializado para serem solucionados. Além disso, certos defeitos podem requerer a substituição de componentes específicos ou a utilização de equipamentos de teste especializados.

Portanto, é essencial possuir um conhecimento aprofundado sobre os defeitos mais frequentes encontrados em cada tipo de placa eletrônica. Isso permite identificar de forma precisa o problema e aplicar as soluções adequadas, agilizando o processo de conserto e garantindo a eficácia do reparo.

As figuras 27 e 28 apresentam em porcentagem decrescente os defeitos apresentados por mês das placas eletrônicas.

Figura 27 – Defeitos Por Mês



Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 28 - Defeitos Por Mês AIB e IPS

AIB		IPS	
JAN		JAN	
SPI	27,27%	APAGOU GERAL	73,68%
AIB SEM INFORMAÇÃO	18,18%	DC OK	10,53%
RV	15,91%	IPS SEM INFORMAÇÃO	5,26%
TESOURA	13,64%	48V	5,26%
PFT	13,64%	290V	5,26%
VMNF	6,82%	FEV	
ELSY	4,55%	APAGOU GERAL	57,45%
FEV		DC OK	25,53%
RV	22,58%	5V	8,51%
SPI	16,13%	290V	4,26%
F11	16,13%	IPS SEM INFORMAÇÃO	2,13%
TESOURA	12,90%	48V	2,13%
ELSY	9,68%	MAR	
VMNM	6,45%	APAGOU GERAL	41,67%
PFT	6,45%	DC OK	16,67%
AIB SEM INFORMAÇÃO	6,45%	290V	13,89%
VMNF	3,23%	48V	13,89%
MAR		26V	5,56%
SPI	21,05%	5V	5,56%
RV	19,30%	IPS SEM INFORMAÇÃO	2,78%
TESOURA	15,79%	ABR	
ELSY	15,79%	APAGOU GERAL	48,28%
F11	7,02%	290V	20,69%
VMNF	5,26%	DC OK	13,79%
AIB SEM INFORMAÇÃO	5,26%	ACUMULADOR	3,45%
VMNM	3,51%	IPS SEM INFORMAÇÃO	3,45%
PFT	3,51%	48V	3,45%
ELCA	1,75%	26V	3,45%
CURTO CIRCUITO	1,75%		

Fonte: Elaborado pelo Autor

Com base nessas informações, é viável otimizar a aquisição antecipada dos componentes mais frequentemente utilizados em reparos comuns. Além disso, é possível elaborar um plano de aprimoramento, incluindo o desenvolvimento de testes, o armazenamento e o compartilhamento de informações obtidas durante os reparos. O objetivo é reduzir a incidência de defeitos ou, até mesmo, rastrear a origem do problema identificando possíveis padrões por meio de comparações.

Um ponto crucial é realizar uma verificação minuciosa do histórico de defeitos de um equipamento, buscando identificar possíveis padrões ou erros de reparos anteriores. As informações obtidas anteriormente por meio da análise em VBA costumam ser apresentadas de maneira mais genérica.

Portanto, é necessário realizar uma análise individualizada, permitindo examinar todos os defeitos apresentados pela placa no período analisado. Isso nos permite adotar uma abordagem diferenciada, identificando regiões problemáticas específicas, verificando se o defeito anterior foi corrigido adequadamente ou se trata-se de um problema distinto. Essa análise individualizada é fundamental para obter um diagnóstico preciso e tomar medidas adequadas de reparo.

A figura 29 exemplifica uma pesquisa de uma placa problemática já citada acima, a 08AIB0008 que possuía 9 entradas. Com essas informações foi possível identificar que todos os problemas distintos estavam ligados por um controlador comum, foi feita a retirada desse controlador e a reprogramação. Não seria possível identificar esse problema se não fosse a análise dos defeitos anteriores e do Datasheet.

Essa pesquisa pode ser efetuada tanto com as duas principais placas, quanto com os Teares e placas consideradas menos decorrentes.

