



Estudo sobre a aplicação de Planejamento e Controle da Manutenção na máquina de EPS

Evandro de Sousa Junior, Matheus Airoso
evandrosousajunior@gmail.com, airosomatheus@gmail.com

Professora orientadora: Daniele da Silva Domingos

Coordenação de curso de Engenharia Mecânica

Resumo

Nos últimos anos a manutenção evoluiu-se na indústria formando diversos tipos de manutenções e suas utilidades. Ao passar dos anos surgiu-se o PCM, que significa planejamento e controle da manutenção. Sendo uma ferramenta essencial em uma empresa visando em obter o mínimo de falhas possíveis em equipamentos e máquinas, programando as manutenções de forma estratégica, aumentando a vida útil do maquinário. O Planejamento e Controle de Manutenção para uma empresa tende-se a ser eficiente quando tem uma gestão competente e que faz com que suas atividades possam ocorrer com qualidade, produtividade e segurança. A manutenção correta nos equipamentos garante uma grande durabilidade e eficiência na produção evitando perdas desnecessárias durante o processo. A máquina em estudo no qual foi aplicado o PCM é do ramo plástico, que usa a matéria-prima poliestireno expansível (EPS). A máquina é de uma empresa de médio porte que começou a implantar o PCM. Aplicando os conceitos numa máquina moldadora de EPS, podemos ter grandes resultados. Analisando como foi aplicado o PCM e apresentando os resultados obtidos, das metas alcançadas, dos gastos necessários para efetuar a manutenção de forma correta e eficaz. Usando a manutenção preventiva e preditiva, as análises e diagnósticos de óleos e termografia, além das trocas essenciais de peças no qual garante um ótimo desempenho e qualidade da máquina. Além da disponibilidade da máquina para a produção. Contudo será possível concluir que os impactos da manutenção e do PCM realizado na máquina moldadora de EPS surgiram efeitos, melhorando a qualidade e eficiência do equipamento, diminuindo falhas e alcançando as metas de produção e de manutenção. Mas para isso deve-se aplicar de forma correta para obter o melhor resultado possível.

Palavras-chave: Manutenção, Planejamento, Falhas.

1. INTRODUÇÃO

O setor de manutenção industrial cresceu muito nos últimos anos devido a confiabilidade dos processos de fabricação, disponibilidade do produto, redução de custos e também da segurança.

A manutenção deixou de ser algo que gera custo e prejuízo para se tornar um investimento a longo prazo, com o retorno garantido, conseguindo reduzir custos indiretos e diretos.

Todos os dados relativos à manutenção são administrados pelo PCM, como custos, tempo de manutenção, estado de conservação dos equipamentos, índices de disponibilidade, tempo médio entre falhas, dentre outros.

O Planejamento e controle de manutenção pode trazer diversos benefícios para empresa, mas um dos principais motivos é reduzir a parada de máquina e perda de produção, assim evitando gastos desnecessários e prejuízo.

Será analisado os dados antes e depois da aplicação e quais componentes foram substituídos. Também observar o quanto é importante utilizar as ferramentas da manutenção preditiva e o quanto vale a pena ser feito as análises e diagnósticos dos equipamentos.

Essa investigação buscara mostrar a importância que o PCM tem numa empresa e o quanto ela pode ser eficaz.

2. DESENVOLVIMENTO

Primeiro é necessário conhecer o significado de manutenção, que é a ação de manter, sustentar, consertar ou conservar alguma coisa ou algo. A palavra manutenção é derivada do latim *manus tenere*, que significa manter o que se tem, e está presente na história humana há eras, desde o momento em que começamos a manusear instrumentos de produção. (VIANA 2002)

Sobre Planejamento e controle da manutenção, que programa e controla os planos de manutenção preventiva e corretiva, analisando falhas em máquinas e equipamentos de produção.(DUTRA,2019)

2.1 Breve história da manutenção

Até o fim da segunda guerra Mundial em 1945, a manutenção só servia para consertar o equipamento quando ele quebrasse. Naquela época o custo era muito alto e a disponibilidade para efetuar a manutenção era muito baixa, pois só se pensavam em produção. (VIANA,2019)

Depois da segunda guerra mundial, a indústria estava crescendo cada vez mais e com isso a sua competitividade. Com isso foi capaz de perceber que não era mais viável efetuar a manutenção corretiva. Então surgindo a manutenção preventiva, baixando o custo da manutenção e tendo planejamento e controle, surgindo o PCM. (DUTRA,2019)

Após isso em 1969 a manutenção se beneficiou-se com a chegada da terceira revolução industrial. Foram introduzidos comandos lógicos programáveis (CLP), automação, um grande avanço para indústria. Com essas tecnologias favorecendo uma melhor manutenção, começou-se a detectar o problema antes de uma quebra ou falha, sendo a partir de análises em óleos, vibrações, ultrassom, termografia. (DUTRA,2019)

Após isso surgiu-se a manutenção preditiva. As empresas perceberam que esse tipo de manutenção preditiva era mais eficaz que as anteriores, então começaram a adotar este processo. (VIANA,2019)

No começo do século XXI a manutenção começou a fazer parte já no desenvolvimento do projeto do equipamento, antes mesmo dele ficar pronto, assim garantindo a confiabilidade e produtividade. Com isso se iniciava a quarta geração da manutenção. (VIANA,2019)

Quarta geração iniciou-se o conceito de mantabilidade, que se refere a facilidade de se manter um equipamento. Indica a capacidade do equipamento de ser mantido, após o reparo, nas condições de funcionamento exigidas pelo sistema. (DUTRA,2019)

2.2 Tipos de manutenção

Os tipos de manutenção mais comuns são Manutenção corretiva, Manutenção preventiva, Manutenção preditiva. Para cada tipo de manutenção tem suas vantagens e desvantagens, então é preciso analisar corretamente qual se deve aplicar e como efetuar. (GONÇALVES,2015)

Na imagem 1 mostra-se o fluxograma dos tipos de manutenções.

Imagem 1 – Fluxograma dos tipos de manutenções



Fonte: Fiedel Control, 2020.

2.2.1 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva é a intervenção imediata para evitar graves consequências aos instrumentos de produção, à segurança do trabalhador ou ao meio ambiente, e se configura em uma intervenção aleatória. (VIANA,2002)

É realizada após ocorrência de uma falha, feito para colocar o equipamento em condições de uso e de executar suas funções. Esse tipo de manutenção é a mais cara pois exige muito tempo e traz muito prejuízo para a empresa pela quebra de algum equipamento e tempo de produção perdido. Dentro da manutenção corretiva temos a não programada e a programada. A manutenção corretiva não programada é aquela que tem a intervenção imediata para evitar uma consequência que seja na produção, na segurança do trabalhador ou até e mesmo meio ambiente. Já a manutenção corretiva programada é aquela que já se tem o conhecimento que haverá uma falha. Esse conhecimento é feito através de inspeções e monitoramento. (GONÇALVES,2015)

2.2.2 Manutenção Preventiva

Classifica como manutenção preventiva todo serviço de manutenção realizado em máquinas que não estejam em falha, estando em condições operacionais ou em estado de zero defeito. É efetuada em intervalos pré-determinados. É aquela realizada de certa maneira que a máquina não esteja com nenhum pane ou em falha. Para isso são utilizados os critérios pré-estabelecidos para reduzir a probabilidade da falha. (VIANA,2002)

A manutenção preventiva, feita periodicamente, deve ser a atividade principal de manutenção em qualquer empresa. Ela envolve algumas tarefas sistemáticas, tais como as inspeções, reformas e trocas de peças. (XENOS,2004)

2.2.3 Manutenção Preditiva

São tarefas de manutenção preditiva que visam acompanhar a máquina ou equipamentos, seja por monitoramento, por medições ou por controle estatístico, para assim prever a proximidade da ocorrência da falha.(VIANA,2002)

Através de inspeções e monitoramentos são coletados dados ao longo prazo, sendo analisado as variáveis do equipamento ao longo desse tempo. Fazendo um levantamento e sabendo quando o equipamento pode apresentar uma falha ou pane. O intuito da manutenção preditiva é usar o máximo possível o equipamento. Fazendo monitoramento em campo são coletados os dados através de ferramentas específicas que conseguem identificar a temperatura, vibração, análise de óleos. Assim é possível ter um diagnóstico preciso de como o equipamento ou máquina está atualmente. (DUTRA,2019)

