



INSTITUTO FEDERAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
PERNAMBUCO
Campus Recife
CACSEM
Bacharel em Engenharia Mecânica

JOBSON GUIMARÃES ESPÍNDOLA

IMPLEMENTAÇÃO DE CONTROLE PCM: UM ESTUDO DE CASO EM UMA
INDÚSTRIA DE EMBALAGENS METÁLICAS

RECIFE, PERNAMBUCO

2024

JOBSON GUIMARÃES ESPÍNDOLA

**IMPLEMENTAÇÃO DE CONTROLE PCM: UM ESTUDO DE CASO EM
UMA INDÚSTRIA DE EMBALAGENS METÁLICAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Graduação em Bacharel em Engenharia Mecânica do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. José Ângelo Peixoto da Costa.

Recife, Pernambuco

2024

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Danielle Castro da Silva CRB4/1457

E77i
2024

Espíndola, Jobson Guimarães

Implementação de controle PCM: um estudo de caso em uma indústria de embalagens metálicas. / Jobson Guimarães Espíndola. --- Recife: O autor, 2024.
67f. il. Color.

Trabalho de Conclusão (Curso Superior Tecnológico em Engenharia Mecânica) – Instituto Federal de Pernambuco, Recife, 2024.

Inclui Referências.

Orientador: Prof. Dr. José Ângelo Peixoto da Costa.

1. Engenharia mecânica. 2. Planejamento e Controle da Manutenção. 3. Gestão da Manutenção. 4. TOTVS. I. Título. II. Costa, José Ângelo Peixoto da. III. Instituto Federal de Pernambuco.

CDD 620.1

JOBSON GUIMARÃES ESPÍNDOLA

**IMPLEMENTAÇÃO DE CONTROLE PCM: UM ESTUDO DE CASO EM
UMA INDÚSTRIA DE EMBALAGENS METÁLICAS**

Recife, 19 de setembro de 2024.

Prof. Dr. José Ângelo Peixoto da Costa
(professor orientador)

Prof. Dr. Daniel Rodríguez López (PPGEM/UFPE)
(examinador externo)

Prof. Dr. Frederico Duarte de Menezes
(examinador interno)

Recife, Pernambuco

2024

*Aos meus pais, o amor e apoio de
vocês são a força que me faz seguir.*

AGRADECIMENTOS

A minha mãe, Lidiane Guimarães, pelo amor e dedicação durante toda a minha vida, que sempre foi suporte para nossa família.

Ao meu pai, Jairo Guimarães, não medindo esforços para tornar tudo possível, pelo constante empenho e incentivo a minha formação.

A minhas irmãs, Lays Guimarães e Lara Vitória Guimarães, pela sincera irmandade durante minha vida, por sempre se mostrarem prestativas e ser exemplo em tantos momentos.

Ao meu avô, Bento Pereira, pela inspiração e por me despertar, ainda na infância, o quão a mecânica é incrível.

Agradeço a Maria de Lourdes e Fernando Bertoldi, pelo tamanho suporte durante o meu início da graduação. Obrigado por me receber em seu lar.

Aos meus amigos da faculdade, pelas eternas companhias em estudos e projetos. E pela constante força de crescimento profissional e pessoal.

“ Seja você quem for, seja qual for a posição social que você tenha na vida, a mais alta ou a mais baixa, tenha sempre como meta muita força, muita determinação e sempre faça tudo com muito amor, que um dia você chega lá. ”

De alguma maneira você chega lá. ”

Ayrton Senna (1990)

RESUMO

Em um cenário cada vez mais competitivo, as indústrias têm focado em questões estratégicas de produção, entre elas, a área de manutenção. Esse setor é responsável por assegurar que os equipamentos e instalações estejam disponíveis sempre que a produção necessitar. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta de programa de planejamento e controle da manutenção, bem como sua implementação em uma indústria de médio porte do setor metalúrgico na região metropolitana de Recife, Pernambuco. A necessidade de reformulação no setor de manutenção surgiu devido às dificuldades enfrentadas pela empresa, como altas taxas de falhas e baixa disponibilidade de equipamentos críticos, causadas pela frequência elevada de intervenções corretivas, o que tem impactado negativamente a competitividade da organização. Após um diagnóstico inicial do processo atual, tem-se o intuito de reduzir o número de falhas que resultam em paradas não planejadas e suas conseqüentes perdas para a organização, que atualmente opera com um enfoque predominantemente corretivo. Através da implementação de um software de manutenção, busca-se estruturar, ao menos inicialmente, um setor de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) que será responsável por melhorar o processo de tratamento de demandas de manutenção de maneira mais alinhada à realidade da empresa. Foram descritas as etapas de implementação dessa metodologia e os resultados alcançados com sua aplicação. Por fim, espera-se, através de tal implementação, reduzir as paradas de produção por manutenção das máquinas.

Palavras-chave: Planejamento e controle da manutenção (PCM); gestão da manutenção; disponibilidade; TOTVS.

ABSTRACT

In an increasingly competitive environment, industries have been focusing on strategic production issues, including the maintenance sector. This area is responsible for ensuring that equipment and facilities are available whenever production requires them. In this context, this paper aims to present a proposal for a maintenance planning and control program, as well as its implementation in a medium-sized metalworking industry in the metropolitan region of Recife, Pernambuco. The need for restructuring the maintenance sector arose due to the challenges faced by the company, such as high failure rates and low availability of critical equipment, caused by the frequent corrective interventions, which have negatively impacted the organization's competitiveness. After an initial diagnosis of the current process, the aim is to reduce the number of failures that result in unplanned downtime and their consequent losses for the organization, which currently operates with a predominantly corrective focus. By implementing maintenance software, the goal is to structure, at least initially, a Maintenance Planning and Control (MPC) department that will be responsible for optimizing the process of managing maintenance demands in a way that is more aligned with the company's reality. The stages of implementing this methodology and the results achieved with its application were described. Finally, it is expected that this implementation will reduce machine downtime due to maintenance.

Keywords: Maintenance planning and control (MPC); maintenance management; availability; TOTVS.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Layout das linhas de produção	15
Figura 2 - Analogia entre saúde humana x máquina	19
Figura 3 - Curva do potencial de falha (PF)	23
Figura 4 - Curva PF x Manutenção Corretiva	25
Figura 5 - Manutenção corretiva não planejada	26
Figura 6 - Manutenção preventiva	27
Figura 7 - Manutenção preditiva	29
Figura 8 - Anomalias na curva PF	29
Figura 9 - Cálculo MTBF	32
Figura 10 - Cálculo MTTR	33
Figura 11 - Nomenclatura da lata e dos seus componentes	35
Figura 12 - Fluxograma fabricação de latas	36
Figura 13 - Acesso ao TOTVS	38
Figura 14 - Processo de manutenção	39
Figura 15 - TAG de equipamento	44
Figura 16 - Abertura de ordem de manutenção (Página 1)	49
Figura 17 - Abertura de ordem de manutenção (Página 2)	50
Figura 18 - Abertura de ordem de manutenção (Página 3)	51
Figura 19 - Abertura de ordem de manutenção (Página 4)	52
Figura 20 - Parada de máquina durante produção	53
Figura 21 - Ordem de manutenção (Página 1)	54
Figura 22 - Ordem de manutenção (Página 2)	54
Figura 23 - Ordem de manutenção (Página 3)	55
Figura 24 - Máquina Recravadeira de anel (RE-038)	57
Figura 25 - Cabeçote principal (RE-038)	58
Figura 26 - Rolete de recravação: (a) Peça usinada; (b) Desenho técnico.	59
Figura 27 - Cabeçote principal (RE-038) em bancada	60
Figura 28 – (a) Pontos críticos em falhas na recravação; (b) Detalhe no ponto crítico.	61
Figura 29 - (a) Equipamento de corte na recravação; (b) Discos de corte.	61
Figura 30 - (a) Cortes nas recravações; (b) Detalhe no corte.	62

Figura 31 - (a) Projetor de perfil; (b) Lente de aumento.

63

Figura 32 - Perfil de recração

64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estabelecimentos	40
Tabela 2 - Linhas de produção	40
Tabela 3 - Família de equipamentos	42
Tabela 4 - Equipamentos	43
Tabela 5 - Relacionamento equipamento x TAG	45
Tabela 6 - Tipos de Manutenção	45
Tabela 7 - Equipes de manutenção	46
Tabela 8 - Técnicos de manutenção	47
Tabela 9 - Manutenções sistemáticas	56

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Estudo de Caso e Contexto	14
1.2 Justificativa/Motivação	16
1.3 Objetivo Geral	16
1.4 Objetivos Específicos	16
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1 Conceito da Manutenção	18
2.2 Evolução da Manutenção	20
2.3 Curva do Potencial de Falha (PF)	22
2.4 Tipos de Manutenção	24
2.4.1 Manutenção corretiva	24
2.4.1.1 Manutenção corretiva não planejada	25
2.4.1.2 Manutenção corretiva planejada	26
2.4.2 Manutenção preventiva	27
2.4.3 Manutenção preditiva	28
2.5 Planejamento e Controle da Manutenção (PCM)	29
2.6 Indicadores de Manutenção	31
2.6.1 MTBF (Tempo Médio entre Falhas)	31
2.6.2 MTTR (Tempo Médio para Reparo)	32
2.6.3 Disponibilidade	33
2.6.4 Confiabilidade	33
2.6.5 OEE (Eficiência Global do Equipamento)	33
3 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE EMBALAGEM METÁLICA	34
4 METODOLOGIA	37
4.1 Instrumento de Coleta de Dados	37

5 RESULTADOS	40
5.1 Cadastro de Estabelecimentos	40
5.2 Cadastro de Linhas de Produção	40
5.3 Cadastro de Equipamentos	41
5.4 Relacionamento Equipamento x TAG	44
5.5 Cadastro das Manutenções	45
5.6 Cadastro de Técnicos	46
5.7 Ordem de Manutenção	47
5.8 Manutenções Corretivas	52
5.9 Manutenção Preventiva	55
5.9.1 Análise qualitativa da manutenção	60
6 CONCLUSÃO	65
REFERÊNCIAS	66

1 INTRODUÇÃO

Devido à crescente competitividade entre as empresas, a busca por prevenir a não conformidade nos produtos, aumentar a disponibilidade e confiabilidade dos seus ativos e garantir a satisfação do cliente tornaram-se desafios comuns para as indústrias que pretendem permanecer no mercado.

Por esse motivo a gestão da manutenção está se tornando cada vez mais relevante nas empresas. Com o aumento da competitividade, é crucial que todos estejam alinhados com os objetivos da empresa e trabalhem juntos para alcançá-los. Para isso, é essencial que o setor de manutenção tenha uma gestão estruturada com práticas bem definidas, sólidas e amplamente disseminadas, garantindo assim o alcance de resultados e metas. Há uma preocupação significativa com o tempo de inatividade dos equipamentos e os custos de manutenção, tornando esses aspectos fundamentais para se destacar no mercado e reduzir custos, aumentando conseqüentemente o lucro da empresa.

A gestão da manutenção envolve administrar um conjunto de ações destinadas a manter equipamentos e instalações em condições de realizar suas funções assim que demandadas.

1.1 Estudo de Caso e Contexto

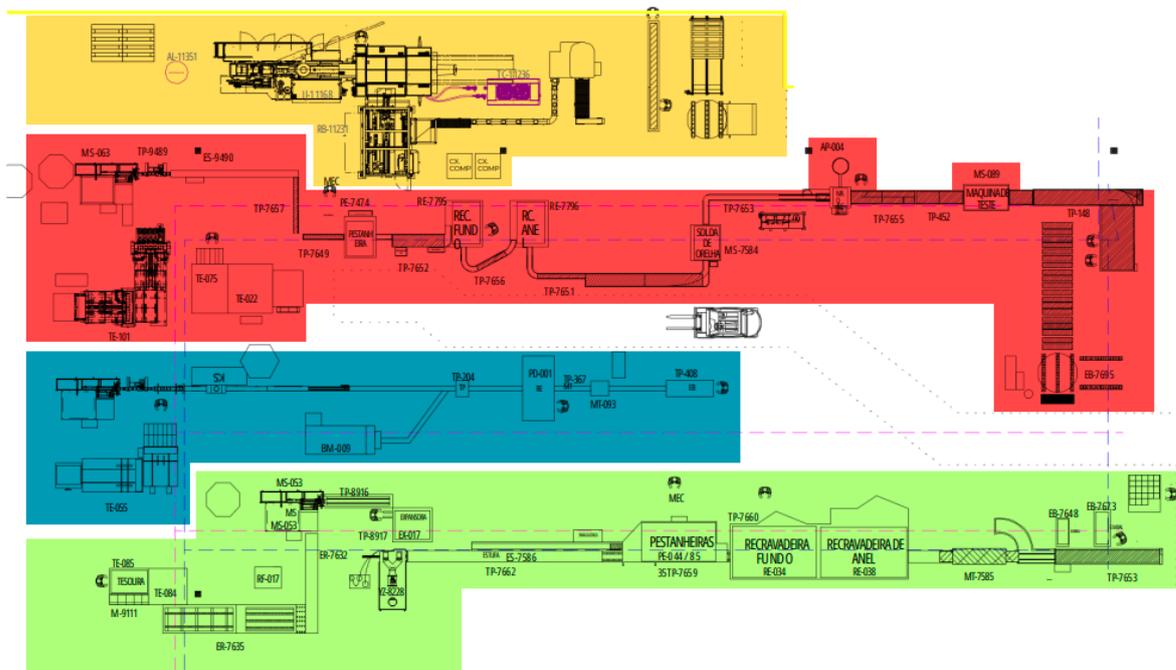
O estudo de caso foi realizado em uma indústria metalúrgica de médio porte. A empresa tem estrutura de quatro filiais distribuídos no Brasil, na qual trata-se do ramo de fabricação de embalagens metálicas, ofertando embalagens de diversas dimensões para aplicações como tintas, químicos e indústria alimentícia. A unidade industrial estudada localiza-se na região metropolitana do Recife, estado de Pernambuco.