Figura 29 – Pesquisa de Placa

PESQUISA	
SV	1
CIRCUITO ABERTO	1
ELSY	2
RV	1
SPI	2
VMNF	1
VMNM	1
Total Geral	9

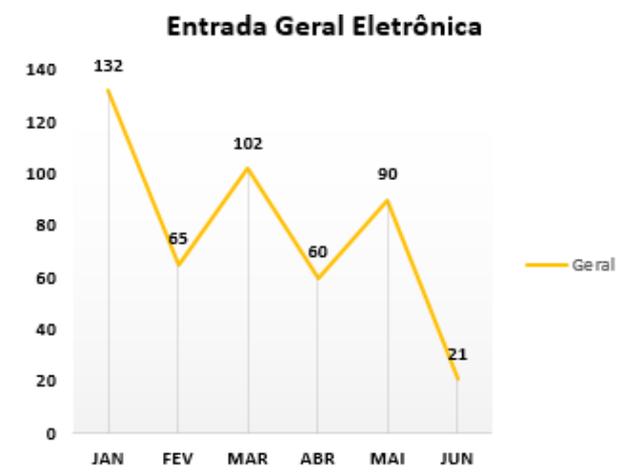
Fonte: Elaborado pelo Autor

#### 4.4. Resultados obtidos

Após a obtenção das informações armazenadas no Banco de Dados e a tomada de decisão vista no ponto 4.3, é importante realizar a sua manipulação para visualização dos resultados obtidos de acordo com as necessidades do setor, com foco em um ponto de melhoria mencionado no capítulo 3. Um aspecto relevante a ser considerado é obter uma visão quantitativa das entradas e saídas de placas eletrônicas, permitindo uma compreensão básica da demanda mensal e possibilitando a análise do progresso da pesquisa por meio da diminuição das unidades ao longo do tempo.

A Figura 30 nos dá uma noção da diminuição que tivemos nesse primeiro semestre de 2023 após a aplicação desse método de registro e análise.

Figura 30 – Quantidade de Entradas na Eletrônica



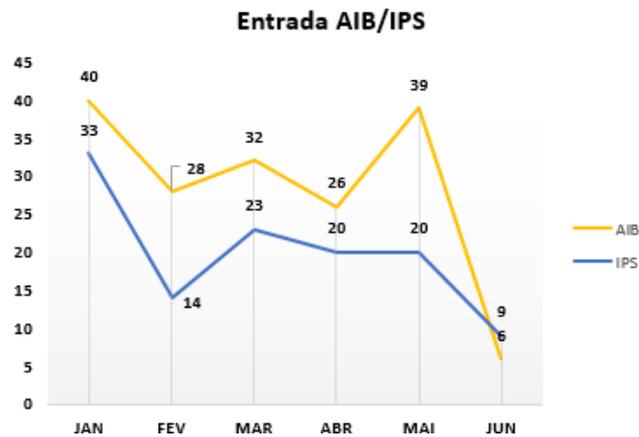
Fonte: Elaborado pelo Autor

O objetivo do trabalho é reduzir a quantidade de entradas geral. Portanto, boa parte do foco foi em reduzir a quantidade de entrada das duas principais placas já mencionadas, já que elas representam uma boa parte do total.

A figura 31 representa a entrada para concerto somente de placas AIB e IPS durante o primeiro semestre de 2023. Podemos notar que devido a complexidade da placa AIB ela se apresenta sempre superior em números do que a placa IPS que possuem defeitos relativamente mais comuns.

É notório a percepção de redução ao decorrer dos meses, com exceção do mês de maio para a placa AIB, já que nesse período a empresa apresentou algumas oscilações de energia que afetam diretamente os microcontroladores da placa analisada.

Figura 31 – Quantidade de Entradas AIB/IPS



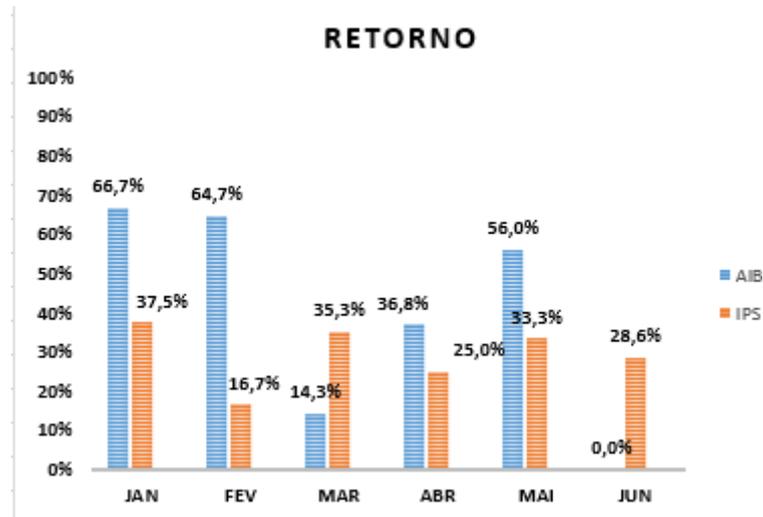
Fonte: Elaborado pelo Autor

As entradas das placas AIB e IPS apresentada na figura 31 nos dá uma noção apenas quantitativa de quantas vezes foi necessário efetuar reparos na placa analisada. Portanto, dentro desse valor podem ser apresentadas placas repetidas, da mesma forma que 40 placas AIB diferentes podem ter entrado em janeiro, uma única placa AIB pode ter dado 40 entradas no mesmo mês estudado.