2.3 Planejamento e Controle da Manutenção

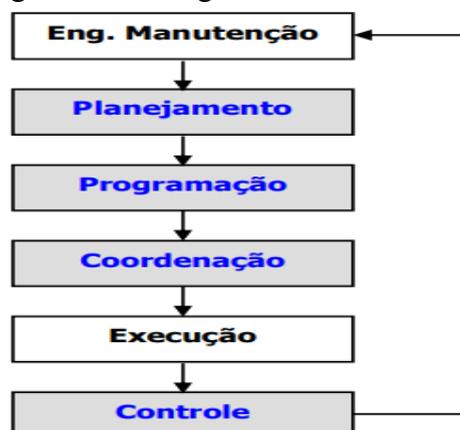
O PCM é todo o conjunto de ações para preparar, programar, controlar e verificar o resultado da execução das atividades das funções de manutenção, com o intuito de progredir e melhorar, para atingir, ou até mesmo ultrapassar os objetivos da empresa. (BRANCO FILHO,2008)

O PCM é um setor muito importante e responsável por gerenciar e controlar as atividades de manutenção de uma determinada empresa, gerando soluções na produção e para a empresa fazendo com que ela seja competitiva no mercado de trabalho e alcançando os resultados esperados. Ele define as estratégias de manutenção a serem feitas assim otimizando os processos. (DUTRA,2019)

Todos os dados referentes às manutenções são administrados pelo PCM, tais dados como o estado dos equipamentos, tempo de médio entre as falhas, custo das manutenções, tempo de manutenção e outros. A participação do PCM é contribuir para a confiabilidade e disponibilidade, otimizando a utilização dos recursos (mão-de-obra e materiais). (DUTRA,2019)

O fluxograma da imagem 2 indica como se dá a atuação do PCM, considerando-se que a maioria dos serviços é originada dos planos de Inspeção, Manutenção Preditiva e Manutenção Preventiva.

Imagem 2 – Fluxograma do PCM



Fonte: Viana,2008.

2.4 Estrutura do PCM

A estrutura física e lógica do PCM tem a ver com o tamanho da empresa, a área no qual ela atua e a quantidade de profissionais envolvidos na manutenção. (VIANA,2002)
Na imagem 3 a seguir, observa-se a estrutura do PCM numa empresa.

Imagem 3 – Estrutura dos profissionais do PCM



Fonte: Dutra, 2019

2.5 Objetivos do PCM

Os planos de manutenção são divididos em categorias com o propósito de otimizar as ações de detecção dos modos de falha, permitindo antecipar a falha do equipamento. (VIANA,2002)

De extrema importância realizar o que foi proposto no plano de ação do PCM para obter os objetivos, que são estabelecer diretrizes para os procedimentos de manutenção que serão feitos, diminuir os custos com reposição de equipamentos e peças, gerenciar o tempo de atividade do maquinário e produção, manter a qualidade de matéria-prima e insumos em estoque, monitorar as condições de segurança dos funcionários que usam os equipamentos, formar base de dados para consultas constantes sobre a condição atual das máquinas. (DUTRA,2019)

2.6 Indicadores

Indicadores significam dados estatísticos relativos a um ou diversos processos que se deseja controlar. São um conjunto de informações que buscam mensurar e otimizar o funcionamento dos processos, a fim de aumentar a eficiência e a produtividade de uma empresa. (GONÇALVES,2015)

Os objetivos dos indicadores são mensurar os resultados e gerir o desempenho, contribuir para a melhoria contínua dos processos organizacionais, facilitar o planejamento e o controle do desempenho, viabilizar a análise comparativa do desempenho da organização. (DUTRA,2019)

Na imagem 4 mostra os benefícios que os indicadores trazem para a empresa.

Imagem 4 – Benefícios dos indicadores

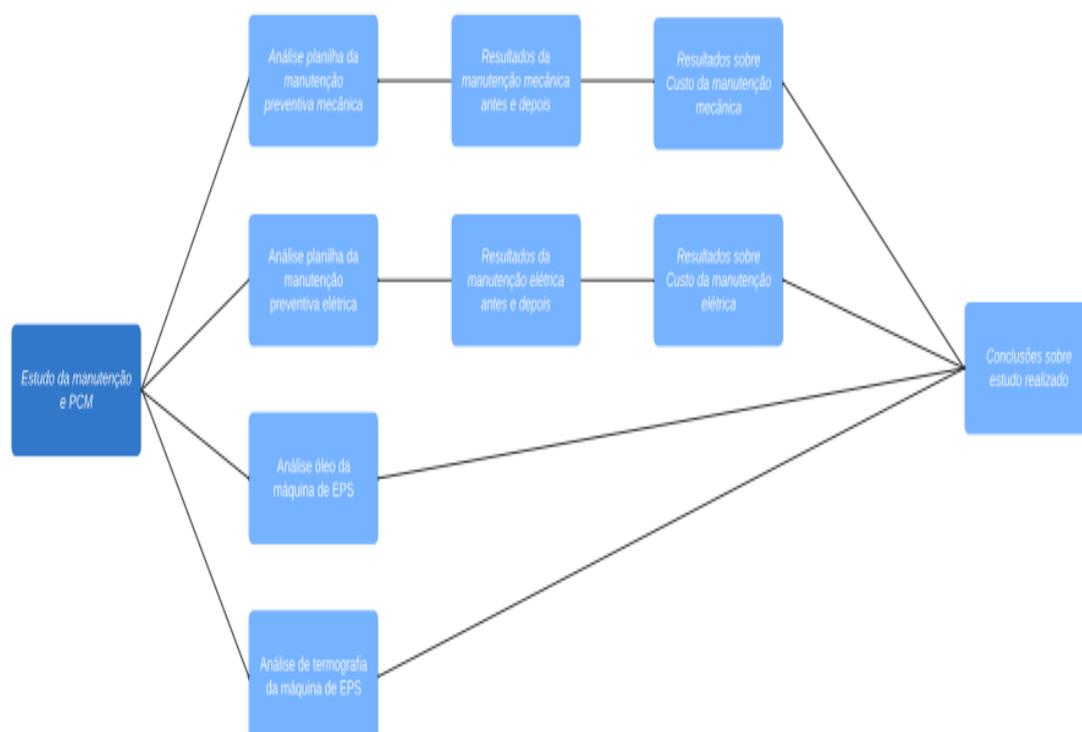


Fonte: Dutra,2019.

3. METODOLOGIA

Para a realização deste artigo foi utilizado o método de revisão bibliográfica, utilizando livros de autores referentes ao tema. Após isso, seguiu-se com esses objetivos para a condução desse artigo, conforme na imagem 5 a seguir referindo se o que é pretendido.

Imagem 5 – Fluxograma do estudo do artigo



Fonte: O Autor,2023.

Para a condução deste artigo foi realizado o estudo da manutenção e do PCM. Seguiu-se com os levantamentos de dados da manutenção preventiva da parte da mecânica e da elétrica. Também coletados dados e laudos sobre a análise de óleo e da termografia realizado na máquina.

Após isso continuou-se com os levantamentos de dados referentes ao tempo de manutenções realizadas antes e depois da aplicação do PCM na área mecânica e de elétrica, também verificou-se se obteve o desempenho esperado. Após, analisou-se os custos feito pela manutenção e em seguida verificado os resultados obtidos pelo PCM e gerados as conclusões.

Na imagem 6 a seguir temos a máquina moldadora de EPS, no qual foram implantado o PCM e os estudos realizados.

Imagem 6 – Moldadora EPS marca Kurtz



Fonte:Kurtz,2020.

3.1 Manutenção Preventiva da Máquina

Um plano de manutenção mecânica foi elaborado pela equipe de PCM, no qual realizou-se as verificações e possíveis trocas de peças se necessário. Essas manutenções foram executadas pela equipe de manutenção mecânica que contém 4 mecânicos conforme descrito na imagem 7.