Esta unidade é dedicada às linhas de produção para a montagem de latas de três partes, recebendo as folhas de flandres litografadas, seus respectivos componentes e insumos necessários para que seja realizado com sucesso. A mesma suporta quatro linhas de montagem, porém existem sete embalagens com diferentes geometrias e aplicações em seu portfólio. Na Figura 1 abaixo é possível observar a estrutura produtiva em seu layout.

Figura 1 - Layout das linhas de produção

LEGENDA:

- LINHA DE MONTAGEM GALÃO HÍBRIDO
- LINHA DE MONTAGEM GALÃO 3,6L - 3L
- LINHA DE MONTAGEM LATA 1/4 900ml - 750ml
- LINHA DE MONTAGEM LATA 18L - 16L



Fonte: Autor (2024)

Após a conclusão das etapas de análise na unidade fabril como um todo, ficou evidente os desafios enfrentados diariamente pela empresa devido à ausência de um programa estruturado e aplicado de planejamento e controle da manutenção. Entre os problemas identificados, destacam-se:

- Impacto na produtividade devido às falhas recorrentes;
- Tempo elevado em parada de máquina para manutenção;
- Falta de controle e avaliação do desempenho da manutenção;
- Falta de um sistema preventivo, resultando em apenas manutenções corretivas;
- Ausência de um cronograma para a revisão dos equipamentos;
- Não uso de ordens de serviço de manutenção;
- Falta de histórico de manutenção para cada equipamento;
- Falta de documentação técnica dos equipamentos, por se tratar em equipamentos antigos;

Analisando o contexto, é possível concluir que esta unidade fabril, pelo menos em sua fase inicial, está operando principalmente com manutenções corretivas, sem a utilização de registros de manutenção e sem controle de indicadores de manutenção.

1.2 Justificativa/Motivação

A motivação para realizar este estudo foi o desejo de alcançar um aprendizado mais profundo e um entendimento mais abrangente sobre a gestão da manutenção. A escolha desse tema está relacionada com a visão do aluno sobre o mercado de trabalho. Atuando na área de manutenção, o aluno acredita que esse trabalho enriquecerá seu conhecimento no campo, permitindo que ele se destaque após sua conclusão.

Além disso, outro objetivo é analisar os benefícios que o uso do módulo de manutenção industrial de um software ERP (Enterprise Resource Planning ou Planejamento de Recursos Empresariais) pode trazer para a empresa. Uma gestão de manutenção eficiente melhorará a qualidade e a produtividade dos serviços, reduzirá custos e proporcionará maior controle, garantindo assim uma vantagem competitiva para a empresa.

1.3 Objetivo Geral

O propósito deste estudo é analisar o processo de implementação de controle em um sistema de manutenção corretiva e preventiva e a organização fundamental de um processo de Planejamento e Controle de Manutenção (PCM) em uma indústria de médio porte no setor metalúrgico.

1.4 Objetivos Específicos

- Revisão da literatura dos principais conceitos de manutenção;
- Análise do cenário atual da empresa estudada;
- Investigar as práticas de gestão da manutenção na empresa;
- Estruturação básica de um processo de PCM;

- Descrever os procedimentos da implementação do sistema de manutenção na empresa em que o estudo foi realizado;
- Descrição dos principais processos de produção;
- Detalhamento dos componentes/equipamentos que mais contribuem às falhas;
- Avaliação dos resultados uma vez aplicado ao sistema;
- Publicação de artigo em congresso;

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Conceito da Manutenção

No final do século XIX, com a industrialização e o crescimento da produção, o conceito de manutenção emergiu. Com a introdução de máquinas robustas e a expansão da capacidade produtiva, tornou-se crucial protegê-las contra possíveis quebras e falhas para evitar interrupções na linha de produção e garantir a máxima disponibilidade dos equipamentos. Assim, a manutenção surgiu como uma maneira de prevenir a deterioração dos equipamentos, causada pelo desgaste natural ou físico.

Com as sucessivas Revoluções Industriais ao longo dos séculos, o mundo passou por profundas transformações tecnológicas. Para acompanhar esse avanço na produção de bens e serviços, as pessoas precisaram adaptar-se para atender às demandas do mercado. Isso resultou em mudanças significativas no gerenciamento da manutenção, incluindo novos requisitos de desempenho, uma ampla variedade de ativos, projetos mais complexos, adoção de novas técnicas de manutenção e uma visão organizacional e responsabilidade pela manutenção totalmente diferentes.

De acordo com Monchy (1987), a manutenção dos equipamentos de produção é crucial tanto para a eficiência das empresas quanto para a qualidade dos produtos. Constitui um desafio industrial que requer uma revisão das estruturas existentes e a implementação de métodos adequados à evolução dos materiais. O autor ainda estabelece um paralelo significativo entre a saúde humana e a manutenção de máquinas, descrevendo-a como a "medicina das máquinas", como ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Analogia entre saúde humana x máquina

SAÚDE HUMANA		ANALOGIA		SAÚDE DA MÁQUINA	
Conhecimento do homem	Nascimento	Entrada em operação	Conhecimento tecnológico	Conhecimento dos modos de falha	Histórico
Conhecimento das doenças		Durabilidade		Dossiê da máquina	
Carnê de saúde	Longevidade	Confiabilidade	Diagnóstico, perícia, inspeção	Conhecimento das ações curativas	Retirada do estado de pane, reparo
Dossiê médico				Boa saúde	
Diagnóstico, exame, visita médica	Morte	Sucata	MANUTENÇÃO INDUSTRIAL		
Conhecimento dos tratamentos					
Tratamento curativo					
Operação					
MEDICINA					

Fonte: Adaptado de Monchy (1987)

Segundo Xenos (1998), de maneira restrita, as atividades de manutenção visam apenas restaurar um equipamento às suas condições originais. No entanto, em um sentido mais abrangente, essas atividades também devem englobar a modificação das condições originais por meio da implementação de melhorias, com o objetivo de prevenir falhas, reduzir custos e aumentar a produtividade. O autor ainda destaca que a manutenção consiste na realização de todas as atividades necessárias para garantir que um equipamento continue desempenhando suas funções conforme projetado e fabricado, mantendo níveis satisfatórios de operação.

De acordo com a norma ABNT NBR5462 (1994), manutenção é o conjunto de ações técnicas e administrativas, incluindo supervisão, destinadas a manter ou restaurar um item em condições que permitam seu adequado desempenho funcional. Em outras palavras, visa assegurar que máquinas ou equipamentos

continuem a operar conforme projetado, garantindo aspectos como confiabilidade, facilidade de manutenção e eficiência produtiva.

Anteriormente, o foco da manutenção era maximizar a disponibilidade da planta ao menor custo possível. Contudo, hoje reconhecemos que a manutenção impacta todos os aspectos do negócio, incluindo qualidade do produto, reputação da empresa, entre outros, e não apenas a disponibilidade física da planta. Além disso, antes o objetivo era conservar os ativos físicos, enquanto atualmente busca-se preservar as funcionalidades desses ativos, conforme ressaltado pela NBR5462 (1994).

De acordo com Dutra (2019), a definição de manutenção abrange todos os esforços realizados para garantir que um equipamento permaneça operacional, disponível e confiável. Isso não se limita apenas às intervenções diretas no equipamento executadas pelos técnicos, mas também inclui todo o planejamento necessário para que essas intervenções ocorram de maneira eficaz e eficiente.

Nesse contexto, é fundamental o aumento da disponibilidade dos equipamentos, por um bom planejamento de manutenção. O desempenho insatisfatório das máquinas, a manutenção ineficaz e tempos de manutenção corretiva elevados aumentam as perdas de produção, perdas de mercado, perdas de oportunidades e reduzem os lucros, entre outras consequências indesejáveis (CAPETTI, 2005).

2.2 Evolução da Manutenção

Nas últimas três décadas, a área de manutenção experimentou transformações significativas, influenciadas por diversos fatores, como o aumento na quantidade e variedade de equipamentos a serem mantidos, a crescente complexidade dos projetos industriais, a introdução de novas técnicas de manutenção e a evolução nos conceitos de organização e responsabilidades relacionadas à manutenção. Além disso, houve um reconhecimento crescente da importância estratégica da manutenção para a melhoria dos resultados e a competitividade das empresas (KARDEC e NASCIF, 2009).

Kardec e Nascif (2009) identificaram quatro gerações de abordagens na manutenção, refletindo essas mudanças ao longo do tempo. Essas gerações representam uma evolução na forma como as empresas lidam com a manutenção, desde uma abordagem mais reativa até estratégias mais proativas e integradas com os objetivos de negócio.

Na primeira geração, que abrange o período anterior à Segunda Guerra Mundial, aproximadamente até 1914, quando a indústria era pouco mecanizada, com equipamentos simples, porém superdimensionados. Nessa época, a prioridade não estava na produtividade devido às condições econômicas predominantes. Conseqüentemente, não havia uma abordagem sistematizada para a manutenção; as atividades se limitavam à limpeza, lubrificação e reparos somente após falhas, caracterizando assim uma manutenção predominantemente corretiva (KARDEC e NASCIF, 2009).

Na segunda geração, que vai desde a Segunda Guerra Mundial até meados dos anos 70, as pressões decorrentes do período de guerra impulsionaram a demanda por uma variedade de produtos, enquanto o número de trabalhadores industriais diminuía. Isso resultou em uma significativa mecanização e complexidade crescente nas instalações industriais. A busca por maior produtividade destacou a necessidade de maior disponibilidade e confiabilidade das máquinas, levando à adoção da manutenção preventiva para evitar falhas. Essa manutenção consistia em intervenções em intervalos fixos. O aumento dos custos de manutenção em comparação com outros custos operacionais impulsionou o desenvolvimento de sistemas de planejamento e controle de manutenção. Além disso, o alto investimento em equipamentos físicos incentivou a busca por maneiras de prolongar sua vida útil (KARDEC e NASCIF, 2009).

A partir dos anos 70, marcou um período de mudanças rápidas nas indústrias. A paralisação da produção se tornou uma grande preocupação devido ao aumento dos custos e à deterioração da qualidade dos produtos. Com a adoção de sistemas "just-in-time", qualquer interrupção na produção poderia resultar em grandes impactos, dada a dependência de estoques reduzidos. O crescimento da automação e da mecanização destacou a importância da

confiabilidade e disponibilidade em setores diversos, como saúde, processamento de dados, telecomunicações e gerenciamento de edifícios.

Na terceira geração, o conceito de manutenção preditiva foi fortalecido como resposta a esses desafios, permitindo a previsão de falhas antes que ocorram. A automação crescente também atuou juntamente com o desenvolvimento de softwares especializados que facilitavam o planejamento, controle e monitoramento dos serviços de manutenção. A importância da confiabilidade também foi destacada, sendo exemplificada no Brasil pelo surgimento do processo de Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC ou RCM em inglês) na década de 90. Apesar do esforço em busca de maior confiabilidade, a falta de interação entre as áreas de engenharia, manutenção e operação dificultava a obtenção de resultados eficazes, resultando em taxas elevadas de falhas prematuras (KARDEC e NASCIF, 2009).

Na quarta geração da evolução da manutenção industrial, as atividades de Engenharia da Manutenção são consolidadas, centrando-se na Disponibilidade, Confiabilidade e Manutenibilidade como os principais pilares. A prioridade é a minimização de falhas prematuras, destacando a análise de falhas como uma metodologia essencial para aprimorar o desempenho dos equipamentos e da empresa como um todo. A manutenção preditiva ganha ainda mais destaque, enquanto a manutenção preventiva tende a ser reduzida devido à necessidade de paralisação dos equipamentos e sistemas. A manutenção corretiva não-planejada passa a ser vista como um indicador de ineficácia da manutenção. A interação entre as áreas de engenharia, manutenção e operação é fundamental para alcançar as metas estabelecidas. Além disso, uma mudança significativa nessa geração é o aprimoramento da terceirização, visando estabelecer relações de parceria de longo prazo para otimizar os processos de manutenção e reduzir custos operacionais (KARDEC e NASCIF, 2009).

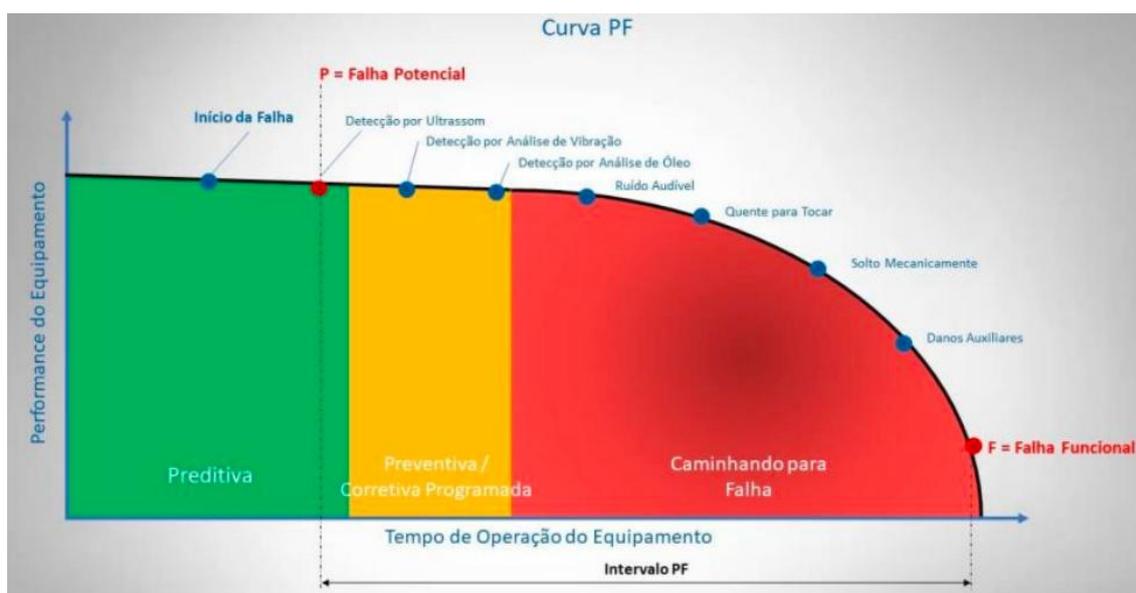
2.3 Curva do Potencial de Falha (PF)

A Curva do potencial de falha é uma ferramenta crucial para planos de manutenção confiáveis, ilustrada na Figura 3. Ela representa graficamente a

performance de um equipamento ao longo do tempo, destacando o intervalo entre a falha potencial e a falha funcional (Dutra, 2019).