Dessa maneira, é necessário ter uma noção da variável chamada retorno, assim é possível analisar a qualidade do serviço efetuado no setor eletrônico. É possível que uma placa esteja com mais de um defeito, mas o tear alarma no primeiro defeito detectado, portanto o registro do problema estará de certa forma incompleto e isso prejudica o conserto total, consequentemente aumentando o índice de retorno.

A figura 32 nos mostra o histórico de retorno das principais placas no período analisado.

Figura 32 – Retorno AIB/IPS



Fonte: Elaborado pelo Autor

Baseado na figura 32, os meses de janeiro e fevereiro indicam que a maior parte das placas AIB consertadas retornaram no mesmo mês, fazendo necessário uma atenção ainda maior no conserto, reduzindo o índice de retorno nos meses seguintes, como podemos ver com o mês de março que obteve pela primeira vez um valor de retorno menor do que o retorno de IPS, mas consequentemente aumentando o tempo de reparo, já que foi necessário identificar problemas ocultos entre os componentes.

Como mencionado no capítulo 2, os indicadores de manutenção são fundamentais para análise de uma forma quantitativa, assim sendo possível verificar se algo medido está dentro dos conformes estabelecidos.

Um problema enfrentado no setor eletrônico da empresa estudada, era a quantidade de tempo perdido no reparo das placas eletrônicas sem uma base sólida a ser seguida. Devido a obtenção de um histórico de defeitos, foi possível desenvolver uma ficha de reparo na qual está disponível algumas informações que auxiliam o profissional que está reparando o equipamento a ter uma noção de quantas entradas a placa teve durante o ano, os dias que ela esteve em funcionamento entre cada retorno e os defeitos apresentados com observações que são feitas na hora do registro da etiqueta.

A Figura 33 demonstra a ficha desenvolvida com os devidos fins mencionados anteriormente.



Desse modo foi possível mensurar a obtenção de uma melhoria em um indicador de manutenção referente ao Tempo Médio Para Reparo MTTR durante o decorrer do primeiro semestre de 2023.

Primeiramente foi necessário fazer uma comparação com o tempo gasto no reparo de cada defeito no antes e depois da aplicação da metodologia. Como antes esse fator não era calculado, foi necessário mensurar um valor médio através das informações de complexidade de cada defeito. O tempo médio gasto depois foi mensurado através de 3 exemplos de reparo, os valores de tempo e redução se encontram na tabela 3 e 4 para as duas placas estudadas.

Com essa informação foi possível calcular o valor de MTTR utilizando a equação 2, e comparar algumas placas exemplo a diferença de uma manutenção detectiva planejada pra uma manutenção corretiva não planejada. É possível verificar os resultados nas tabelas 5 e 6.

Tabela 3 - Tempo de reparo Antes e Depois AIB

<b>Defeito (AIB)</b>	<b>Antes (min)</b>	<b>Depois (min)</b>			<b>Média</b>	<b>Redução (%)</b>
TESOURA	40	35	30	31	32,00	20,00%
ELSY	40	32	33	29	31,33	21,67%
RV (Válvula)	120	45	79	51	58,33	51,39%
VMNF	60	39	26	48	37,67	37,22%
SPI	120	78	62	89	76,33	36,39%
PFT	40	36	28	30	31,33	21,67%

Fonte: Elaborado pelo Autor

Tabela 4 - Tempo de reparo Antes e Depois IPS

<b>Defeito (IPS)</b>	<b>Antes (min)</b>	<b>Depois (min)</b>			<b>Média</b>	<b>Redução (%)</b>
APAGOU	120	86	100	73	86,33	28,06%
DC OK	100	68	94	77	79,67	20,33%
290V	60	61	49	50	53,33	11,11%
5V	35	17	26	29	24,00	31,43%
48V	58	43	50	33	42,00	27,59%