Imagem 7 – Planilha da manutenção preventiva da mecânica

Nº	TAREFA	DATA DA MANUTENÇÃO	RESPONSÁVEL	OBS.	STATUS
1	LIMPEZA GERAL DA MÁQUINA	03/01/2023	EVANDRO		OK
2	LIMPEZA UNIDADE HIDRÁULICA	03/01/2023	DENILSON		OK
3	VERIFICAR POSSÍVEIS VAZAMENTOS DE ÓLEO	04/01/2023	DENILSON	CIL. HIDRAULICO ESQUERDO	OK
4	VERIFICAR NÍVEL DE ÓLEO	04/01/2023	CLEVERSON		OK
5	VERIFICAR VAZAMENTOS DE AR	04/01/2023	CLEVERSON	TROCADO VEDAÇÕES BLOCO	OK
6	VERIFICAR MANGUEIRAS DE VAPOR, ÁGUA E AR	05/01/2023	DENILSON		OK
7	VERIFICAR BARRAMENTOS (BUCHAS E LUBRIFICAÇÃO)	05/01/2023	EVANDRO		OK
8	VERIFICAR MANÔMETROS	05/01/2023	EVANDRO		OK
9	VERIFICAR PORTAS E PROTEÇÕES	05/01/2023	DENILSON		OK
10	VERIFICAR FIXAÇÃO DA MÁQUINA	05/01/2023	CALTEC	FEITO NOVA FIXAÇÃO	OK
11	FAZER A LIMPEZA EM FILTROS INTERNOS RESERVATÓRIO DE MATERIAL	05/01/2023	RODRIGO		OK
12	VERIFICAR PARAFUSOS DE FIXAÇÃO DO ANEL FRONTAL DA CÂMARA MÓVEL	06/01/2023	RODRIGO	TROCADO 1 PARAFUSO	OK
13	VERIFICAR PLACA DE EXTRAÇÃO	06/01/2023	RODRIGO		OK
14	VERIFICAR INSERTOS ROSCADO DA CÂMARA FIXA	05/01/2023	EVANDRO	BDM	OK
15	VERIFICAR SERPENTINA EXTERNA, MANGUEIRAS E BICOS ASPERSORES	05/01/2023	EVANDRO	BDM	OK
16	VERIFICAR ENGRENAGEM DO EIXO ESTABILIZADOR E ENCODER	06/01/2023	CLEVERSON	TROCADO	OK
17	VERIFICAR PRESSÃO DO HIDRAULICO (ANOTAR EM OBSERVAÇÃO)	09/01/2023	RODRIGO	250 BAR	OK
18	VERIFICAR VÁLVULAS BORBOLETAS E ATUADORES	06/01/2023	EVANDRO	TROCADO	OK
19	VERIFICAR ACOPLAMENTO HIDRÁULICO	07/01/2023	EVANDRO	ESTADO OK	OK

Fonte: Empresa, 2023.

Verificando a imagem 7, realizou-se a manutenção preventiva conforme solicitado pela equipe de PCM. Algumas peças da máquina estão em boas condições de funcionamento. Outras foram trocadas por novas para melhor funcionamento da máquina.

Um exemplo foi a troca das engrenagens do eixo estabilizador que serve o fechamento do molde ser paralelo e sem folga, e a engrenagem do encoder que serve para a melhor precisão da leitura da distância do molde em seu trabalho de abertura e fechamento.

Partindo para a manutenção preventiva da elétrica, realizou-se a verificação e testes dos componentes elétricos. Anotou-se dados necessários conforme pode-se observar na imagem 8.

Imagem 8 – Planilha de manutenção preventiva da elétrica

Nº	TAREFA	DATA DA MANUTENÇÃO	RESPONSÁVEL	OBS.	STATUS
1	LIMPEZA E ORGANIZAÇÃO PAINEL ELÉTRICO	03/01/2023	CARLOS JR		OK
2	REAPERTO CONEXÕES	03/01/2023	CARLOS JR	0 ATÉ 10% DE UMA VOLTA	OK
3	VERIFICAR BOTÕES DE EMERGÊNCIA	06/01/2023	CARLOS JR		OK
4	VERIFICAR SENSORES DAS PORTAS	06/01/2023	CARLOS JR		OK
5	VERIFICAR LÂMPADAS DE SINALIZAÇÃO DA MÁQUINA	06/01/2023	CARLOS JR		OK
6	VERIFICAR CONTROLE DA TALHA	06/01/2023	CARLOS JR		
7	VERIFICAR CAIXA DE LIGAÇÃO MOTORES	07/01/2023	RONALDO		OK
8	VERIFICAR CALHAS E ORGANIZAÇÃO DOS CABOS	07/01/2023	RONALDO		OK
9	VERIFICAR SENSORES RESERVATÓRIO DE MATERIAL	06/01/2023	CARLOS JR		OK
10	RETIRAR MOTORES PARA REVISÃO (A CADA 2 ANOS)	03/01/2023	EVANDRO/WELLINGTON		OK
11	VERIFICAR ATERRAMENTO COM ALICATE TERRÔMETRO, ANOTAR RESULTADO NA OBSERVAÇÃO, CASO ESTEJA FORA DA NORMA ($10 \pm 10 \Omega.m$) INTERVIR E REALIZAR A CORREÇÃO NECESSÁRIA	05/01/2023	CARLOS JR	PONTO ANTIGO 16,5A PONTO NOVO 0,27A	OK
12	CORRENTE (A) MOTOR HIDRÁULICO	09/01/2023	RONALDO	10,7A	OK
13	CORRENTE (A) MOTOR BOMBA VACUO	09/01/2023	RONALDO	16,2A	OK
14	CORRENTE (A) MOTOR MATERIAL	09/01/2023	RONALDO	2,1A	OK

Fonte: Empresa,2023.

Conforme relatado na imagem 8, realizou-se os devidos serviços pela equipe de manutenção da parte da elétrica.

Um exemplo foi a verificação do aterramento da máquina que precisou ser feito um ajuste, pois antes havia uma amperagem no ponto de aterramento de 16,5A no qual estava fora do limite permitido pela NR10. Com o novo ajuste, a amperagem no ponto de aterramento passou para 0,27A.

3.2 Manutenção Preditiva na maquina

Atualmente a manutenção preditiva dispõe de diversas ferramentas para acompanhamentos e análises em equipamentos.

Na maquina moldadora de EPS utilizou-se as ferramentas para a análise de óleo e termografia.

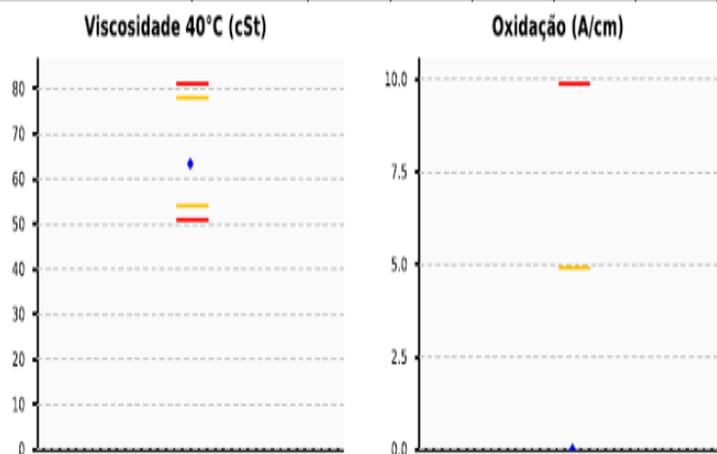
3.2.1 Análise de óleo

Por uma empresa terceirizada coletou-se o óleo da maquina e realizou-se a análise para verificar sua viscosidade, oxidação e residuos de metais existentes. Na imagem 9 temos a parte 1 do laudo sobre a viscosidade e oxidação do óleo.