Falha potencial é a forma que a falha se apresenta no equipamento. É possível dizer que Falha Potencial é a mesma coisa que Modo de Falha. Falha funcional é a incapacidade de um sistema para atender a um padrão de desempenho especificado em projeto (Dutra, 2019).

Figura 3 - Curva do potencial de falha (PF)



Fonte: Dutra (2019)

Para sintetizar, Dutra (2019) diz que o objetivo da curva PF é determinar o intervalo P-F, ou seja, o intervalo entre a falha potencial (P) e a falha funcional (F).

Ao analisar a Curva PF, é possível definir estratégias de manutenção serão adotadas de acordo com os objetivos da empresa, pois mostra como o desempenho de um ativo decai com o tempo até a perda de sua função original. Seu principal objetivo é determinar o tempo entre a identificação da possibilidade de falha e a falha real, auxiliando na tomada de decisões de manutenção (Dutra, 2019).

2.4 Tipos de Manutenção

Os tipos de manutenção são definidos a partir do método pela qual é feita a intervenção nos equipamentos. Para escolher qual tipo de manutenção aplicar, é essencial possuir conhecimento técnico sobre o assunto. Neste estudo, serão exploradas quatro práticas fundamentais de manutenção, consideradas como principais por diversas literaturas. Essas práticas incluem a manutenção corretiva planejada e não planejada, a manutenção preventiva e a manutenção preditiva (Kardec e Nascif, 2009).

2.4.1 Manutenção corretiva

De acordo com a NBR5462 (1994), a manutenção corretiva é descrita como a atividade realizada após a ocorrência de uma falha, com o objetivo de restaurar um item para que possa desempenhar sua função conforme necessário.

Este tipo de manutenção é considerado o mais custoso, demandando mais tempo e acarretando prejuízos significativos para a empresa. Estima-se que os custos associados à manutenção corretiva sejam pelo menos sete vezes mais altos do que os de outros tipos de manutenção (Dutra, 2019).

As Manutenções Corretivas podem variar em sua natureza. Em essência, existem dois tipos principais: a manutenção corretiva emergencial (também chamada de corretiva não-programada) e a manutenção corretiva programada. A distinção fundamental entre esses dois tipos reside no momento em que a intervenção é realizada, se ocorre após a falha potencial ou após a falha funcional propriamente dita (Dutra, 2019), assim ilustrado na Figura 4.

Figura 4 - Curva PF x Manutenção Corretiva

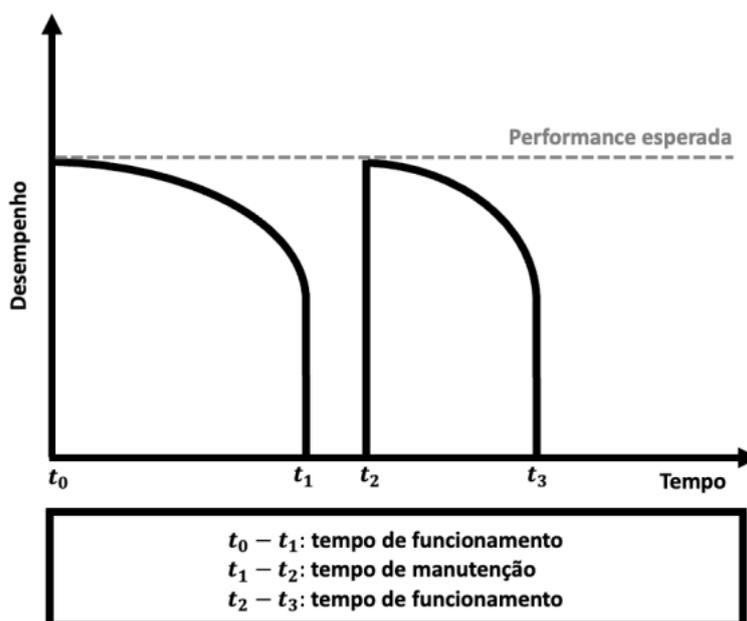


Fonte: Dutra (2019)

2.4.1.1 Manutenção corretiva não planejada

A manutenção corretiva não-planejada lida com a correção de falhas de forma imprevista, intervindo somente após a ocorrência da indisponibilidade, sem nenhum planejamento prévio. Como observado por Kardec e Nascif (2009), essa abordagem reage a eventos já ocorridos, sem tempo para preparação, e infelizmente é mais comum do que deveria ser. Isso resulta em custos elevados devido à interrupção não programada da produção, perda de qualidade, custos indiretos de manutenção e possíveis danos adicionais aos equipamentos devido à falta de intervenção antecipada. Quando a maioria das atividades de manutenção de uma empresa é reativa, o departamento de manutenção fica à mercê dos equipamentos, agindo em resposta a eles, em vez de liderar a gestão proativa, como seria recomendável. Isso prejudica significativamente o desempenho competitivo da organização, conforme ilustrado na Figura 5.

Figura 5 - Manutenção corretiva não planejada



Fonte: Kardec e Nascif (2009)

2.4.1.2 Manutenção corretiva planejada

De acordo com Kardec e Nascif (2009), a manutenção corretiva planejada envolve a correção de um desempenho abaixo do esperado ou de uma falha por decisão gerencial, geralmente baseada em parâmetros observados pela manutenção preditiva. Eles destacam que o trabalho planejado é mais econômico, rápido e seguro do que o não planejado, além de oferecer melhor qualidade.

Mesmo quando a decisão gerencial é permitir que o equipamento funcione até a falha, Kardec e Nascif (2009) sugerem que algum planejamento pode ser feito no momento do ocorrido para minimizar os impactos, como ter um kit básico de reparo rápido ou preparar o local de trabalho com dispositivos e facilidades. Quanto maiores forem as implicações da falha, como na segurança e nos custos, maior é a justificativa para adotar a manutenção corretiva planejada.

Dutra (2019) também ressalta que a manutenção corretiva emergencial tem um custo cerca de sete vezes mais do que a manutenção proativa, enquanto a manutenção corretiva planejada custa em média cinco vezes mais do que a proativa. O autor adiciona que a manutenção corretiva é cara devido ao lucro

cessante, compras emergenciais, danos adicionais e tempo prolongado de execução. Ele destaca que cada hora investida em planejamento economiza cinco horas na execução e menciona o aumento dos custos de reparo ao longo do tempo de funcionamento do equipamento.

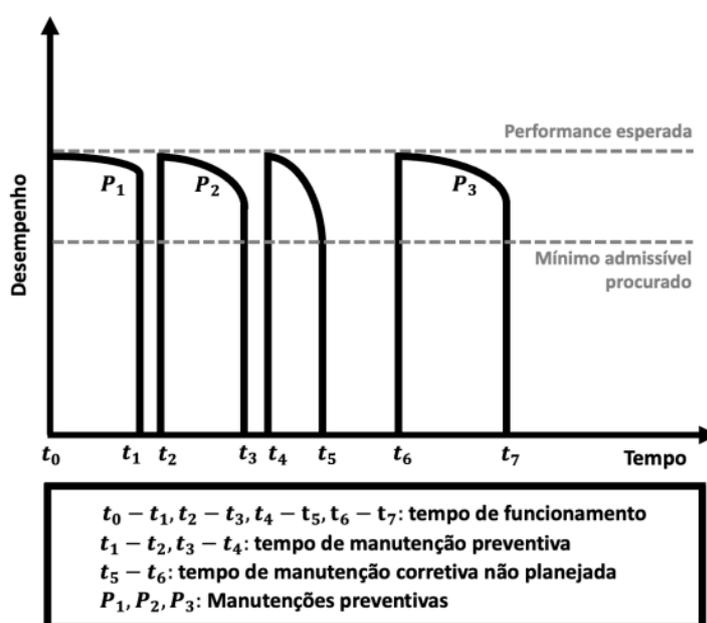
2.4.2 Manutenção preventiva

De acordo com a NBR5462 (1994), a manutenção preventiva é realizada em intervalos pré-determinados ou de acordo com critérios estabelecidos, com o objetivo de diminuir a probabilidade de falhas ou degradação do funcionamento de um equipamento.

Viana (2022) define a manutenção preventiva como qualquer serviço de manutenção realizado em máquinas que ainda não apresentam falhas, estando em condições operacionais ou em perfeito estado.

Para Kardec e Nascif (2009), a manutenção preventiva consiste em ações realizadas para reduzir ou evitar falhas e quedas de desempenho, seguindo um plano previamente estabelecido com base em intervalos de tempo definidos, conforme ilustrado na Figura 6.

Figura 6 - Manutenção preventiva



Fonte: Kardec e Nascif (2009)

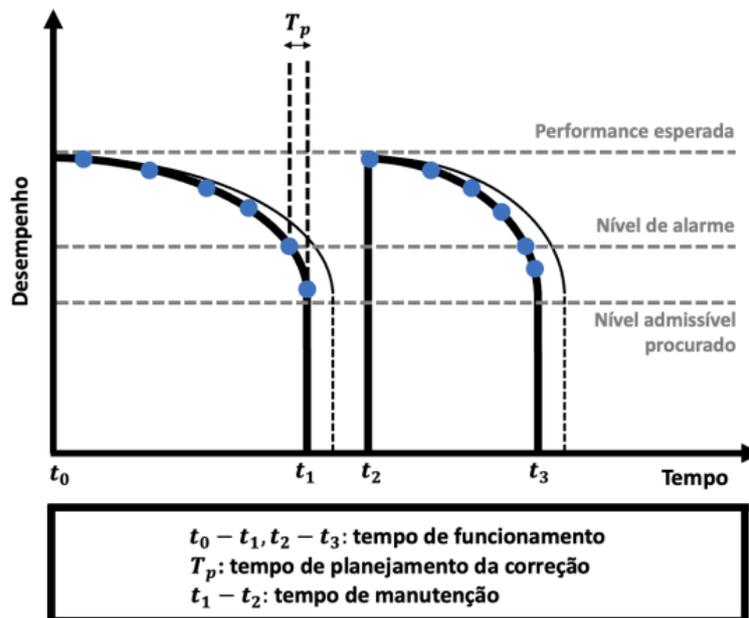
2.4.3 Manutenção preditiva

Conforme estabelecido pela norma NBR5462 (1994), a manutenção preditiva assegura a qualidade do serviço desejada ao empregar técnicas analíticas de forma sistemática. Isso é realizado por meio de supervisão centralizada ou amostragem, com o intuito de minimizar a necessidade de manutenção preventiva e reduzir a ocorrência de manutenção corretiva. Em outras palavras, a manutenção preditiva visa monitorar máquinas e equipamentos para prever o momento provável de falha. Tal monitoramento é conduzido por meio de controle estatístico ou instrumentos de medição.

Embora envolva custos significativos, essa abordagem de manutenção proporciona resultados superiores, pois intervém na planta minimamente. Isso se deve ao fato de que peças e componentes são substituídos antes de alcançarem seus limites de vida útil, graças à previsão do momento em que estarão próximos de tal limite.

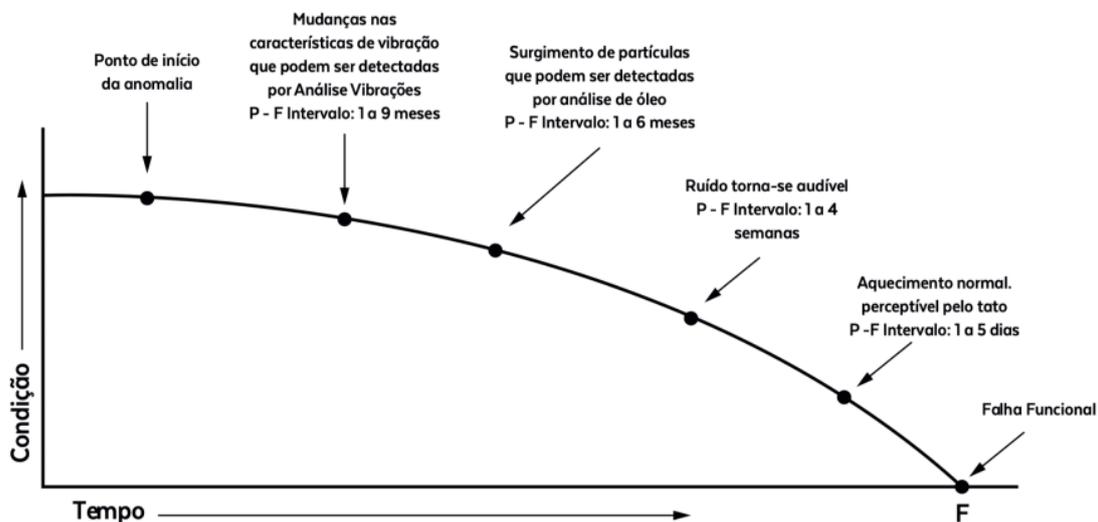
A manutenção preditiva requer a utilização de dispositivos específicos capazes de registrar diversos fenômenos, incluindo análise de vibrações para detectar mudanças nos equipamentos rotativos, termografia para identificar variações de temperatura em equipamentos elétricos e mecânicos, análise de óleo para verificar contaminação em lubrificantes e hidráulicos, observação de alterações nas superfícies e o uso de ultrassom para monitorar variações de pressão. Seu principal objetivo é antecipar e identificar defeitos em estágios iniciais, quando são apenas potenciais, permitindo corrigi-los antes que evoluam para falhas funcionais mais sérias conforme ilustrado na Figura 7 e 8, Dutra (2019).