Fonte: Elaborado pelo Autor

Tabela 5 - MTTR AIB

Placa	MTTR (Antes)	MTTR (Depois)	Redução (%)
08AIB0008	76,67	46,37	39,52%
08AIB0036	41,67	30,50	26,80%
08AIB0082	66,67	40,06	39,92%
08AIB0131	72,00	45,73	36,49%

Fonte: Elaborado pelo Autor

Tabela 6 - MTTR IPS

Placa	MTTR (Antes)	MTTR (Depois)	Redução (%)
08IPS0039	100,00	77,50	22,50%
08IPS0145	74,17	57,50	22,47%
08IPS0169	103,33	78,61	23,93%

Fonte: Elaborado pelo Autor

Por fim, outro indicador importante de ser estudado no caso analisado é o tempo médio entre falhas MTBF que foi apresentado na equação 1, esse indicador pode ser definido de diferentes formas, como exemplo; baseado no tempo entre falha de um tear e o outro exemplo que foi escolhido é baseado no tempo entre falhas das placas eletrônicas de forma individual e geral.

Esse indicador tem o objetivo de identificar placas que possam dar entradas de dois modos diferentes, uma placa que deu entrada 5 vezes em uma semana possui um MTBF menor do que uma placa que deu entrada 5 vezes em 6 meses. O objetivo reparo é não ter retorno, mas caso isso seja inevitável é preferível que a placa opere o máximo de tempo possível.

A tabela 7 e 8 demonstra a melhoria do MTBF de forma individual, levando em consideração as placas que possuem o maior número de entradas.

Tabela 7 - MTBF AIB

Entre Falhas	PLACAS			
	08AIB0008	08AIB0036	08AIB0082	08AIB0131
1 a 2	1	1	1	19
2 a 3	3	8	22	7
3 a 4	4	5	9	2
4 a 5	3	8	122	3
5 a 6	0	34	3	2
6 a 7	4	93	6	2
7 a 8	2			19
8 a 9	57			20
9 a 10	89			7
10				78
MTBF (Dias)	18,11	24,83	27,17	15,90

Fonte: Elaborado pelo Autor

Tabela 8 - MTBF IPS

Entre Falhas	PLACAS		
	08IPS0039	08IPS0145	08IPS0169
1 a 2	7	4	2
2 a 3	7	10	14
3 a 4	7	1	1
4 a 5	8	37	3
5 a 6	6	4	133
6	65	86	9
MTBF (Dias)	16,67	23,67	27,00

Fonte: Elaborado pelo Autor

## **5. CONCLUSÃO**

### **5.1 Conclusões**

Nem todas as mudanças realizadas em uma empresa vem através de gastos excessivos. Em muitos casos, algo considerado simples pode ser capaz de promover resultados além do esperado, é possível obter esse retorno através de diversos modos, no caso da empresa têxtil analisada nesse trabalho, primeiramente foi necessário a identificação de um ponto crítico a ser melhorado, os trabalhos em cima desse ponto foram de estudos de caso, planejamento de ações para correção do problema até a aplicação dos meios.

Foi realizado o desenvolvimento de um Banco de Dados que é considerado o pilar principal de toda a ideia planejada, sendo possível cadastrar a cada entrada de placas eletrônicas informações que são essenciais para análise e tomada de decisões no setor, afetando positivamente a maior parte dos setores da empresa, a priori o setor da Tecelagem que depende fortemente dos reparos de placas. Portanto sendo exatamente um exemplo de algo simples que trouxe resultados sem alto custo.

Sendo assim, foi possível obter os objetivos almeçados em relação aos pontos de melhoria determinados, como na redução de falhas de placas e paradas de teares, diminuição nos níveis de retorno através da análise sistemática nos reparos utilizando um histórico salvo e um controle de forma geral nas entradas e saídas do setor eletrônico já que antes isso não ocorria.

Desse modo, planos futuros giram em torno da ampliação dessas ações de controle nas outras unidades da empresa, unidades maiores que conseqüentemente trariam retornos maiores em relação a melhoria. Outro objetivo futuro é uma expansão mais efetiva na própria unidade estudada, que já está em desenvolvimento com a ampliação do cadastramento de outras placas e equipamentos, dividindo um pouco do foco não apenas nas placas com maior incidência, mas de uma forma mais geral.

### **5.2 Sugestão de Trabalhos Futuros**

Baseado no trabalho desenvolvido, é possível determinar algumas ideias de trabalhos futuros que possam auxiliar no desenvolvimento de planos de melhoria no cadastramento e monitoramento de equipamentos na manutenção industrial.