Imagem 9 – Laudo da análise de óleo (parte 1)

Dados da Amostra										
Data Coleta	04/Jan/23									
Reg.Amostra	725.703									
Data Entrada Laboratório	09/Jan/23									
Data Saída Laboratório	13/Jan/23									
Data Finalizada	13/Jan/23									
Lub.Analisado	COMMA HYDRAULIC AW 68 HLP									
Hrs.Equipamento										
Hrs.Lubrificante	36,00									
Volume Sistema	220,00									
Volume Reposição										

Resultado Fisico-Quimicos										
Data Coleta	Método	04/Jan/23								
Reg.Amostra		725.703								
Viscosidade 40°C (cSt)	ASTM D445 - 21	63,36								
Oxidação (A/cm)	POP 13 REV.05	0,0								
Água-K. Fischer (%m)	ASTM D6304 - 16 - PROCEDIMENTO C									
Água-Chapa Quente	NBR 16358 - 03/2015	AUSENTE								



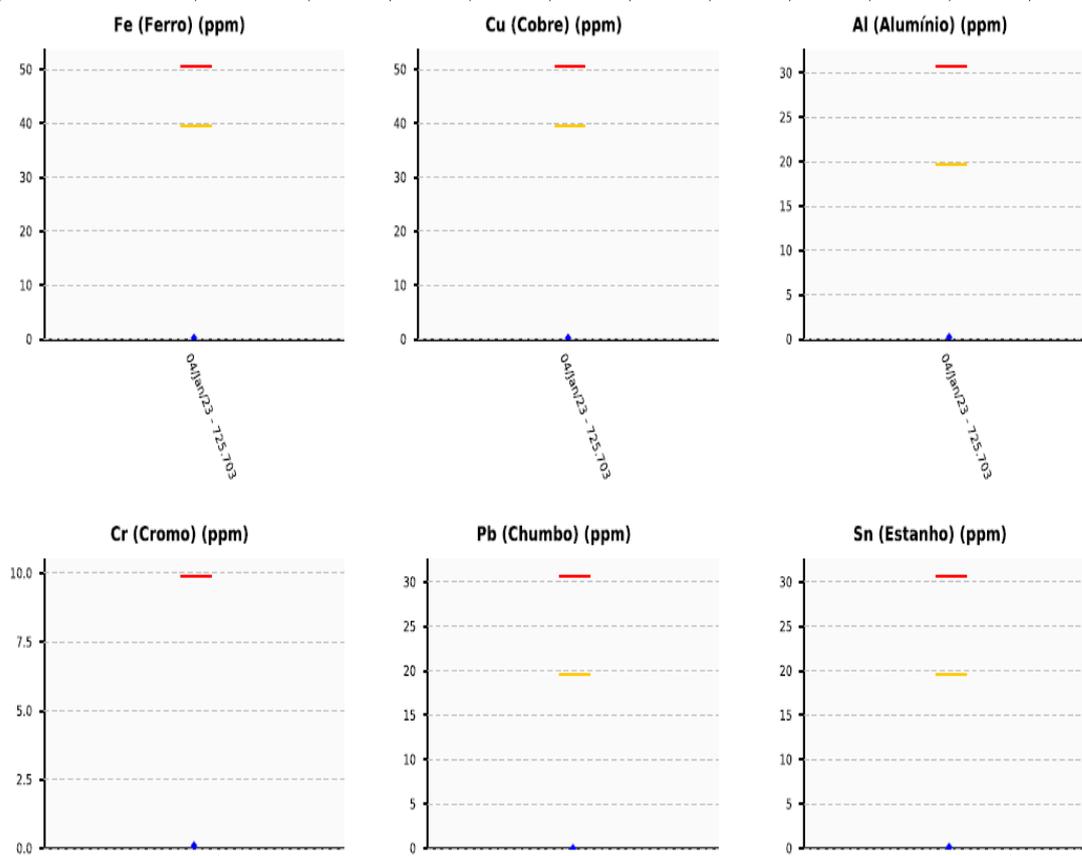
Fonte: Empresa,2023.

Conforme verificou-se na imagem 9, percebe-se que em relação a viscosidade e a oxidação estão dentro dos parâmetros exigidos pela norma.

Na próxima parte do laudo que esta na imagem 10, observa-se a quantidade de particulas de metais que estão presentes no óleo.

Imagem 10 – Laudo da análise de óleo (parte 2)

Elementos de Desgaste										
Data Coleta	Método	04/Jan/23								
Reg.Amostra		725.703								
Fe (Ferro) (ppm)	ASTM D5185 - 18	0,24								
Cu (Cobre) (ppm)	ASTM D5185 - 18	0,23								
Al (Alumínio) (ppm)	ASTM D5185 - 18	0,23								
Cr (Cromo) (ppm)	ASTM D5185 - 18	0,10								
Pb (Chumbo) (ppm)	ASTM D5185 - 18	0,0								
Sn (Estanho) (ppm)	ASTM D5185 - 18	0,13								



Fonte: Empresa,2023.

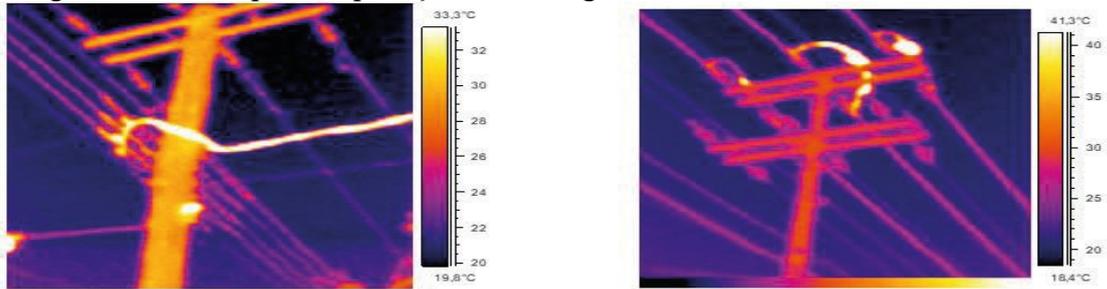
Referente a quantidade de partículas de ferro, cobre, alumínio, cromo, chumbo, estanho, e silício está muito baixo, isso é uma ótima notícia e está dentro do permitido.

Pode se dizer que os componentes mecânicos como bomba e válvulas hidráulicas tem seus desgastes quase nulo.

3.2.2 Termografia

É uma técnica que se estende a visão humana através de espectro infravermelho. O infravermelho é uma frequência eletromagnética naturalmente emitida por qualquer corpo com intensidade proporcional à sua temperatura. Esse tipo de frequência pode ser captado através de câmeras termográficas as quais permitem a visualização da distribuição de calor na região focalizada como pode-se visualizar na imagem 11.

Imagem 11 – Exemplo de aplicação da termografia



Fonte: Viana,2002.

A análise termográfica realizou-se por meio de uma empresa terceirizada e obteve-se as seguintes fotos da operação. Observa-se na imagem 12 a câmara termográfica.

Imagem 12 – Aplicando a termografia



Fonte: Empresa,2023.

Na imagem 13, observa-se o painel da máquina de EPS.

Imagem 13 – Painel da máquina de EPS



Fonte: Empresa,2023.

Na imagem 14, obteve-se o resultado da termografia da máquina que está destacado de laranja.

Imagem 14 – Resultado da Termografia

Moldadoras		
	3284 -Moldadora 15	OK
	3133 - Moldadora 16	OK
	3220 - Moldadora 17	OK
	3187 - Moldadora 18	OK
	3249 - Moldadora 19	OK
	3086 - Moldadora 20	OK
	3167 - Moldadora 21	OK
	3129 - Moldadora 22	OK
	3122 - Moldadora 23	OK
	3127 - Moldadora 24	OK

Fonte: Empresa,2023.

Podemos analisar nas imagens que todos os componentes elétricos presentes dentro do painel da máquina estão em boas condições de uso e sem riscos de acidentes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Juntamente com a empresa obteve-se os dados das paradas de manutenções corretiva da mecânica e da elétrica, referente ao período de outubro de 2022 até abril de 2023. No mês de janeiro de 2023 não obteve-se nenhuma informação, pois a máquina estava em manutenção preventiva.

Na tabela 1 a seguir observa-se os dados das manutenções mecânicas corretivas.