Figura 7 - Manutenção preditiva



Fonte: Kardec e Nascif (2009)

Figura 8 - Anomalias na curva PF



Fonte: Moubray (1999)

2.5 Planejamento e Controle da Manutenção (PCM)

O Planejador de manutenção é responsável por garantir que os equipamentos operem de maneira eficiente e segura, minimizando o risco de falhas que podem causar interrupções na produção. A implementação de um

sistema de PCM eficaz permite a identificação precoce de problemas potenciais, possibilitando a realização de manutenções preventivas ou preditivas, em vez de intervenções corretivas, que geralmente são mais onerosas e impactam negativamente o fluxo de trabalho.

No âmbito do planejador, são destacadas principalmente três estratégias de manutenção: a manutenção corretiva, a manutenção preventiva e a manutenção preditiva.

Manutenção Corretiva: É a estratégia de manutenção mais básica, onde a intervenção ocorre após a falha do equipamento. Embora possa ser adequada para equipamentos de baixo impacto, sua aplicação em larga escala pode levar a paradas não planejadas, aumento de custos e perda de produtividade.

Manutenção Preventiva: Baseia-se na realização de intervenções periódicas programadas, com base no tempo ou na utilização dos equipamentos. O objetivo é evitar falhas através da substituição de peças desgastadas e ajustes regulares. No entanto, esta estratégia pode levar a uma manutenção desnecessária se as condições reais de operação do equipamento não forem consideradas.

Manutenção Preditiva: Utiliza técnicas de monitoramento da condição do equipamento, como análise de vibração, termografia e análise de óleo, para prever quando uma falha pode ocorrer. Essa abordagem permite a realização de manutenções apenas quando necessário, otimizando os recursos e aumentando a vida útil dos equipamentos.

A implementação eficaz do PCM traz diversos benefícios para a indústria, entre os quais se destacam:

- **Redução de Custos:** Através da diminuição das paradas não planejadas e do aumento da vida útil dos equipamentos, o PCM contribui significativamente para a redução dos custos operacionais.
- **Aumento da Confiabilidade:** Equipamentos bem mantidos apresentam menor probabilidade de falhas, aumentando a confiabilidade dos processos produtivos.
- **Melhoria da Segurança:** A manutenção adequada dos equipamentos reduz o risco de acidentes, protegendo tanto os trabalhadores quanto o ambiente.

- **Otimização dos Recursos:** Com o PCM, é possível planejar e utilizar os recursos de forma mais eficiente, evitando desperdícios e garantindo a disponibilidade dos equipamentos quando necessários.

2.6 Indicadores de Manutenção

Os índices ou indicadores de manutenção são dados numéricos estabelecidos sobre os processos no qual queremos controlar. Eles possibilitam o acompanhamento e a avaliação desses processos, sendo informações essenciais para a tomada de decisões.

Para Viana (2022), a medição do desempenho da manutenção é um requisito fundamental para qualquer empresa, equiparando-a com a avaliação do desempenho das etapas de produção.

Dutra (2019) concorda com a importância dos indicadores, comentando que eles servirão como base para a tomada de decisões estratégicas, e que sem eles se torna difícil saber se as decisões tomadas foram certas ou erradas.

Esse autor ainda afirma que é no ato de controlar as atividades que se concentra toda a gestão dos resultados obtidos com as ações planejadas e programadas.

A seleção dos indicadores de desempenho da manutenção, que têm como função avaliar o desempenho do setor, visa medir e indicar se a trajetória seguida está correta ou se há necessidade de aprimorar algum resultado, contribuindo para agregar valor à organização. Dessa forma, os indicadores precisam avaliar o desempenho das etapas realizadas, sua efetividade, aplicabilidade, e identificar os pontos onde ainda são necessárias melhorias.

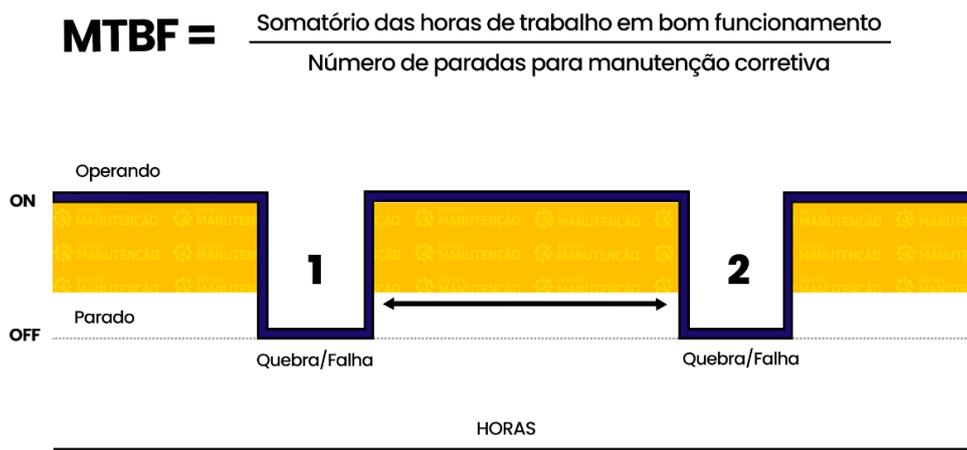
Alguns indicadores que são referência no que tange manutenção, serão descritos sucintamente a seguir.

2.6.1 MTBF (Tempo Médio entre Falhas)

MTBF (Mean Time Between Failures) ou TMEF (Tempo Médio entre Falhas): é definido como a divisão da soma das horas disponíveis do equipamento para a operação, pelo número de intervenções corretivas neste

equipamento no período, como exemplificado na Figura 9. Se o valor de MTBF aumentar com o tempo, é um sinal positivo para a manutenção, pois indica que o número de intervenções corretivas vem diminuindo, e consequentemente o total de horas disponíveis para a operação aumenta, Viana (2022).

Figura 9 - Cálculo MTBF

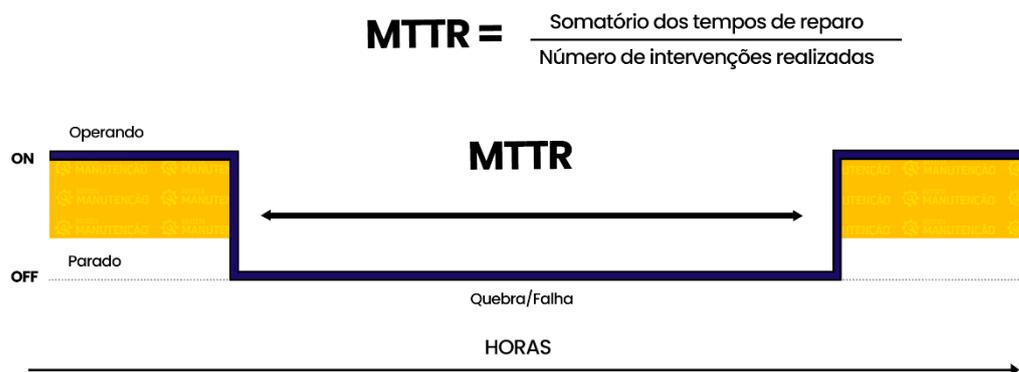


Fonte: Revista Manutenção.

2.6.2 MTTR (Tempo Médio para Reparo)

MTTR (Mean Time To Repair) ou TMPR (Tempo Médio para Reparo): é a divisão entre a soma das horas de indisponibilidade para a operação devido à manutenção, pelo número de intervenções no período, como exemplificado na Figura 10. Se o MTTR diminuir com o tempo, é um sinal positivo para a manutenção, pois significa que os reparos corretivos são cada vez menos impactantes na produção, Viana (2022).

Figura 10 - Cálculo MTTR



Fonte: Revista Manutenção.

2.6.3 Disponibilidade

Disponibilidade: Segundo Teles (2018), a disponibilidade define-se como a capacidade de um item estar em condições de executar sua função em um dado instante ou em 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.

2.6.4 Confiabilidade

Confiabilidade: A norma NBR 5462 (1993) resume a o termo confiabilidade como sendo a capacidade de um item em desempenhar uma função requerida sob condições especificadas, durante um dado intervalo de tempo.

2.6.5 OEE (Eficiência Global do Equipamento)

O Overall Equipment Effectiveness (OEE), ou Eficiência Global do Equipamento, consiste em um indicador muito utilizado na indústria, apontando o nível de eficiência de um equipamento. Trabalhando em conjunto com a filosofia da manufatura enxuta, esse índice é de extrema importância para a melhoria dos processos. O indicador OEE faz uma comparação entre a capacidade de produção que um equipamento possui e a quantidade que foi, de fato, entregue por ele (TOTVS, 2024).

3 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE EMBALAGEM METÁLICA

Embora as latas de alumínio tenham se popularizado nos últimos anos devido à maleabilidade do material, que permite moldá-las em diversas formas desejadas e sua capacidade de serem reutilizáveis, as latas de aço ainda tem um leque de mercado bastante relevante.

Elas têm aplicação nos segmentos para embalagens de tintas, vernizes, aerossóis e de graus alimentício. Essa marca se dá pelo fato que o aço é um material mais resistente e menos suscetível à deformação em seu produto final. Além disso, a lata de aço se caracteriza como um produto atóxico, que não contamina o material embalado e tem capacidade de proteger o produto contra a luz e contaminantes externos.

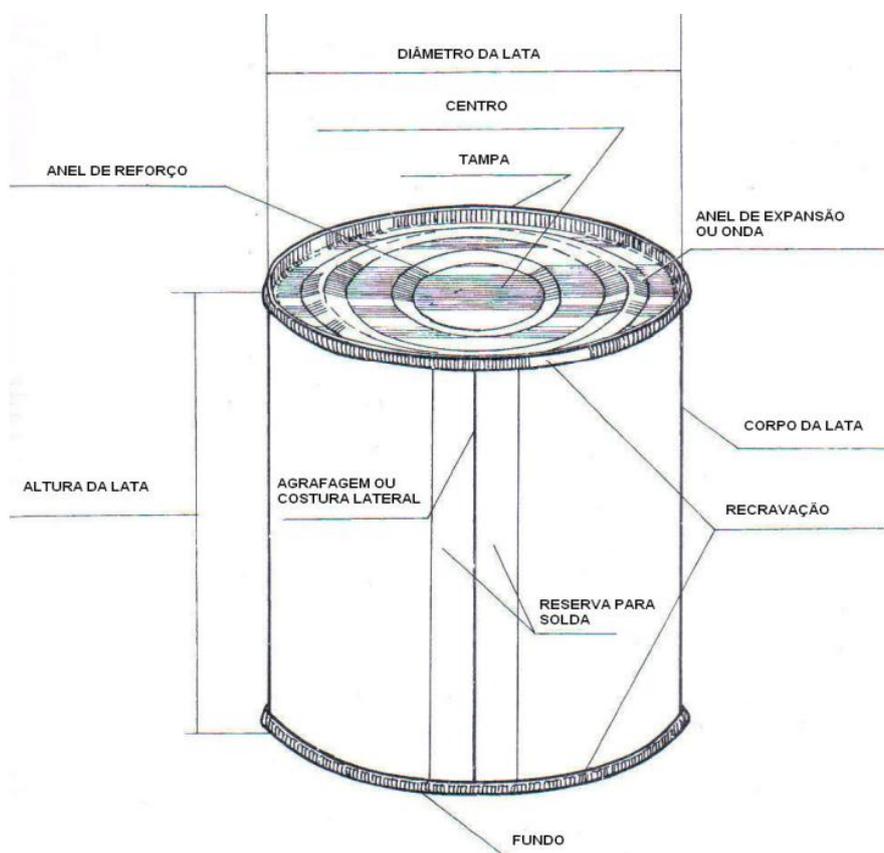
De acordo a norma ABNT NBR10531 (2007), as latas mais comuns e mais utilizadas são classificadas da seguinte forma:

- Número de peças
 - Lata de duas peças: embalagem metálica com dois componentes básicos: corpo com fundo integrado e tampa.
 - Lata de três peças: embalagem metálica com três componentes básicos: corpo, tampa e fundo. A tampa pode ser constituída de apenas um componente ou de mais de um, como as latas de tinta, leite em pó etc.
- Formato
 - Retangular: embalagem metálica de paredes retas, na qual a seção transversal retangular, com os cantos arredondados, permanece constante desde a parte superior até a inferior, ignorando-se eventuais variações locais causadas por frisos, gargalos, boca alargada etc.
 - Cilíndrica: embalagem metálica de paredes retas, na qual a seção transversal circular permanece constante desde a parte superior até a inferior, ignorando-se eventuais variações locais causadas por frisos, gargalos, boca alargada etc.
 - Oval: embalagem metálica de paredes retas, na qual a seção transversal, oval ou semelhante, permanece constante desde a parte superior até a inferior, ignorando-se eventuais variações locais causadas por frisos, gargalos, boca alargada etc.

- Costura lateral
 - Por agrafagem: costura lateral constituída por um duplo enganchamento das extremidades do corpo. Pode ser seca (sem qualquer vedante), ou com vedante (termoplástico).
 - Por sobreposição: costura lateral formada pela sobreposição das extremidades do corpo, fixadas por solda de liga de estanho, ou por solda elétrica.

A partir da Figura 11 podemos notar os nomes técnicos dos componentes que compõem a lata de três partes.