- Desenvolver uma forma mais efetiva de cadastro de equipamentos através de escaneamento após a criação de um código de barra que indicam os defeitos apresentados e sua origem.
- Facilitar a visualização em tempo real das entradas e saídas realizadas diariamente e dos indicadores de desempenho em um quadro interativo localizada e um ponto estratégico.
- Obtenção de dados do reparo de cada placa e a criação de um documento que auxilia no conserto de defeitos simples e principalmente os mais complexos.

## REFERÊNCIAS

FERRAMENTAL. **Programa 5S: o que é e como implementar na sua empresa.** Página eletrônica: <<https://www.revistaferramental.com.br/artigo/programa-5s-o-que-e-e-como-implementar-na-sua-empresa/>>. Acesso em 07 jun. 2023.

ResearchGate. **Esquema conceitual para gerenciamento de manutenção no contexto das tecnologias híbridas de manufatura.** Página eletrônica: <[https://www.researchgate.net/publication/345817192\\_Esquema\\_conceitual\\_para\\_gerenciamento\\_da\\_manutencao\\_no\\_contexto\\_das\\_tecnologias\\_hibridas\\_de\\_manufatura](https://www.researchgate.net/publication/345817192_Esquema_conceitual_para_gerenciamento_da_manutencao_no_contexto_das_tecnologias_hibridas_de_manufatura)>. Acesso em 08 jun. 2023.

MARTINS, Ana Patrícia Riberio de Almeida Pires **A Influência da Manutenção Industrial no Índice Global de Eficiência (OEE).** Dissertação (Mestrado de Engenharia e Gestão Industrial) — Universidade Nova de Lisboa, 2012.

ROSA, Eurycibiades Barra. **Indicadores de Desempenho e Sistema ABC - O Uso de Indicadores Para Uma Gestão Eficaz do Custeio e das Atividades de Manutenção.** 2006. 530 folhas. Tese de Doutorado em Engenharia. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2006

MEGIOLARO, Marcello Rodrigo de Oliveira. **Indicadores de Manutenção Industrial Relacionados a Eficiência Global de Equipamentos.** 2015. 87 folhas. Trabalho de Conclusão de curso em Engenharia Elétrica. Universidade Tecnológica de Paraná. Pato Branco - SP. 2015

ABNT. **“Confiabilidade e manutenibilidade, NBR – 5462”** Rio de Janeiro: ABNT 1994.

MONCHY, François. **A Função Manutenção: Formação para a gerência da Manutenção Industrial.** 1.ed. São Paulo: Ed. Durban, 1987. 424 p.

ALMEIDA, Márcio Tadeu de. **Manutenção Preditiva: Confiabilidade e Qualidade.** 2007. Disponível em: <<https://mtaev.com.br/wp-content/uploads/2018/02/mnt1.pdf>> Acesso em 20 jun. 2023.

CASTILLIONI, K. P. **Reduzir, Reutilizar e Reciclar – 3 R’s da Sustentabilidade.** Disponível em: <<http://sustentabilidade.com/reduzir-reutilizar-e-reciclar-3-rs-da-sustentabilidade/>>. Acesso em 20 jun. 2023.

VIANA, Hebert Ricardo Garcia. **Planejamento e Controle da Manutenção.** 1.ed. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2006. 167 p

ARAÚJO e CÂMARA, **Manutenção Elétrica Industrial - Manutenção Preditiva e detectiva.** 2010. Disponível em: <[https://www.osetoreletrico.com.br/wpcontent/uploads/2010/03/Ed50\\_fasc\\_manutencao\\_industrial\\_cap3.pdf](https://www.osetoreletrico.com.br/wpcontent/uploads/2010/03/Ed50_fasc_manutencao_industrial_cap3.pdf)> Acesso em 21 jun. 2023.

FOGLIATTO, Flávio Sanson. **Confiabilidade e Manutenção Industrial.** 1.ed. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2011. 282 p.

TAVARES, João Manuel R. S. **Introdução a programação e ao Visual Basic**. 2009.

Disponível

em:

[https://web.fe.up.pt/~tavares/ensino/CFAC/Downloads/Apontamentos/VB\\_modulo\\_I.pdf](https://web.fe.up.pt/~tavares/ensino/CFAC/Downloads/Apontamentos/VB_modulo_I.pdf)>

Acesso em 15 jun. 2023.