Tabela 1 – Manutenção Mecânica Corretiva

MANUTENÇÃO MÊCANICA (CORRETIVA)	
MÊS	MINUTOS
out/22	217
nov/22	243
dez/22	228
jan/23	0
fev/23	120
mar/23	108
abr/23	134
mai/23	119

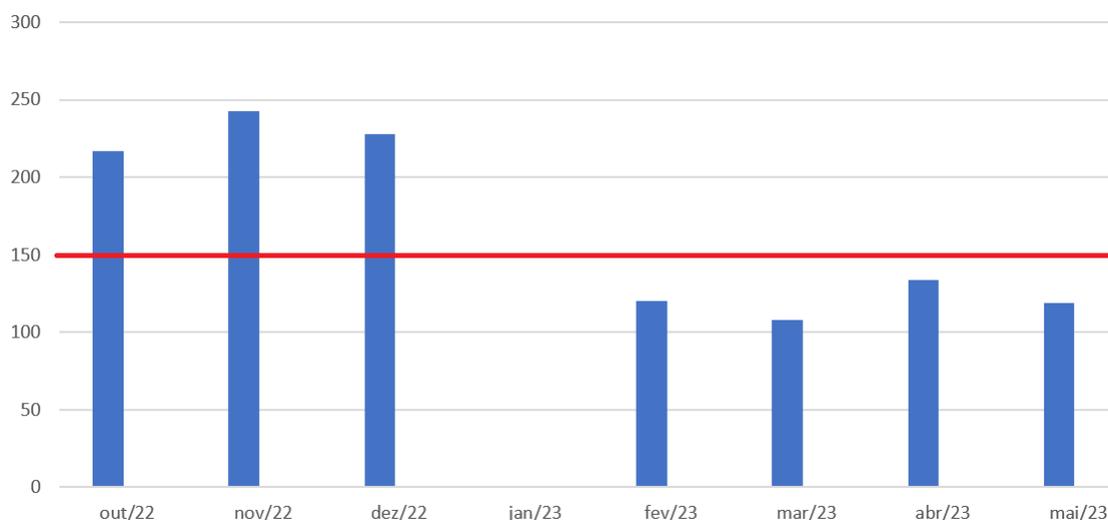
Fonte: O Autor,2023.

Observando a tabela, notou-se os valores em minutos referentes a cada mês que foi realizado as manutenções mecânicas corretivas na máquina em estudo. Somente mês de janeiro não obteve-se nenhum dado pois máquina estava em preventiva.

Após a aplicação do PCM realizado em janeiro, a empresa junto com equipe de PCM estabeleceu uma meta para a área mecânica no qual o tempo de manutenção deve-se ficar abaixo dos 150 minutos por mês.

No gráfico 1 observa-se com mais clareza as diferenças dos valores em minutos de cada mês e quais os meses que foram alcançadas a meta de parada após a preventiva.

Gráfico 1 – Manutenção Mecânica Corretiva demonstrada em minutos x meses



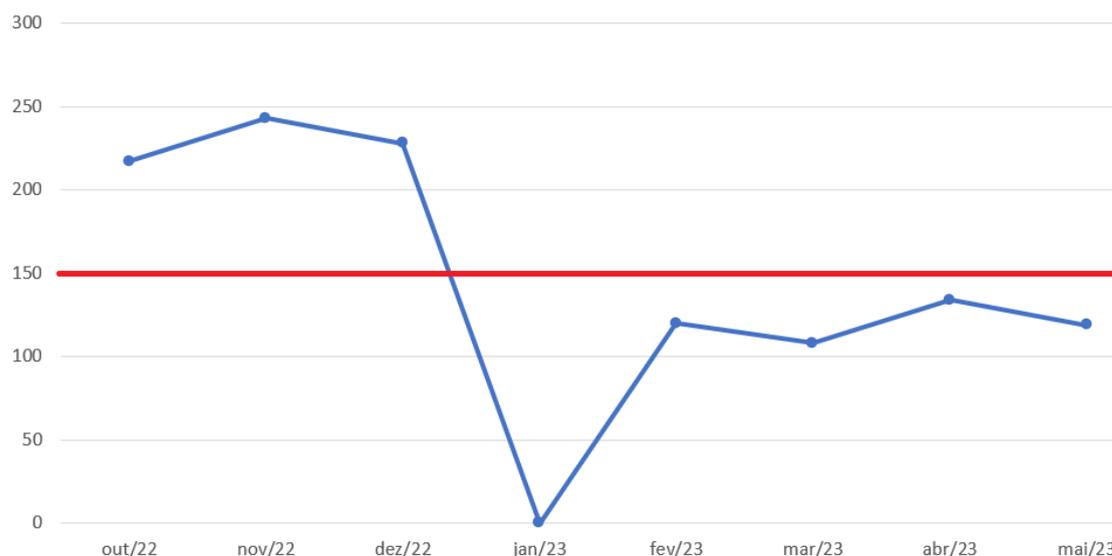
Fonte: O Autor,2023.

Observando o gráfico, percebeu-se que antes da preventiva no mês de janeiro, os meses de outubro até dezembro de 2022 obteve-se o tempo de manutenção está mais alto. Notou-se também que após a preventiva realizada em janeiro, os meses de fevereiro até maio

obteve-se uma queda no tempo de manutenção por consequência da preventiva realizada e com isso ficando dentro da meta exercida pela empresa. Somente mês de abril teve um leve aumento, mas não interfere pois no próximo mês já teve uma queda no tempo continuando com tempo baixo.

Analisando o gráfico 2, obteve-se com mais nitidez uma linha ao longo dos meses para mostrar e comprovar que em fevereiro em diante temos uma queda no tempo de manutenção corretiva da mecânica e ficando dentro da meta de parada. Tudo isso por consequência da preventiva realizada em janeiro.

Gráfico 2 – Monitoramento da manutenção mecânica corretiva ao longo dos meses



Fonte: O Autor,2023.

Após o gráfico 2, conseguiu-se ter uma média de tempo em minutos das manutenções mecânicas realizadas antes e depois da preventiva, além da queda em minutos e a porcentagem.

Na tabela 2 pode-se verificar detalhadamente.

Tabela 2 – Média e percentual da manutenção elétrica corretiva

MÉDIA MIN ANTES PREVENTIVA	229,3
MÉDIA MIN APÓS PREVENTIVA	120,25
QUEDA EM MINUTOS ANTES DE DEPOIS PREVENTIVA	109,05
QUEDA MIN EM % ANTES E DEPOIS DA PREVENTIVA	52,44

Fonte: O Autor,2023.

Analisando a tabela 2, observou-se que houve uma queda significativa de manutenção corretiva da mecânica, em média 109,05 minutos, e em percentual teve 52,44% em relação ao antes e depois da preventiva mecânica.

Com essa análise, mostrou se o quanto a preventiva realizada em janeiro melhorou a produtividade e disponibilidade da máquina.

Partindo para a manutenção corretiva da parte elétrica, a seguir observa-se os dados da tabela 3.

Tabela 3 – Manutenção Elétrica Corretiva

MANUTENÇÃO ELÉTRICA (CORRETIVA)	
MÊS	MINUTOS
out/22	57
nov/22	48
dez/22	52
jan/23	0
fev/23	28
mar/23	21
abr/23	25
mai/23	23

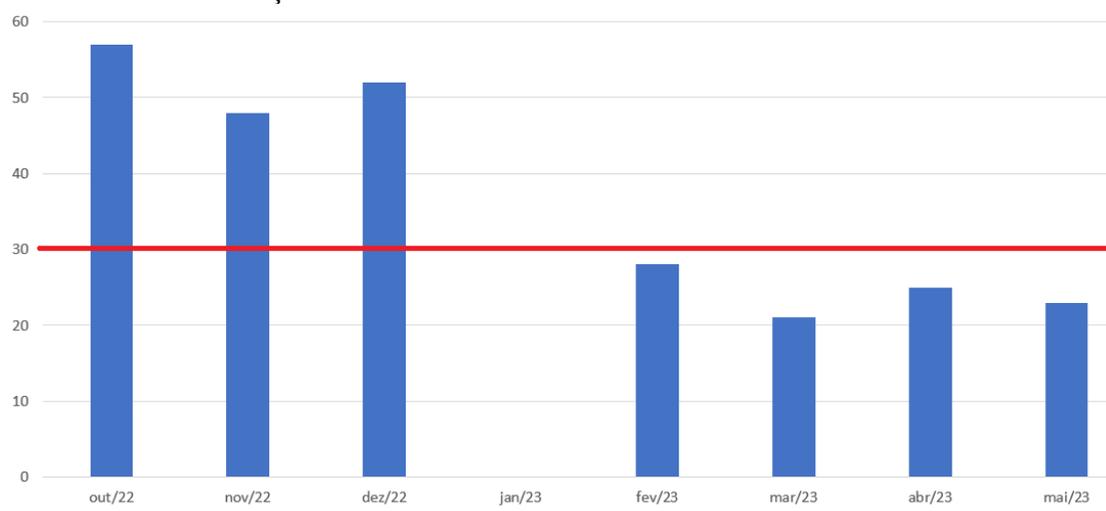
Fonte: O Autor,2023.