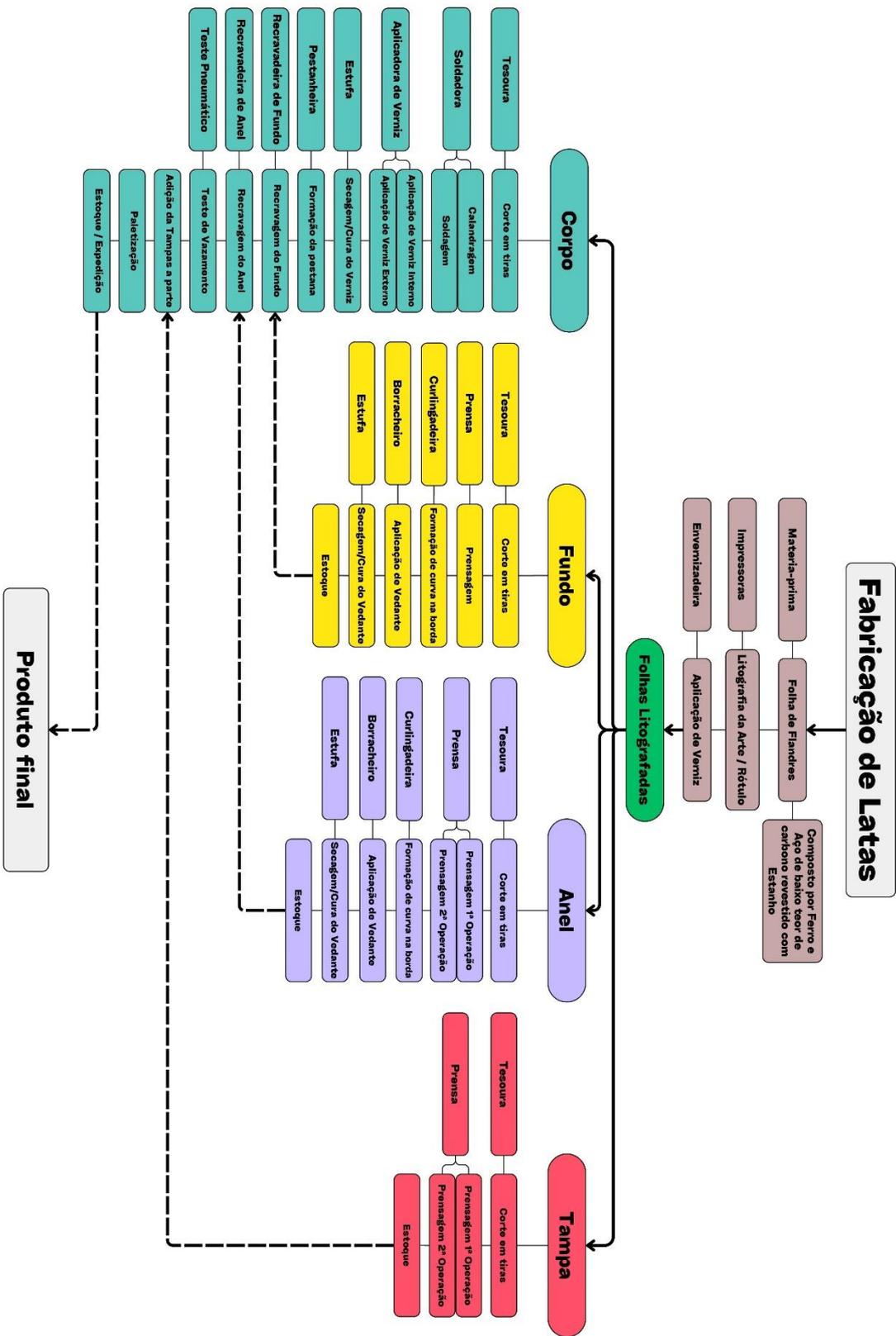
Figura 11 - Nomenclatura da lata e dos seus componentes



Fonte: Darex Produtos Químicos e Plásticos Ltda (1978)

Tendo ciência da normativa referente a embalagens metálicas, é demonstrado a seguir o processo de fabricação das latas de aço de três peças, de formato cilíndrico com costura lateral por sobreposição em solda de estanho. Este fluxograma é subdividido em diversas etapas (Figura 12) onde até a formação da lata se conectam entre si.

Figura 12 - Fluxograma fabricação de latas



Fonte: Autor (2024)

4 METODOLOGIA

Esse trabalho tem o objetivo de contribuir para solucionar o problema recorrente identificado no âmbito da gestão da manutenção para as máquinas pertencentes a unidade fabril, de modo a organizar o fundamental processo de Planejamento e Controle de Manutenção (PCM).

4.1 Instrumento de Coleta de Dados

Para administrar os dados de máquinas, criação dos códigos de identificação, e planos preventivos elaborado nesse trabalho será utilizado o software de gerenciamento de dados chamado de TOTVS (pronuncia-se tótus), sigla em latim e significa “Tudo”, analogia para a companhia que consolida soluções em 12 segmentos.

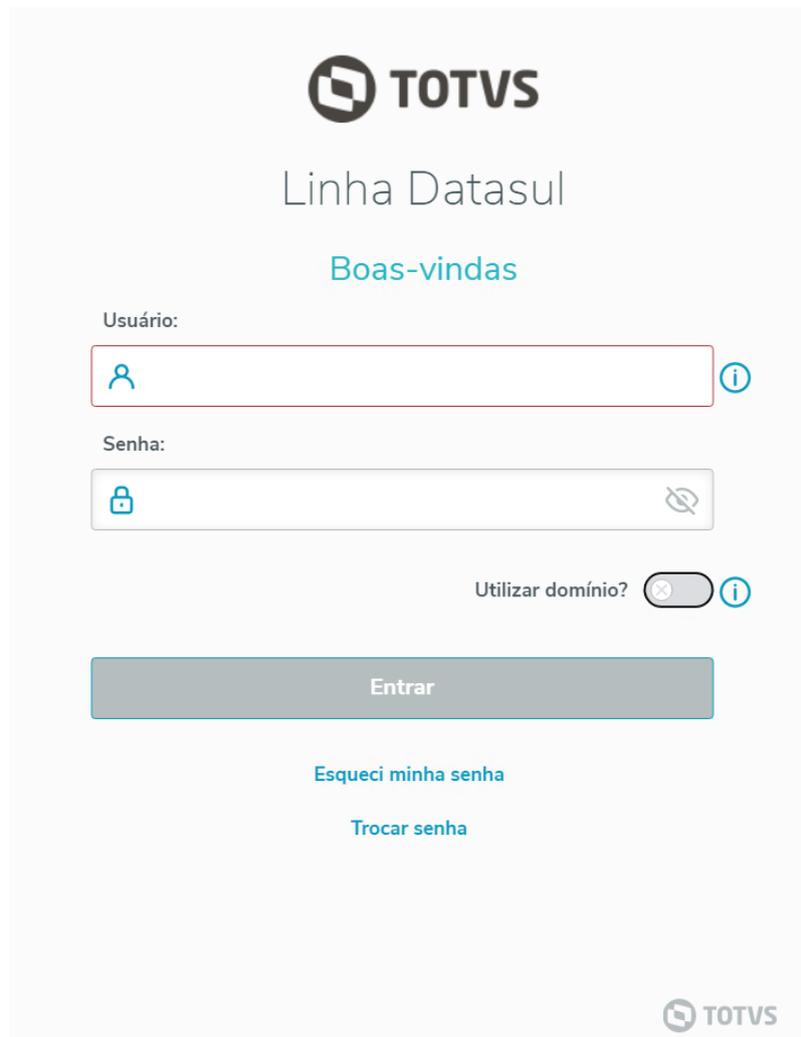
A TOTVS é uma empresa brasileira de software, com sede em São Paulo e trabalha em módulos específico para cada área. Esses módulos se comunicam de modo a integrar os dados e as informações de todos os setores da empresa. Assim, facilita que a empresa monitore e controle seus recursos, como matéria-prima, estoque, produção, manutenção entre outros.

Dentre os módulos há o TOTVS Manufatura, onde possui sistemas de gestão voltados para indústrias, na qual possibilitam controlar a gestão de ativos de forma automática e muito mais inteligente. Com ele, você programa a execução de todas as atividades de manutenção preventivas ou corretivas, e controlar todos os indicadores relativos a esses processos. Desse modo, você sabe qual o custo das paradas de máquina, quanto tempo cada equipamento ficou parado, qual o impacto sobre a produção e qual o custo de cada manutenção, entre outros KPIs fundamentais para melhorar a sua gestão de manutenção.

O acesso ao ERP (Enterprise Resource Planning ou Planejamento de Recursos Empresariais) é feito por meio de credenciais individuais como mostra a Figura 13, ou seja, um login e senha exclusivos para cada usuário. Isso garante a rastreabilidade de todas as ações realizadas dentro do software. Além disso,

o sistema registra a data e hora de cada movimentação. Cada operação é associada a uma transação específica.

Figura 13 - Acesso ao TOTVS



A imagem mostra a interface de login do sistema TOTVS Linha Datasul. No topo, há o logotipo do TOTVS e o texto "Linha Datasul" e "Boas-vindas". Abaixo, há campos para "Usuário:" e "Senha:". O campo de usuário contém um ícone de pessoa e um ícone de informação. O campo de senha contém um ícone de cadeado e um ícone para alternar visibilidade. Abaixo dos campos, há um botão "Entrar" e links para "Esqueci minha senha" e "Trocar senha". No canto inferior direito, há o logotipo do TOTVS.

Fonte: Autor (2024)

O TOTVS Manufatura é encarregado de gerenciar todas as ocorrências de manutenção que envolvam o setor fabril. Ele controla aspectos como o número de ordens de manutenção (OMs), indicadores de desempenho, custos de manutenção e planos de manutenção.

A ferramenta facilita a programação das manutenções ao gerar automaticamente, de acordo com as frequências previamente definidas pelo usuário, as OMs para as manutenções preventivas e preditivas que foram previamente criadas e registradas, evitando lapsos ou falhas no cronograma.

Ao conhecer as datas com antecedência, a empresa pode se planejar melhor para as intervenções necessárias e assegurar que todos os recursos, incluindo os Procedimentos Operacionais Padrões (POP), estejam disponíveis para garantir o funcionamento ideal dos equipamentos.

Os dados registrados pelos técnicos de manutenção são organizados e armazenados para análises futuras. Esses dados são utilizados para monitorar a performance da manutenção, gerenciar custos e servir de base para revisar e aprimorar continuamente os planos de manutenção.

As etapas do processo de manutenção incluem: planejamento, programação, execução dos serviços, registro de dados e análise sistêmica e operacional, como ilustrado na Figura 14.

Figura 14 - Processo de manutenção



Fonte: Autor (2024)

5 RESULTADOS

5.1 Cadastro de Estabelecimentos

O primeiro passo do estudo foi realizar a distinção das unidades fabris da mesma empresa no nosso sistema, conforme a Tabela 1 a seguir. Com isso é possível organizar a estrutura de máquinas e posteriormente as manutenções relacionadas com cada unidade fabril.

Tabela 1 - Estabelecimentos

Est	Nome	Cidade	UF
111	EMPRESA EMBALAGENS METALICAS	JUNDIAI	SP
13	EMPRESA EMBALAGENS METALICAS	ESTRELA	RS
15	EMPRESA EMBALAGENS METALICAS	RIO VERDE	GO
17	EMPRESA EMBALAGENS METALICAS	RECIFE	PE

Fonte: Autor (2024)

5.2 Cadastro de Linhas de Produção

A unidade fabril estudada, estabelecimento enumerado em “17”, onde possui quatro linhas de produção para atender as diferentes embalagens que ofertam no mercado. Estas linhas produtivas foram nomeadas no sistema como “TAGs” exemplificadas a seguir na Tabela 2.

Tabela 2 - Linhas de produção

TAG	Descrição	Est
17UTIL	AREA EXTERNA	17
7LM004-1	LINHA DE MONTAGEM 004 - PE	17
7LM001-1	LINHA DE MONTAGEM 001 - PE	17
7LM018-1	LINHA DE MONTAGEM 018 - PE	17
7LM0501-1	LINHA DE MONTAGEM 501 - PE	17

Fonte: Autor (2024)

Sendo “LM” referente a natureza de operação da linha de produção, no caso do estabelecimento “17”, todas são de natureza “Linha de Montagem”. E onde “004”, “001”, “018” e “501” são designadas as variáveis embalagens

produzidas nesta unidade, diferenciando-as em dimensões, geometria, aplicação e tipo de insumos.

5.3 Cadastro de Equipamentos

O tagueamento de equipamentos em uma fábrica é fundamental para acompanhar o histórico de um equipamento desde sua aquisição até sua desativação, incluindo manutenções, reparos e movimentações dentro da fábrica. Isso facilita a identificação de problemas recorrentes, o planejamento de manutenção e o monitoramento do desempenho individual dos equipamentos ao longo do tempo.

Com isso, foram realizados os cadastros e as codificações de equipamentos, contendo dados como características técnicas, data de instalação e outras informações relevantes sobre cada equipamento utilizado na produção.

Mas antes disso, foi definido que cada equipamento será relacionado à uma Família de equipamentos, que compõe os primeiros dois dígitos do tagueamento. Como mostra alguns exemplos na Tabela 3:

Tabela 3 - Família de equipamentos

Fam Equipto	Descrição
AL	ALIMENTADORES
AP	APLICADORAS DE ALÇA
AR	ARQUEADEIRA
BM	BODY MAKERS
CM	COMPRESSORES
DA	MAQUINA DE ALCA
EB	EMBALADEIRAS
ES	ESTUFAS
EX	EXPANSORAS
MH	MESA HIDRAULICA
MS	MAQUINAS DE SOLDA
MT	MAQUINA DE TESTE
PE	PESTANHEIRA
RE	RECRVADEIRAS
RF	REFRIGERADOR
TE	TESOURAS ROTATIVAS
TO	TORRE DE RESFRIAMENTO
TP	TRANSPORTADORES
YZ	DIVERSOS

Fonte: Autor (2024)

Com as famílias nomeadas, foi realizado o cadastro dos equipamentos de fato, como mostrado alguns exemplos na Tabela 4 a seguir e posteriormente a formalização em forma de plaquetas para identificar como patrimônio do estabelecimento exemplificado na Figura 15.