Observando a tabela 3, notou-se os valores em minutos referentes a cada mês que foi realizado as manutenções elétricas corretivas na máquina em estudo. Somente no mês de janeiro não obteve-se nenhum dados pois máquina estava em preventiva.

Após a aplicação do PCM realizado em janeiro, a empresa junto com a equipe de PCM estabeleceu uma meta para a área elétrica, no qual o tempo de manutenção deve-se ficar abaixo dos 30 minutos por mês.

No gráfico 3 observa-se as diferenças dos valores em minutos de cada mês e quais os meses que foram alcançadas a meta após a parada para preventiva.

Gráfico 3 – Manutenção Elétrica Corretiva demonstrada em minutos x meses

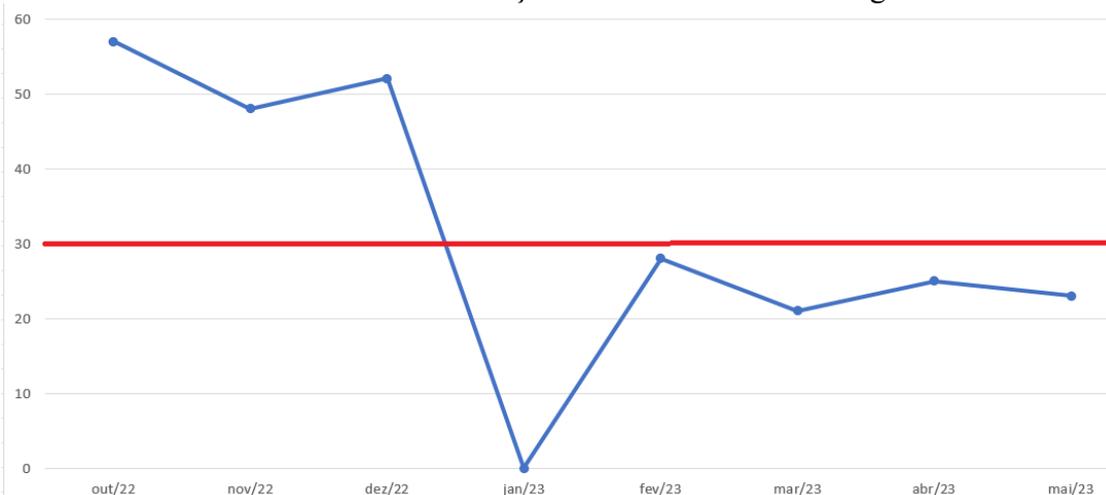


Fonte: O Autor,2023.

Observando o gráfico 3, os meses de outubro até dezembro de 2022 o tempo de manutenção corretiva de elétrica estão alto. Após a preventiva de janeiro e com uma meta implantada percebe-se que os meses de fevereiro até maio de 2023 as paradas de manutenção corretiva da parte elétrica diminuíram ficando assim dentro da meta desejada.

Analisando o gráfico 4, obteve-se com mais nitidez uma linha ao longo dos meses para mostrar e comprovar que em fevereiro em diante temos uma queda no tempo de manutenção corretiva da elétrica e ficando dentro da meta de. Tudo isso por consequência da preventiva realizada em janeiro pela equipe de manutenção.

Gráfico 4 – Monitoramento da manutenção elétrica corretiva ao longo dos meses



Fonte: O Autor,2023.

Após o gráfico 4, conseguiu-se ter uma média de tempo em minutos das manutenções elétricas realizadas antes e depois da preventiva, além da queda em minutos e a porcentagem. Na tabela 4 pode-se verificar detalhadamente.

Tabela 4 – Média e percentual da manutenção elétrica corretiva

MÉDIA MIN ANTES PREVENTIVA	52,3
MÉDIA MIN APÓS PREVENTIVA	24,25
QUEDA EM MINUTOS ANTES DE DEPOIS PREVENTIVA	28,05
QUEDA MIN EM % ANTES E DEPOIS DA PREVENTIVA	46,36

Fonte: O Autor,2023.

Analisando a tabela 4 observou-se que houve uma queda significativa de manutenção corretiva da elétrica em média 28,05 minutos, e em percentual teve 46,36% em relação ao antes e depois da preventiva elétrica.

Com essa análise, mostrou se o quanto a preventiva realizada em janeiro melhorou a produtividade e disponibilidade da máquina.

Outro fator importante que fez efeito após a preventiva foi a substituição de peças estragadas ou funcionando com anormalidade tanto da área mecânica e da elétrica.

Partindo para as substituições de peças na parte da mecânica, a seguir temos a tabela 5 que obteve-se o seguinte dados.

Tabela 5 – Substituição de peças mecânicas

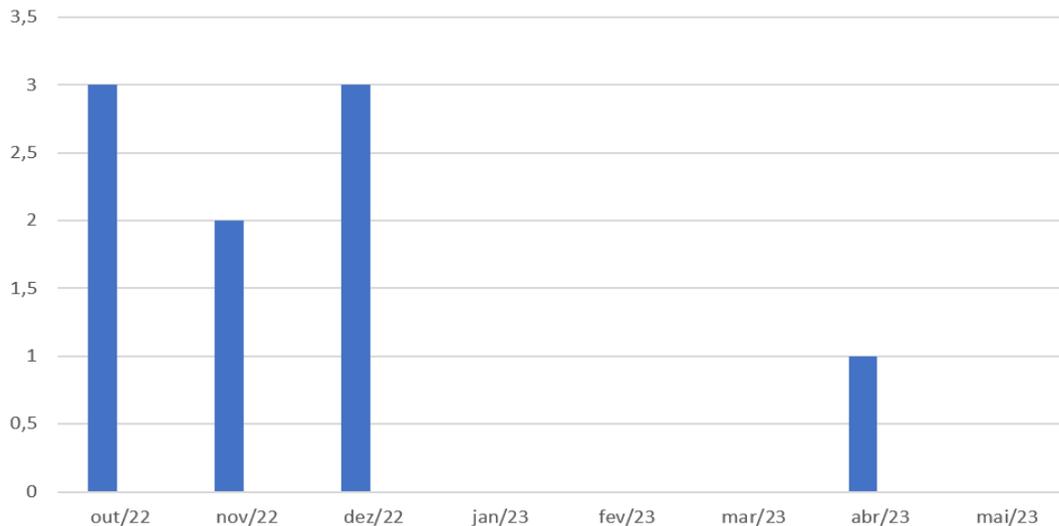
SUBSTITUIÇÃO DE PEÇAS MECÂNICAS	
MÊS	QUANTIDADES
out/22	3
nov/22	2
dez/22	3
jan/23	0
fev/23	0
mar/23	0
abr/23	1
mai/23	0

Fonte: O Autor,2023.

Observando a tabela 5, percebeu-se que antes da preventiva realizada em janeiro a troca de peças da área da mecânica ocorreu-se em maior quantidade. Em fevereiro em diante teve uma grande queda nas substituições de peças.

No gráfico 5 a seguir, pode-se analisar essas diferenças em cada meses para melhor compreensão.

Gráfico 5 – Substituição de peças área da mecânica

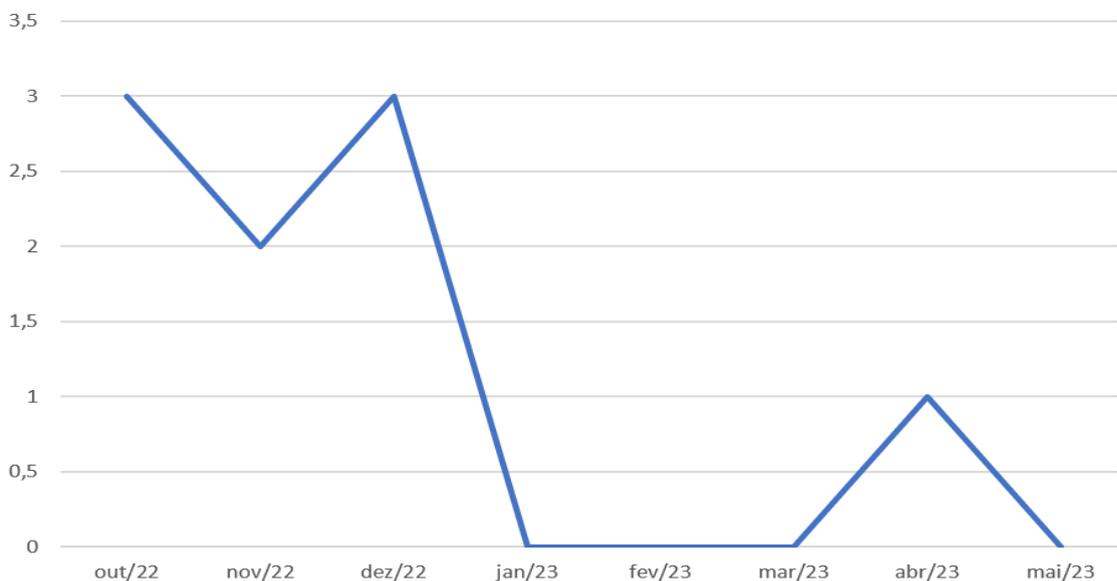


Fonte: O Autor,2023.

Analisando o gráfico 5, notou-se que antes da preventiva o número de troca de peças era em maior quantidade. Após a preventiva, só o mês de março houve uma peça substituída, mas comparado aos outros meses após a preventiva é tolerável pois houve uma melhora significativa.

Observando o gráfico 6 a seguir, é nítido como ao longo dos meses após o mês de janeiro, o número de peças trocadas caiu significativamente, comprovando uma grande melhora no custo da manutenção corretiva e na durabilidade e produtividade da peça e da máquina.

Gráfico 6 – Substituição de peças mecânicas ao longo dos meses



Fonte: O Autor,2023.

Partindo para as substituições de peças na parte da elétrica, a seguir temos a tabela 6 que obteve-se o seguinte dados.

Tabela 6 – Substituição de peças elétricas

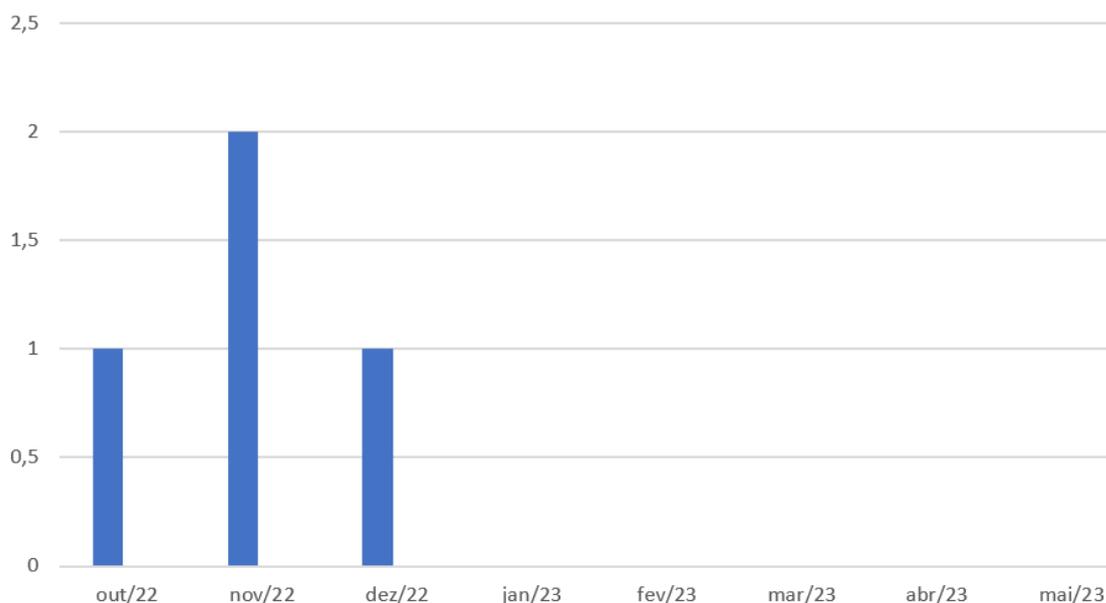
SUBSTITUIÇÃO DE PEÇAS ELÉTRICAS	
MÊS	QUANTIDADES
out/22	1
nov/22	2
dez/22	1
jan/23	0
fev/23	0
mar/23	0
abr/23	0
mai/23	0

Fonte: O Autor,2023.

Observando a tabela 6, percebeu-se que antes da preventiva realizada de janeiro as substituições de peças da área da elétrica ocorreu-se em maior quantidade. Em fevereiro em diante teve uma grande queda nas substituições de peças chegando a zero, tendo um resultado significativo em decorrência da preventiva.

No gráfico 7 a seguir, pode-se analisar essas diferenças em cada meses.

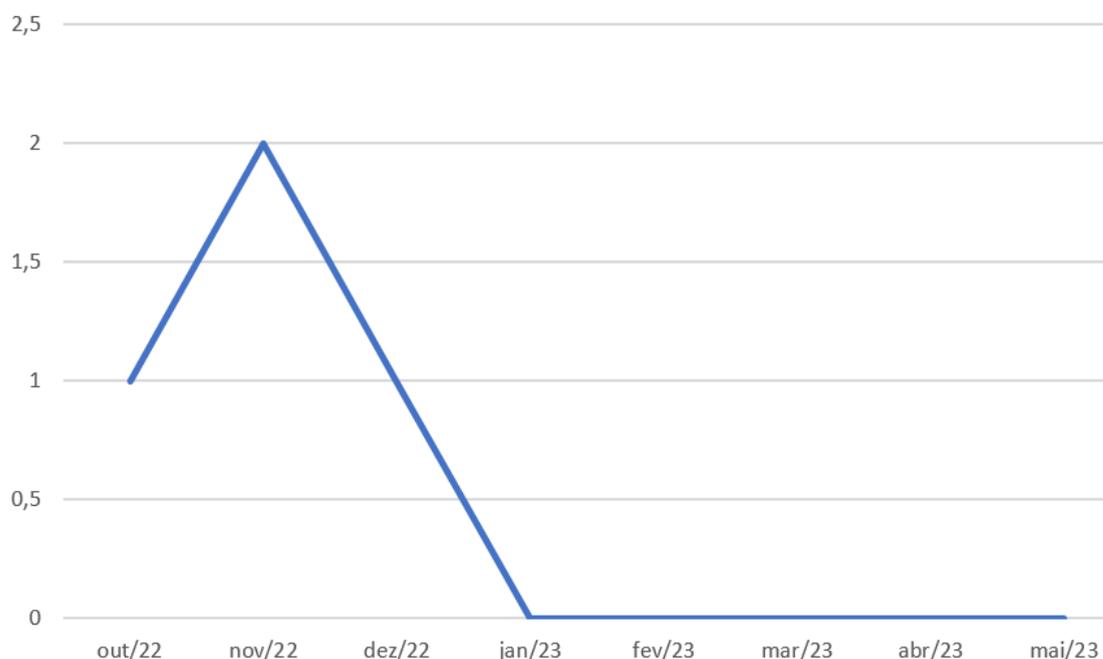
Gráfico 7 – Substituição de peças área da elétrica



Fonte: O Autor,2023.

Observando o gráfico 8 a seguir, é nítido como ao longo dos meses após o mês de janeiro, o número de peças substituídas caiu drasticamente chegando a zero, comprovando uma grande melhora no custo da manutenção corretiva e na durabilidade e produtividade da peça e da máquina.

Gráfico 8 – Substituição de peças elétricas ao longo dos meses



Fonte: O Autor,2023.

Com todos os trabalhos realizados pela equipe de manutenção e pelo serviços terceirizados através da análise do óleo e da termografia, obteve-se um certo custo em relação a tudo que foi feito.

Na tabela 7, percebe-se quais peças foram trocadas na parte da mecânica e os valores que cada uma custou.

Tabela 7 – Gastos da manutenção mecânica

ENGRENAGEM ENCODER	R\$	95,00
3 KIT VALVULA BORBOLETA E ATUADOR 4"	R\$	1.800,00
1 KIT VALVULA BORBOLETA E ATUADOR 6"	R\$	770,00
PURGADOR PAR BK 1/2	R\$	340,00
TODAS AS VEDAÇÕES BLOCO FEITO LATERAL	R\$	265,00
TROCADO MANGUEIRA MATERIAL TREMONHA 01 2M	R\$	160,00
TROCADO REPARO CILINDRO LADO HIDRAULICO	R\$	525,00
TROCADO VALVULA ANGULAR 1.1/2 ENTRADA DE AR	R\$	630,00
INSTAÇADO SISTEMA BLINDAGEM RESERVATÓRIO OLEO HIDRAULICO	R\$	220,00
ACOPLAMENTO HIDRAULICO	R\$	185,00
TOTAL GASTO	R\$	4.990,00

Fonte: O Autor,2023.