Tabela 4 - Equipamentos

Equipamento	Descrição	Fam Equipto
AL-029	ALIMENTADOR/TESOURA 1ºCORTE	AL
AP-004	APLICADORA DE ALCA	AP
BM-009	BODY MAKER (Nº 4)	BM
CM-7811	COMPRESSOR GA45+	CM
EB-7695	EMBALADEIRA	EB
ES-12116	ESTUFA	ES
EX-017	EXPANSORA	EX
MH-021	MESA HIDRAULICA	MH
MS-12039	MAQUINA DE SOLDA	MS
MT-089	MAQUINA DE TESTE	MT
PE-044	PESTANHEIRA	PE
RE-034	RECRAVADEIRA DE FUNDO	RE
RF-12370	REFRIGERADOR	RF
TE-084	TESOURA 2. CORTE	TE
TE-085	TESOURA 1. CORTE	TE
TO-11235	TORRE DE RESFRIAMENTO	TO
TP-086	TRANSPORTADOR	TP
YZ-8228	EXAUSTOR	YZ

Fonte: Autor (2024)

Figura 15 - TAG de equipamento

Fonte: Autor (2024)

5.4 Relacionamento Equipamento x TAG

Após alimentar os equipamentos no software da manutenção, deve-se relacioná-los às suas respectivas linhas de produção e consequentemente ao estabelecimento presente para compor o sistema organizacional. Como mostra a Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 - Relacionamento equipamento x TAG

Equipamento	Descrição	TAG
AL-029	ALIMENTADOR/TESOURA 1°CORTE	17M004-1
BM-009	BODY MAKER (Nº 4)	17M004-1
ES-12116	ESTUFA	17M004-1
MS-12039	MAQUINA DE SOLDA	17M004-1
RF-12370	REFRIGERADOR	17M004-1
AP-004	APLICADORA DE ALCA	7LM001-1
EB-7695	EMBALADEIRA	7LM001-1
MH-021	MESA HIDRAULICA	7LM001-1
MT-089	MAQUINA DE TESTE	7LM001-1
TP-086	TRANSPORTADOR	7LM001-1
EX-017	EXPANSORA	7LM018-1
PE-044	PESTANHEIRA	7LM018-1
RE-034	RECRAVADEIRA DE FUNDO	7LM018-1
TE-084	TESOURA 2. CORTE	7LM018-1
TE-085	TESOURA 1. CORTE	7LM018-1
YZ-8228	EXAUSTOR	7LM018-1
TO-11235	TORRE DE RESFRIAMENTO	7LMO501-1
CM-7811	COMPRESSOR	17UTIL

Fonte: Autor (2024)

5.5 Cadastro das Manutenções

As manutenções são diferenciadas de acordo com sua natureza, seja ela corretiva, preventiva, entre outras. Para necessidade da fábrica de estudo foi determinado os tipos de manutenção listados na Tabela 6 a seguir:

Tabela 6 - Tipos de Manutenção

Tp Manut	Descrição	Estatística
1	MANUTENCAO MECANICA CORRETIVA	Corretiva
2	MANUTENCAO MECANICA PREVENTIVA	Preventiva
3	MANUTENCAO PREDITIVA	Preditiva
4	MANUTENCAO ELETRICA CORRETIVA	Corretiva
5	MANUTENCAO ELETRICA PREVENTIVA	Preventiva
19	INSTALACAO DE MÁQUINA/EQUIPAMENTO	Outros
21	LUBRIFICACAO	Outros
23	MELHORIA	Outros
31	MANUTENCAO DE TERCEIROS	Outros
36	MANUTENCAO PREDIAL	Outros
41	ASSISTENCIA DE LINHA	Outros

Fonte: Autor (2024)

Sendo distribuídas entre manutenções de natureza mecânica e elétrica, onde as principais atividades são utilizadas em caráter corretivo e preventivo. Além desses tipos de manutenção, existem alguns para uso mais eventual como instalação de novas máquinas e equipamentos, atividade essa que não se enquadram nas citadas anteriormente, porém é fundamental manter os registros das mesmas.

A opção de assistência de linha é estabelecida aos mecânicos e eletricitistas onde diariamente relatam tudo que ocorreu na linha de produção durante seu turno em vigor, assim os demais técnicos enxergam quais foram as dificuldades e tomam alguma ação de melhoria.

5.6 Cadastro de Técnicos

Inicialmente são formadas Equipes para cada unidade fabril de acordo com a necessidade para distribuir as respectivas atividades em equipamento a quem pertence. Foi definido em dividir equipes entre Equipe de Manutenção Mecânica, Equipe de Manutenção Elétrica e Equipe de Manutenção Litográfica, porém como o estabelecimento em que foi realizado o estudo tem um porte menor comparado as demais, foi criado apenas uma equipe denominando-a em Equipe de Manutenção Geral (17EMG), onde abrange atividade mecânicas e elétricas, como mostra a Tabela 7 a seguir.

Tabela 7 - Equipes de manutenção

Equipe	Descrição
111EME	ELETRICA SP
111EML	LITOGRAFIA SP
111EMM	MECANICA SP
13EME	EQUIPE MANUTENCAO ELETRICA SUL
13EML	EQUIPE MANUTENCAO LITO SUL
13EMM	EQUIPE MANUTENCAO MECANICA SUL
15EMG	MANUTENCAO GERAL GO
17EMG	MANUTENCAO GERAL PE

Fonte: Autor (2024)

Com isso, é possível realizar o cadastro dos técnicos utilizando seu número de matrícula e relacionando-os em suas respectivas equipes, os técnicos da unidade em estudo são mostrados na Tabela 8 abaixo:

Tabela 8 - Técnicos de manutenção

Equipe	Técnico	Nome Genérico
17EMG	00076-0	MECÂNICO 1
17EMG	00085-0	MECÂNICO 2
17EMG	00118-0	MECÂNICO 3
17EMG	00133-0	MECÂNICO 4
17EMG	00034-0	MECÂNICO 5
17EMG	00046-0	MECÂNICO 6
17EMG	00058-0	ELETRICISTA 1
17EMG	00100-0	ELETRICISTA 2

Fonte: Autor (2024)

Nesse mesmo cadastro são definidas algumas características do técnico, como a sua especialidade e seu turno de trabalho, onde será essencial para distribuição futura das ordens de manutenção para capacitação de cada técnico. Sua especialidade pode variar em: mecânico, eletricista, ferramenteiro, torneiro, fresador ou soldador. Já o seu turno de trabalho é definido em 1º turno (06h a 14h), 2º turno (14h a 22h) e 3º turno (22h a 06h).

Este cadastro de técnicos da manutenção via sistema possibilitou uma interação junto ao departamento pessoal da empresa. Onde as informações de ausência do funcionário, período de férias ou afastamento fossem interligados à manutenção tornando o funcionário indisponível para ordens de manutenção a serem executadas no mesmo período.

5.7 Ordem de Manutenção

A ordem de manutenção ou ordem de serviço, fornece informações essenciais para o planejamento e realização de uma tarefa, servindo para estruturar e oficializar um trabalho.

Por meio deste documento auxilia a empresa a coletar, armazenar e monitorar informações cruciais sobre os serviços realizados, permitindo que

todos os colaboradores envolvidos tenham acesso a esses dados. Assim, os departamentos podem acompanhar as demandas de forma mais eficiente e se preparar adequadamente para atendê-las.

Na empresa estudada, a manutenção como um todo é realizada de maneira informal: sem uma solicitação e sem um devido registro. Tomando como exemplo uma manutenção corretiva: no momento em que o equipamento apresenta a falha durante a produção, o operador de produção aciona o técnico de manutenção, o qual realiza a intervenção e libera o equipamento em funcionamento, sem formalizar o registro deste serviço.

Considerando que a mudança de cultura industrial como sendo fundamental para a estruturação do planejamento da manutenção, possibilitando criação de histórico do equipamento, foi dado o primeiro passo da metodologia: implementação da ordem de manutenção via sistema.

Os registros de ordens de manutenção são realizados da seguinte forma:

- Realizar o login com usuário e senha no sistema da manutenção.
- Abrir a janela “Ordens de Manutenção” e gerar um novo registro, onde será dado uma numeração única para a ordem.
- É preenchido a Página 1 conforme a Figura 16 com as informações explicadas anteriormente, como:
 - Código do Equipamento.
 - TAG da linha de produção.
 - Estabelecimento da empresa.
 - Código da manutenção.
 - A opção do Plano, se será uma manutenção sistemática ou avulsa.
 - Tipo de Manutenção.
 - Descrição da manutenção.
 - Determinar o quão urgente se trata esta ocorrência e sua prioridade.
 - A Unidade de negócio será padrão por se tratar de uma única empresa.
 - Inserir a escala GUT: Gravidade, Urgência e Tendência. Para o Planejador classificar na ordem prioritária.

- Inserir o código do checklist gerado anteriormente, se houver.

Figura 16 - Abertura de ordem de manutenção (Página 1)

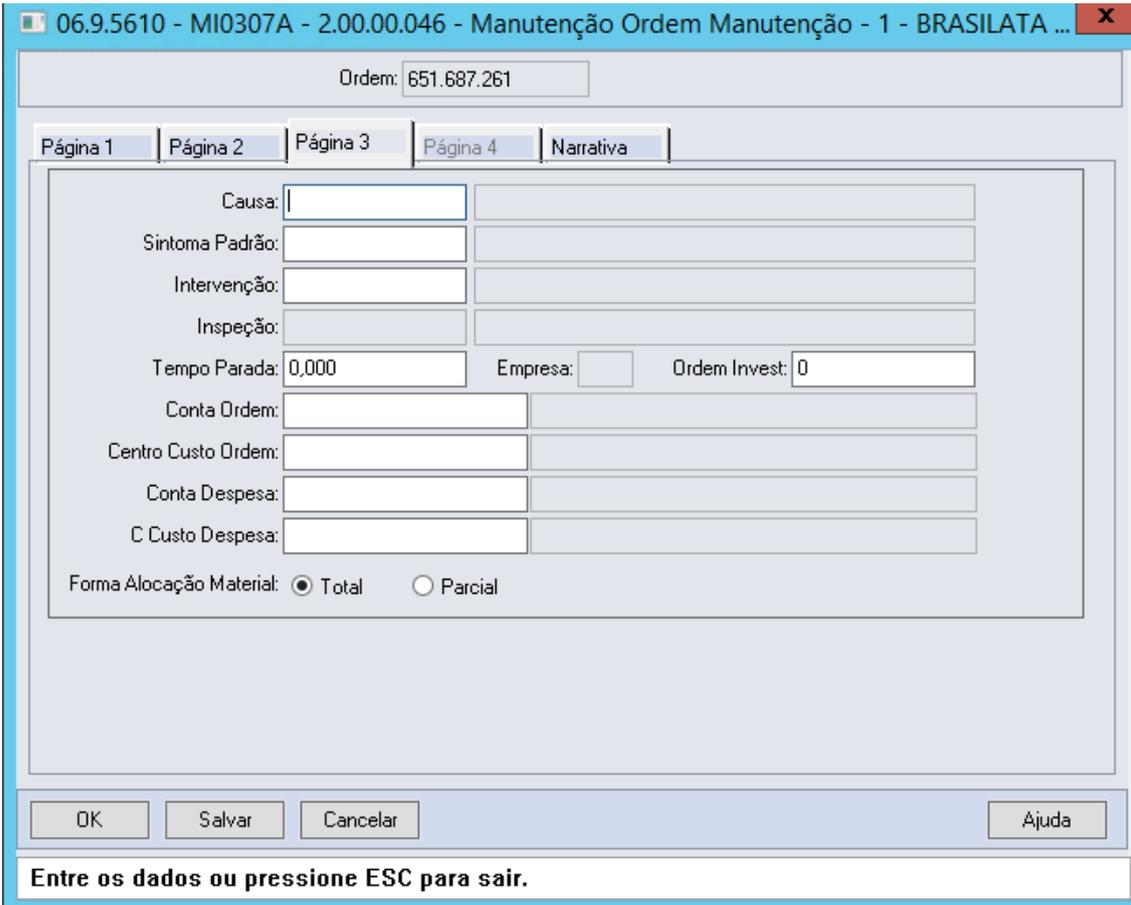
Fonte: Autor (2024)

- É preenchido a Página 2 conforme a Figura 17 com as informações do tipo:
 - Duração estimada da manutenção, em dias.
 - Projeto vinculado, se houver.
 - As datas previstas da manutenção.
 - A data de criação da ordem será salva automaticamente sem possibilidade de alteração.
 - Inserir o Planejador, comentado anteriormente.
 - Inserir a Equipe, comentado anteriormente.
 - Inserir um documento em anexo, se houver.

Figura 17 - Abertura de ordem de manutenção (Página 2)

Fonte: Autor (2024)

- É preenchido a Página 3 conforme a Figura 18 com as informações do tipo:
 - Inserir a Causa: Desgaste, quebra, aquecimento, tempo de uso, refugo, entre outros.
 - Inserir o Sintoma: Fadiga, queimado, curto-circuito, vazamento, travado, entre outros.
 - Inserir a Intervenção: Troca de correia, troca de válvula, troca de rolete, entre outros.
 - Tempo de parada do equipamento, em horas.
 - Inserir seu respectivo Centro de custo ou Ordem de investimento para englobar suas despesas.

Figura 18 - Abertura de ordem de manutenção (Página 3)

06.9.5610 - MI0307A - 2.00.00.046 - Manutenção Ordem Manutenção - 1 - BRASILATA ...

Ordem: 651.687.261

Página 1 | Página 2 | **Página 3** | Página 4 | Narrativa

Causa:

Sintoma Padrão:

Intervenção:

Inspeção:

Tempo Parada: 0,000 Empresa: Ordem Invest: 0

Conta Ordem:

Centro Custo Ordem:

Conta Despesa:

C Custo Despesa:

Forma Alocação Material: Total Parcial

OK Salvar Cancelar Ajuda

Entre os dados ou pressione ESC para sair.

Fonte: Autor (2024)

- Por fim, é preenchido a Página 4 conforme a Figura 19 com a narrativa do que irá ocorrer na intervenção do equipamento com sua escrita livre.