Analisando a tabela 7, obteve-se a relação de quais peças foram trocadas e custo total da manutenção mecânica realizada que foi de 4.990,00 reais.

Partindo para a manutenção elétrica, com os serviços feitos pela equipe interna e por serviços terceirizados obteve-se os dados conforme está na tabela 8.

Tabela 8 – Gastos da manutenção elétrica

Revisão motores em terceiros		
Bomba de Vácuo	R\$	3.500,00
Motor Hidraulico	R\$	2.650,00
Compressor radial	R\$	2.180,00
TOTAL GASTO	R\$	8.330,00

Fonte: O Autor,2023.

Analisando a tabela 8, percebe-se que não houve nenhuma troca de peças de elétrica pela equipe interna de manutenção, houve apenas ajustes, verificações e limpezas. Já nos serviços terceirizados na parte da elétrica, houve revisões em equipamentos e obteve-se um custo total de 8.330,00 reais.

Partindo para as manutenções preditivas realizadas na máquina, obteve-se dados sobre o custo total em relação à análise de óleo e a termografia conforme descrito na tabela 9.

Tabela 9 – Gastos da manutenção preditiva

Manutenção Preditiva	
Analise de óleo	R\$ 2.650,00
Termografia	R\$ 1.200,00
Total gasto	R\$ 3.850,00

Fonte: O Autor,2023.

Analisando a tabela 9 percebe-se que o custo total da manutenção preditiva foi de 3.850,00 reais. Após tudo isso, realizou-se um levantamento dos custos de todas as manutenções realizadas na máquina conforme descrito na tabela 10.

Tabela 9 – Gastos da manutenção preditiva

Custo total das manutenções	
Manutenção preditiva	R\$ 3.850,00
Mêcanica preventiva	R\$ 4.990,00
Elétrica preventiva	R\$ 8.330,00
Total	R\$ 17.170,00

Fonte: O Autor,2023.

Analisando a tabela 10 percebeu-se que o custo total de todas as manutenções realizadas na máquina foi de 17.170,00 reais.

Analisando que o estudo foi feito em uma máquina referente à um mês, pode-se dizer que é um ótimo investimento com custo acessível, visando a produtividade e durabilidade da máquina.

Observando que a fábrica tem 30 máquinas, e realizando a manutenção uma máquina por mês pode-se dizer que para uma empresa de médio porte o custo e investimento está num valor acessível. Para isso é necessário um planejamento de gasto e de disponibilidade para parar a máquina junto ao setor de PCP, custos e PCM.

CONCLUSÕES

Conclui-se no trabalho desenvolvido que o planejamento de manutenção preventiva administra custo, tempo de parada de produção, conservação de equipamentos e durabilidade. A manutenção preventiva é a principal estratégia para realocar mão de obra, tempo e dinheiro dentro da companhia, tudo isso focando numa maior confiabilidade e disponibilidade de equipamentos gerando um ganho maior na produtividade.

Pode-se dizer que o PCM é uma ótima ferramenta para a empresa colocar em prática. Tendo um ótimo planejamento, gerenciamento e uma equipe qualificada consegue-se fazer com que a máquina ou equipamento melhore sua disponibilidade, desempenho e qualidade.

Sobre a máquina moldadora de EPS aonde foi aplicado o PCM, obteve-se um grande efeito no seu funcionamento por causa das peças novas e análises realizadas, além do serviço realizado por profissionais capacitados.

Observou-se o quanto aplicação do PCM foi importante, estudando os gráficos percebeu-se que houve uma grande melhora em relação ao tempo de parada da máquina, ocasionando uma melhora na sua produtividade e confiabilidade do equipamento. Além disso, analisou-se que a quebra de peças diminuiu drasticamente pois na manutenção preventiva realizou-se a substituição de peças necessárias, além do acompanhamento dos componentes a partir da manutenção preditiva.

Para empresa o retorno é garantido e percebeu-se já nos meses seguintes e se manteve dentro da meta aplicada pela empresa. Foi nítido a melhora da máquina e resultou no seu funcionamento eficiente, além de produzir produtos de ótima qualidade dentro dos parâmetros específicos.

Então pode-se dizer que o PCM é uma ótima ferramenta para ser aplicada em qualquer empresa sendo de grande e médio porte. Empresas pequenas pode-se não ser viável pelo custo necessário.

Com uma equipe de PCM de qualidade e competente, pode-se fazer um planejamento e controle eficiente.

AGRADECIMENTOS

Referente ao trabalho realizado queremos agradecer a empresa parceira e toda a coordenação por disponibilizar suas planilhas e relatórios referentes às manutenções realizadas na máquina montadora EPS. Agradecer a equipe de manutenção pela melhor compreensão das peças e equipamentos.

Com base em tudo que foi coletado pode ser estudado e verificado o quanto o PCM melhorou e fez a diferença para a empresa. Melhorando o funcionamento e produção da máquina.

Não podemos esquecer de agradecer a coordenação e aos professores da faculdade que nos ajudaram e incentivaram a fazer um ótimo trabalho de conclusão de curso tirando nossas dúvidas e nos incentivando.

Agradecer o apoio de nossas famílias e a Deus por estar conosco em todos os momentos, desde começo da faculdade, passando por uma pandemia muito complicada, mas que no fim conseguimos seguir em frente e chegar até aqui de cabeça erguida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

VIANA, Helbert. **PCM: planejamento e controle da manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

VIANA, Helbert. **Manual de gestão da manutenção**. Brasília: Engeteles Editora, 2019.

DUTRA, Jhonata. **Planejamento e controle da manutenção descomplicado**. Brasília: Engeteles Editora, 2019.

XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Belo Horizonte: Editora Desenvolvimento Gerencial, 2004.

KARDEC, Alan.; NASCIF, Julio., **Manutenção Função Estratégica**. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 2001.

BRANCO FILHO, G. **A Organização o Planejamento e o Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna LTDA., 2008.

FILHO, Gil. **Organização, o planejamento e o controle da manutenção**. São Paulo: Editora Moderna, 2020.

GONÇALVES, Edson. **A Manutenção Industrial – Do Estratégico ao Operacional**. Editora Ciência Moderna, Rio de Janeiro. 2015.

PCM: como e por que implementar o setor de planejamento e controle da manutenção. Disponível em: <<https://www.umov.me/pcm-planejamento-e-controle-da-manutencao/>>.

MATIAS, Sanon. **Manutenção Industrial: O que é, como funciona e objetivos**. Disponível em: <<https://webmaissistemas.com.br/blog/manutencao-industrial/>>.

Sem autor. **Maquina de Moldagem**. Disponível em: < [https:// https:// https://www.kurtzrsa.com/products/protective-solutions/shape-moulding-machines/poly-foamer/](https://https://www.kurtzrsa.com/products/protective-solutions/shape-moulding-machines/poly-foamer/)>.

CARVALHO, Carla. **PCM Planejamento e Controle da Manutenção: O que é?** Disponível em: < <https://www.produttivo.com.br/blog/pcm-planejamento-controle-da-manutencao/>>.

Sem autor. **Gestão da manutenção: o que é e porque faze-la**. Disponível em: < [https:// https:// https://fieldcontrol.com.br/blog/gestao-da-manutencao/](https://https://https://fieldcontrol.com.br/blog/gestao-da-manutencao/)>.

ARAUJO, Evanir. **Manutenção Industrial: O que é, Exemplos e Principais Tipos**. Disponível em: < [https:// https://www.automacaoindustrial.info/manutencao-industrial/](https://https://www.automacaoindustrial.info/manutencao-industrial/)>.

TELES, Jhonata. **PCM Descomplicado – Planejamento e Controle da Manutenção**. Disponível em: < [https:// https://www.automacaoindustrial.info/manutencao-industrial/](https://https://www.automacaoindustrial.info/manutencao-industrial/)>.