Figura 19 - Abertura de ordem de manutenção (Página 4)

06.9.5610 - MI0307A - 2.00.00.046 - Manutenção Ordem Manutenção - 1 - BRASILATA ...

Ordem: 651.687.261

Página 1 | Página 2 | Página 3 | **Página 4** | Narrativa

OK Salvar Cancelar Ajuda

Entre os dados ou pressione ESC para sair.

Fonte: Autor (2024)

- Após todo esse processo, a Ordem de manutenção é gerada e cabe ao Planejador providenciar os materiais necessários e programar a intervenção do equipamento, sempre visando um acordo entre o setor de Produção fabril.

5.8 Manutenções Corretivas

As paradas de máquinas que vêm a ocorrer durante a produção são sinalizadas por meio do sistema de produtividade e performance de produção. Este sistema reconhece que houve uma queda de ritmo na produção que era esperado e acusa um alerta contendo data e hora de início e fim como mostra a Figura 20. Com isso, o operador do turno em vigor preenche com algumas informações para o setor da gestão de manutenção.

O PCM enxerga as ocorrências de parada de produção durante o turno e gera as ordens de manutenção corretivas. A equipe técnica dedica alguns minutos do seu trabalho para o apontamento e encerramento dessas ordens.

Figura 20 - Parada de máquina durante produção



Status de Recurso: 0001 - PRODUÇÃO
■ Hora de Início: 05/07/2024 15:28:45 - Hora Final: 05/07/2024 15:31:56
Tempo Decorrido: 00:03:11 - Ordem de Produção: 4986557 - Operação: 40 - Editável: Não
Comentário do Status de Recurso:
Status de Recurso: 401 - MANUTENÇÃO CORRETIVA MECÂNICA
■ Hora de Início: 05/07/2024 15:31:56 - Hora Final: 05/07/2024 15:34:32
Tempo Decorrido: 00:02:36 - Ordem de Produção: 4986557 - Operação: 40 - Editável: Não
Comentário do Status de Recurso: REPOSIÇÃO DO PARAFUSO DA RECRVADEIRA DE FUNDO
Status de Recurso: 401 - MANUTENÇÃO CORRETIVA MECÂNICA
■ Hora de Início: 05/07/2024 15:34:32 - Hora Final: 05/07/2024 15:40:19
Tempo Decorrido: 00:05:47 - Ordem de Produção: 4986557 - Operação: 40 - Editável: Não
Comentário do Status de Recurso: REPOSIÇÃO DO PARAFUSO DA RECRVADEIRA DE FUNDO
Status de Recurso: 0001 - PRODUÇÃO
■ Hora de Início: 05/07/2024 15:40:19 - Hora Final: 05/07/2024 16:08:24
Tempo Decorrido: 00:28:05 - Ordem de Produção: 4986557 - Operação: 40 - Editável: Não

Fonte: Autor (2024)

Para o caso da Figura 20, houve uma manutenção corretiva de natureza mecânica, numa máquina específica localizada na linha 17LMO18L de nome Recravadeira de fundo. É possível observar a data e hora que ocorreu, com isso temos o tempo de máquina parada onde afeta diretamente nos indicadores do setor da manutenção.

Observe a Figura 21 realização da abertura de ordem de manutenção na prática deste mesmo caso, como é feito no Dia dia. Nela deve conter a Tag do equipamento, Tag da linha de produção, estabelecimento e o código de manutenção.

Figura 21 - Ordem de manutenção (Página 1)

06.9.5610 - MI0307A - 2.00.00.046 - Manutenção Ordem Manutenção - 1 - BRASILATA S ...

Ordem: 651.688.817

Página 1 | Página 2 | Página 3 | Página 4 | Narrativa

Equipamento: RE-034 REGRAVADEIRA DE FUNDO
 TAG: 7LM018-1 LINHA DE MONTAGEM 18L - PE
 Estabelecimento: 17 EMBALAGENS METALICAS
 Manutenção: 717/0001 MANUTENCAO CORRETIVA MECANICA
 Plano: Manutenção
 Tipo Manutenção: 1 MANUTENCAO MECANICA CORRETIVA
 Descrição: REPOSIÇÃO DO PARAFUSO DA REGRAVADEIRA DE FUNDO
 Unidade Negócio: 000 EMBALAGEM METALICA
 Urgência: Urgentíssimo Urgente Não Urgente
 Criticidade: X Y Z Prioridade: 200
 GUT Gravidade: 1
 Urgência: 1
 Tendência: 1

CheckList
 Possui Checklist?
 ID Checklist:

OK Salvar Cancelar Ajuda

Tipo de Urgência da Ordem

Fonte: Autor (2024)

Na Figura 22 é possível observar que é necessário inserir a data em que será realizada a manutenção, o planejador responsável e a equipe responsável pela execução.

Figura 22 - Ordem de manutenção (Página 2)

06.9.5610 - MI0307A - 2.00.00.046 - Manutenção Ordem Manutenção - 1 - BRASILATA S ...

Ordem: 651.688.817

Página 1 | Página 2 | Página 3 | Página 4 | Narrativa

Considera Ordem na Parada Duração Manutenção: 1
 Parada:
 Data Inicial: Seq: 0
 Projeto:
 Data Prevista Manutenção: 05/07/2024 Início Mais Cedo: 05/07/2024
 Previsão Término: 05/07/2024 Início Mais Tarde: 05/07/2024
 Planejador: 17EMG MANUTENÇÃO GERAL PE
 Equipe Responsável: 17EMG MANUTENCAO GERAL PE
 Documento Anexo:

OK Salvar Cancelar Ajuda

Entre os dados ou pressione ESC para sair

Fonte: Autor (2024)

Por fim, é preciso inserir a causa, sintoma e intervenção da manutenção, assim também como o tempo de parada, onde é medido em horas, como mostra a Figura 23.

Figura 23 - Ordem de manutenção (Página 3)

06.9.5610 - MI0307A - 2.00.00.046 - Manutenção Ordem Manutenção - 1 - BRASILATA S... X

Ordem: 651.688.817

Página 1 | Página 2 | **Página 3** | Página 4 | Narrativa

Causa: 74 QUEBRA DOS PARAFUSOS

Sintoma Padrão: 015 FOLGA

Intervenção: 038 TROCA DOS PARAFUSOS

Inspeção:

Tempo Parada: 0,160 Empresa: 1 Ordem Invest: 0

Conta Ordem: 11427000 Transitoria de Manutencao

Centro Custo Ordem:

Conta Despesa: 42210200 Pecas de Reposicao

C Custo Despesa: 24102 Manutenção - Unid

Forma Alocação Material: Total Parcial

OK Salvar Cancelar Ajuda

DATASUL S.A. F1 para Ajuda

Fonte: Autor (2024)

5.9 Manutenção Preventiva

Para as manutenções preventivas, o planejamento da manutenção tem como objetivo estabelecer um controle e definir a periodicidade das atividades no setor de manutenção, além de garantir o bom funcionamento dos equipamentos utilizados na empresa. Isso assegura uma produção de qualidade, com menos interrupções ou perdas de produtos. Dessa forma, é essencial que os equipamentos e instalações sejam mantidos em boas condições e adequados para atender às demandas da programação de produção.

Foi escolhido o equipamento mais crítico da linha de montagem da embalagem 18 Litros para serem elaboradas algumas atividades de rotina de manutenção preventiva. As atividades de manutenção foram desenvolvidas com base na análise do histórico de manutenção, pesquisa em fontes literárias e entrevistas com membros da equipe de manutenção.

Na plataforma de manutenção são geradas de forma sistemática de acordo com a periodicidade adotada, podendo ser semanal, quinzenal, mensal, bimestral e assim por diante. Onde o mesmo equipamento pode ter mais de uma manutenção periódica com naturezas diferentes, como mostra um exemplo do equipamento escolhido, recravadeira de anel (RE-038), na Tabela 9, onde a coluna “FT” refere-se fator de tempo ou periodicidade, em dias.

Tabela 9 - Manutenções sistemáticas

Manutenção	Equipamento	Descrição	FT
711/0017	RE-038	MANUTENCAO NO CABEÇOTE DE RECRAVAÇÃO	365
711/0018	RE-038	MANUT. NO ALIMENTADOR DE COMPONENTES	365
711/0027	RE-038	MANUTENÇÃO NA CAIXA DE TRANSMISSÃO	180
712/0048	RE-038	MANUTENCAO PNEUMATICA	180
712/0031	RE-038	MANUTENÇÃO NO SISTEMA ELÉTRICO	365

Fonte: Autor (2024)

Seguindo o mesmo equipamento citado anteriormente, ilustrado na Figura 24, por se tratar de uma máquina primordial para o processo da linha de produção em que se encontra, iremos destrinchar um caso de manutenção preventiva real do mesmo.

Figura 24 - Máquina Recravadeira de anel (RE-038)



Fonte: Autor (2024)

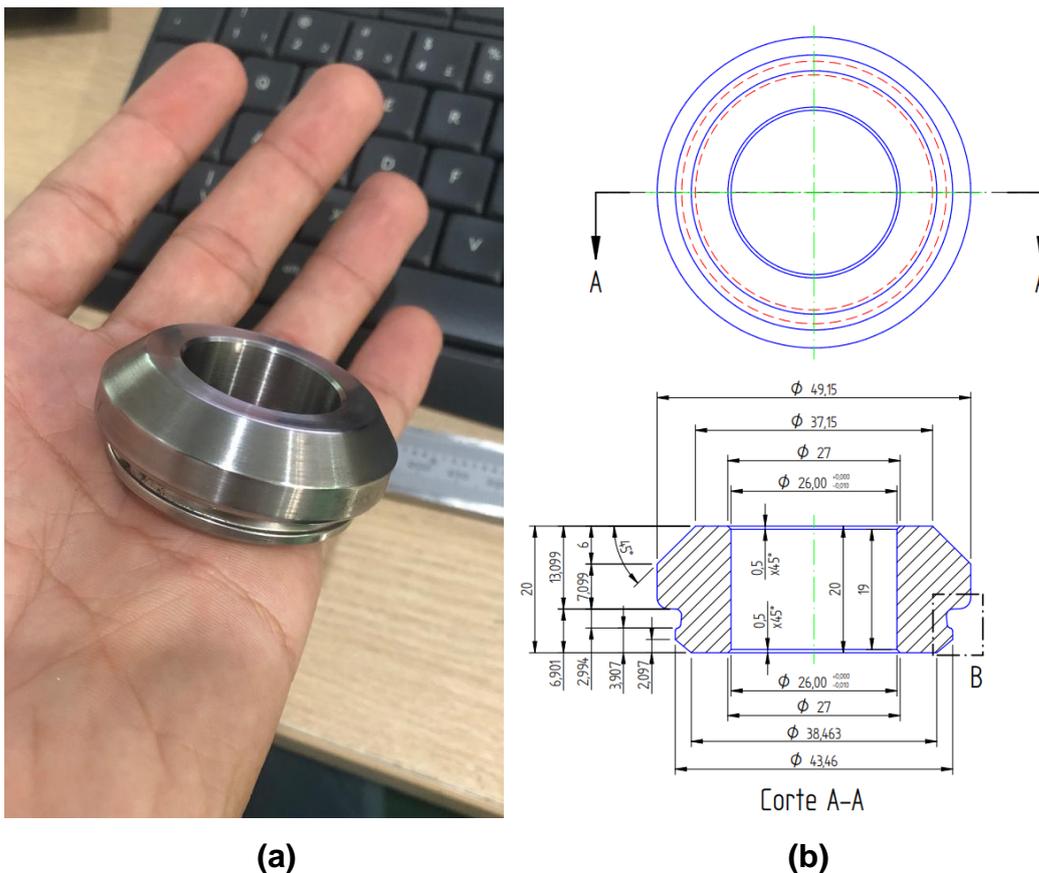
A manutenção de forma preventiva mais importante da máquina recravadeira de anel (RE-038) da linha de montagem 18 litros (LMO018) é considerada a de substituição do cabeçote principal, Figura 25, abastecido com novas peças de reposição. É uma manutenção que é realizada anualmente e que promove uma ótima resposta ao desempenho da produção.

Figura 25 - Cabeçote principal (RE-038)

Fonte: Autor (2024)

Consiste na substituição de quatro (04) roletes de recravação, ilustrado na Figura 26, peça com alta dureza responsável pela conformação plástica entre o corpo da lata e seu componente, seja anel ou fundo, realizando seu fechamento e vedação. Nessa mesma manutenção são substituídos um total de vinte e seis (26) rolamentos de esferas rígidas, sendo: oito (08) Rolamentos 6205, oito (08) Rolamentos 6207, oito (08) Rolamentos 6902, um (01) Rolamentos 30210 e um (01) Rolamento 30211. Além da sua lubrificação geral através de bicos de graxas distribuídos em todas as partes móveis do equipamento.

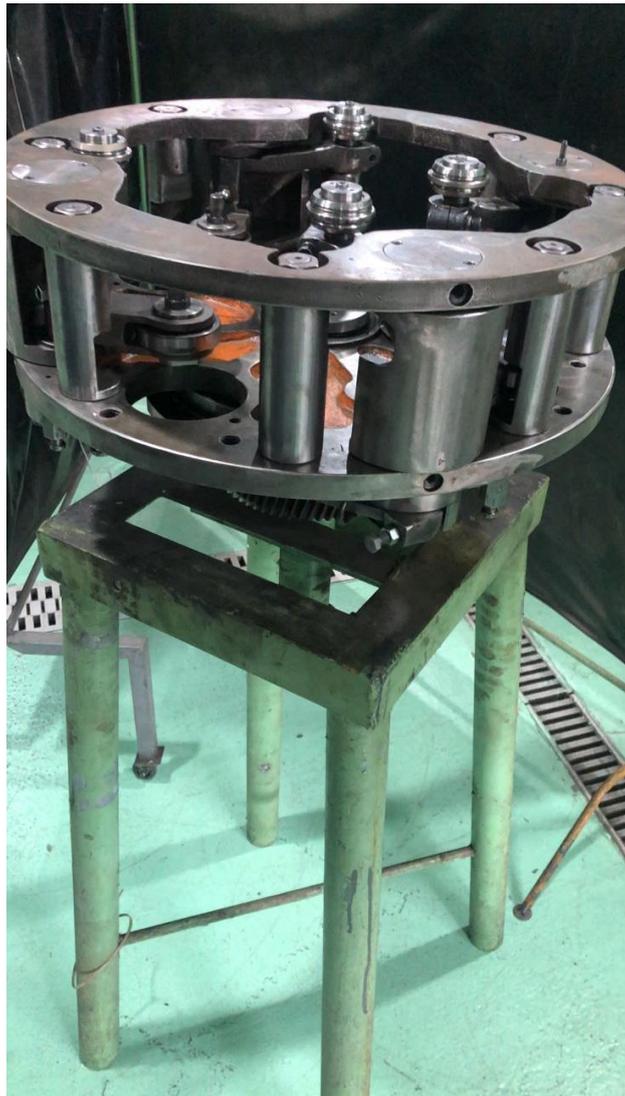
Figura 26 - Rolete de recravação: (a) Peça usinada; (b) Desenho técnico.



Fonte: Autor (2024)

Para que tudo ocorra com maior agilidade e sem comprometer a produção dos produtos, foi obtido um cabeçote reserva idêntico ao instalado na máquina para que possamos executar a maior parte da manutenção na bancada da oficina interna da empresa, como mostra a Figura 27. Portanto, são instaladas todas as peças de reposição novas no cabeçote reserva e assim que o equipamento se encontrar disponível para o processo, é programado a data e o horário junto ao setor de Planejamento e Controle de Produção (PCP) para finalizar a manutenção preventiva na máquina obtendo uma maior disponibilidade e desempenho na produção.

Figura 27 - Cabeçote principal (RE-038) em bancada



Fonte: Autor (2024)

5.9.1 Análise qualitativa da manutenção

Ao finalizar a manutenção na Recravadeira de Anel a equipe de controle da qualidade é acionada para realizar os testes do perfil de recravação visando manter o padrão nos produtos.

O teste é feito no laboratório controlado pela equipe de qualidade, consiste em realizar cortes perpendiculares nas quatro pontas da embalagem metálica, pontos estes considerados como críticos no quesito de apresentar falhas na recravação, mostrado na Figura 28 (a) e em detalhe na Figura 28 (b).

Figura 28 – (a) Pontos críticos em falhas na recravação; (b) Detalhe no ponto crítico.



(a)

(b)

Fonte: Autor (2024)

Os cortes são realizados no equipamento ilustrado na Figura 29 (a), nele contém dois discos de corte com apenas 0,5mm de espessura, Figura 29 (b), para que não ocorra distorção no perfil.

Figura 29 - (a) Equipamento de corte na recravação; (b) Discos de corte.



(a)

(b)

Fonte: Autor (2024)

Com os cortes realizados nas quatro pontas, Figura 30 (a) e 30 (b), é possível seguir para o projetor de perfil para capturar algumas imagens e analisar seu perfil de recravação.

Figura 30 - (a) Cortes nas recravações; (b) Detalhe no corte.



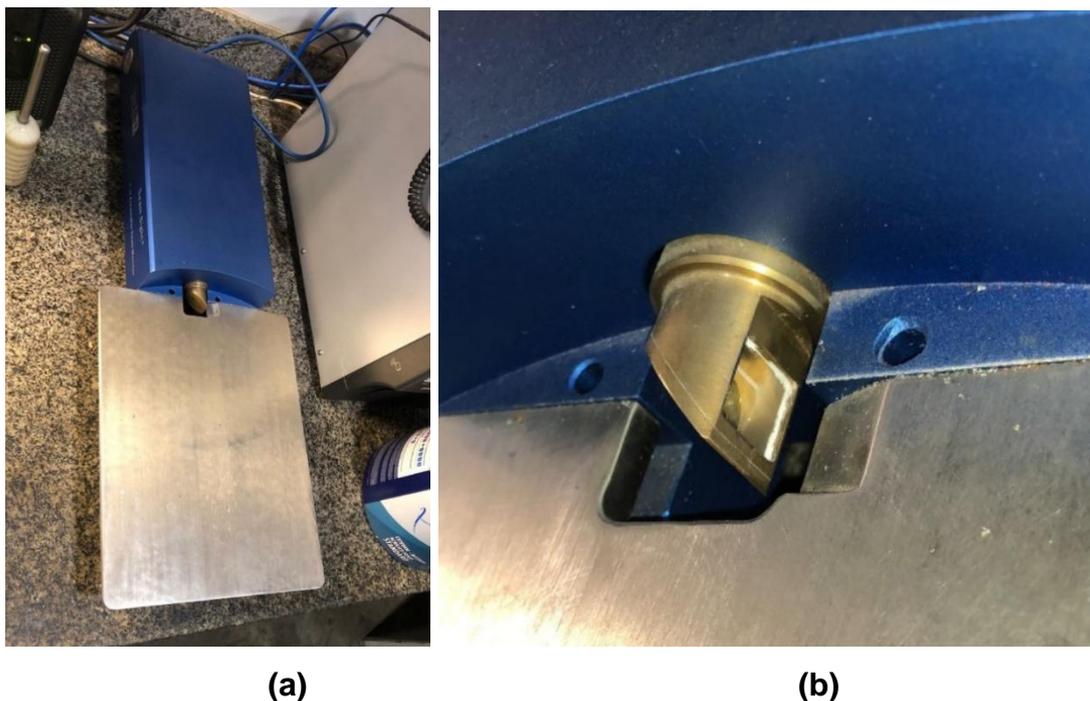
(a)

(b)

Fonte: Autor (2024)

É utilizado o software de medição de recravação SeamSight que recebe os dados do projetor de perfil do fabricante CanNeed, mostrado na Figura 31 (a), onde é possível analisar os detalhes contidos na recravação nas imagens obtidas através da sua lente de aumento, mostrado na Figura 31 (b).

Figura 31 - (a) Projetor de perfil; (b) Lente de aumento.



Fonte: Autor (2024)

Na operação de recravação na fabricação de latas, os termos "Over Lap" (parte sobreposta) e "Hook Length" (Comprimento do gancho) têm significados específicos relacionados à qualidade da união entre a tampa e o corpo da lata:

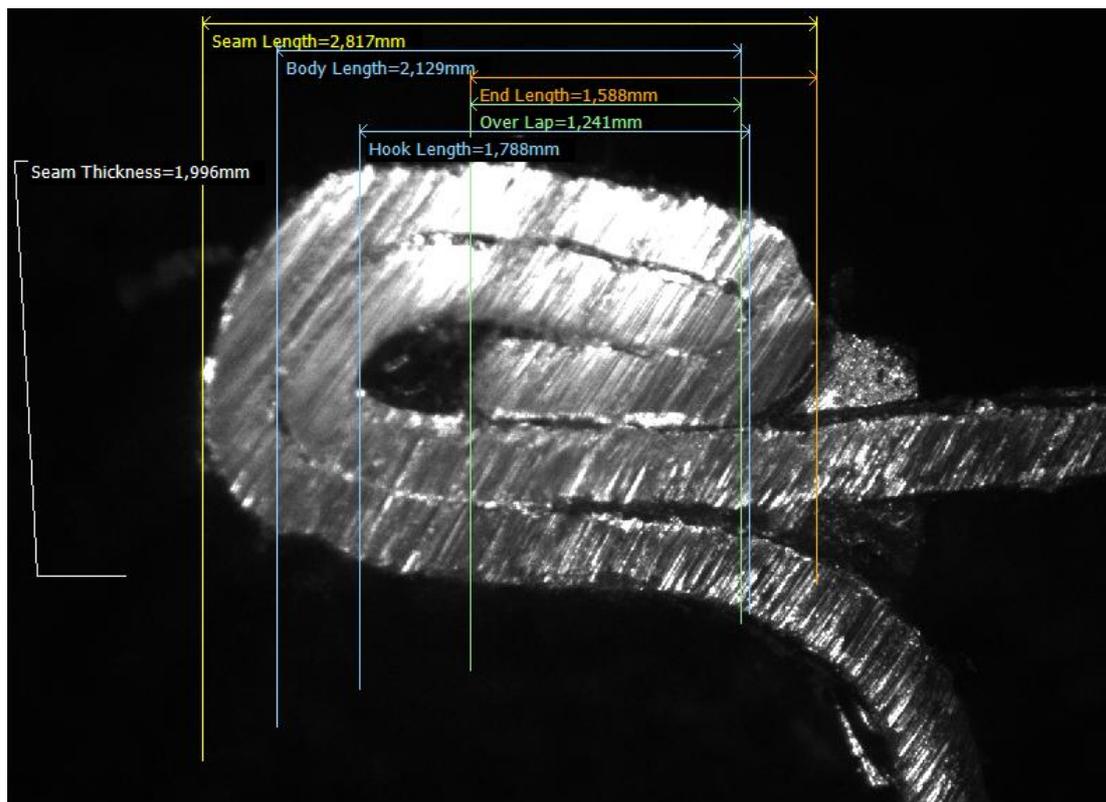
Over Lap refere-se à medida da extensão onde o corpo da lata e a tampa se sobrepõem durante o processo de recravação. É uma parte crítica para garantir que a tampa esteja corretamente fixada ao corpo da lata, assegurando a integridade do fechamento. A sobreposição deve ser suficiente para evitar vazamentos e garantir que o produto dentro da lata permaneça selado.

Hook Length refere-se ao comprimento dos ganchos formados tanto no corpo da lata quanto na tampa durante a recravação. O "hook" é a dobra ou enrolamento da borda da tampa e do corpo da lata que se entrelaçam para formar um fechamento hermético. A medida do comprimento desses ganchos é importante para garantir uma recravação forte e segura. Se o hook length for inadequado, pode haver problemas com a vedação, levando a possíveis vazamentos ou contaminação do conteúdo da lata.

Essas medidas são cruciais para a qualidade e segurança do produto final, especialmente em aplicações onde a vedação hermética é essencial, como em alimentos e bebidas.

Analisando a Figura 32, para uma recravação considerada dentro dos padrões estabelecidos pela empresa, a relação entre “Over Lap” e “Hook Length” deve ser superior a 50%. Para essa situação, a relação encontra-se na faixa dos 69%, fazendo com que a embalagem apresente conformidade aos padrões, contudo o equipamento é liberado pelo controle de qualidade para produzir novamente após a manutenção realizada com sucesso.

Figura 32 - Perfil de recravação



Fonte: Autor (2024)

6 CONCLUSÃO

Com base no que foi apresentado, é possível concluir que, como o trabalho foi desenvolvido com o objetivo de estruturar um planejamento e controle da manutenção mais alinhados à realidade da organização em estudo, além de iniciar o processo de implantação por meio da metodologia criada, os objetivos propostos foram atingidos.

O cadastro e a codificação dos equipamentos, cada item foi individualizado, o que trouxe mais agilidade e organização no monitoramento de sua vida útil, histórico de falhas, custos, entre outros aspectos.

A implantação das ordens de serviço contribuiu para a criação de um histórico detalhado para cada equipamento, essencial para a estruturação do sistema de manutenção. As informações registradas nas ordens de serviço, quando organizadas em um histórico, servem como base para a tomada de decisões gerenciais. No entanto, há espaço para melhorias, uma vez que as ordens de serviço, em alguns casos, não são preenchidas de maneira adequada pelos colaboradores (operadores e técnicos de manutenção), resulta em retrabalho na coleta de informações.

Com a codificação dos equipamentos e o uso das ordens de manutenção, é possível gerar uma rastreabilidade eficaz dos dados fornecidos pelos colaboradores, permitindo a manutenção de um histórico detalhado de todas as ações realizadas em cada equipamento. Analisando as informações contidas nesse histórico, será possível identificar o equipamento mais crítico do setor, e essa identificação está em conformidade com o conhecimento tácito da empresa, demonstrando a eficiência do método adotado.

Monitorando continuamente o desempenho da gestão da manutenção por meio de seus indicadores, espera-se que sejam constantemente desenvolvidas e implementadas melhorias, criando um ciclo de aprimoramento contínuo que leve a resultados cada vez melhores no desempenho da organização. Contudo, espera-se que a organização perceba razões para dar continuidade e investimento à gestão da manutenção.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR5462. 1994. **Confiabilidade e manutenibilidade**. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/8044/abnt-nbr5462-confiabilidade-e-manutenibilidade>. Acesso em: 05 mar. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de Revisão NBR 10531: Embalagens Metálicas – Terminologia**. Rio de Janeiro, 2007.

CAPETTI, E. J. **O papel da gestão da manutenção no desenvolvimento da estratégia de manufatura**. Curitiba, 2005.

DUTRA, J. T. **Planejamento e Controle da Manutenção Descomplicado: Uma metodologia passo a passo para implantação do PCM**. 1. ed. Brasília: Engeteles, 2019.

KARDEC, Alan; NASCIF Júlio. **Manutenção: função estratégica**. 3.ed. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2009.

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

Nomenclatura das latas e suas partes. Boletim Técnico n. 1010. Revisão 01. Darex produtos Químicos e Plásticos Ltda. São Paulo, 1976.

REVISTA MANUTENÇÃO. **Saiba a diferença entre os indicadores MTTR, MTBF e MTTF**. <https://revistamanutencao.com.br/literatura/tecnica/gestao-de-ativos/saiba-a-diferenca-entre-os-indicadores-mttr-mtbf-e-mttf.html>. Acesso em: 10 abr. 2024.

TOTVS. **OEE: o que é, para que serve e como calcular?**

<https://www.totvs.com/blog/gestao-industrial/oe/>. Acesso em: 10 jun. 2024.

VIANA, H. R. G. **PCM, Planejamento e Controle da Manutenção**. 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2022.

XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva: O Caminho para Eliminar Falhas nos Equipamentos e Aumentar a Produtividade**. 1.ed. Rio de Janeiro: EDG, 1998.