

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

VICTOR ROMÃO SOARES

ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO EM UMA EMPRESA DO
SETOR DE SACARIAS DE CIMENTO DE SANTA CATARINA COM BASE NAS
METODOLOGIAS DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Caçador

13/12/2022

VICTOR ROMÃO SOARES

ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO EM UMA EMPRESA DO
SETOR DE SACARIAS DE CIMENTO DE SANTA CATARINA COM BASE NAS
METODOLOGIAS DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Monografia apresentada ao curso de Engenharia de Produção do Instituto Federal de Santa Catarina - Câmpus Caçador para a obtenção do diploma de Engenheiro de Produção

Orientador: Eric Costa Carvalho

CAÇADOR

13/12/2022

Soares, Victor Romão

S676e Elaboração de um plano de manutenção em uma empresa do setor de sacarias de cimento de Santa Catarina com base nas metodologias da manutenção preventiva / Victor Romão Soares ; orientador: Eric Costa Carvalho. -- Caçador, SC, 2022.
59 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)-Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Curso de Engenharia de Produção.

Inclui bibliografias

1. Engenharia de produção. 2. Manutenção. 3. Planejamento. I. Carvalho, Eric Costa. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina. Curso de Engenharia de Produção. III. Título.


CDD 658.5

VICTOR ROMÃO SOARES

ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO EM UMA EMPRESA DO
SETOR DE SACARIAS DE CIMENTO DE SANTA CATARINA COM BASE NAS
METODOLOGIAS DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA


Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título em Engenharia de
Produção, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa
Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora
abaixo indicada.

Caçador, 13 de Dezembro de 2022.

Documento assinado digitalmente
 ERIC COSTA CARVALHO
Data: 14/12/2022 15:27:51-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>


Prof. Eric Costa Carvalho, Dr

Instituto Federal de Santa Catarina

Documento assinado digitalmente
 GABRIEL HERMANN NEGRI
Data: 16/12/2022 14:01:59-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Gabriel Hermann Negri, Dr

Instituto Federal de Santa Catarina

Documento assinado digitalmente
 YVES GARNARD IRIAN
Data: 16/12/2022 13:49:55-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Yves-Garnard Irian, Dr

Instituto Federal de Santa Catarina

RESUMO

Em um cenário globalizado e competitivo, as organizações têm se preocupado cada vez mais com questões estratégicas e de gestão, dentre essas questões se encontra o setor de manutenção. Este setor deve garantir o máximo de disponibilidade possível das máquinas, o que de fato é um fator que aumenta a produtividade das indústrias. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo desenvolver e implantar um projeto de manutenção preventiva em um setor de uma indústria de sacarias para cimento localizado em Caçador no estado de Santa Catarina. O motivo de desenvolver tal projeto no setor de manutenção são as dificuldades que a companhia possui quanto aos resultados negativos das atividades do setor de manutenção, que implicam em altas taxas de falhas dos equipamentos, diminuindo desta maneira, as suas disponibilidades, o que conseqüentemente causa dificuldades na competitividade da empresa no mercado atual. Sendo assim, foi desenvolvido um projeto com intuito de implementar o planejamento e controle de manutenção que melhor se adequasse a realidade da empresa, baseado nos conceitos de manutenção preventiva. Foi descrita a aplicação de cada etapa desenvolvida pela metodologia, assim como os resultados esperados com a sua aplicação.

Palavras-Chave: Manutenção Preventiva. Disponibilidade. Planejamento e controle de manutenção.

ABSTRACT

In a globalized and competitive scenario, organizations are increasingly concerned with strategic management issues, among these issues are the maintenance sector. This sector must be high in terms of machine availability, which in fact is capable of increasing machine productivity. In this context, this work aims to implement a preventive maintenance project in a cement sack industry located in Caçador in the state of Santa Catarina.

The maintenance development sector is given by the project reasons that in the maintenance sector are given the results that the maintenance difficulties of the maintenance sector imply in high facilities of equipment facilities, availability, from the difficulties that from the maintenance difficulties, the facilities of the equipment imply in of the difficulties, which the difficulties of maintenance consequently the current difficulty in the company in the market.

Therefore, a project was developed with the aim of implementing maintenance planning and control that best fits the company's reality, based on the concepts of preventive maintenance. An application of each step developed by the methodology was described, as well as the expected results with its application.

Keywords: Preventive maintenance. Availability. Maintenance planning and control.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Evolução do conceito de manutenção.

Figura 2 – Evolução dos sistemas administrativos e de gestão.

Figura 3 - Reação da engenharia de manutenção aos tipos de manutenção.

Figura 4 - Fluxograma das etapas da metodologia.

Figura 5: Segmento Cinta de Escama

Figura 6: Matriz GUT dos motivos de parada mecânica.

Figura 7: Gráfico do histórico do tempo de manutenções corretivas.

Figura 8: Perda de produtividade por manutenção corretiva.

Figura 9: Exemplo de cronograma para manutenção preventiva.

Figura 10: Ilustração dos campos preenchidos para criação do histórico de dados.

Figura 11: Tempo de manutenção após aplicação da manutenção preventiva e treinamentos POP's.

Figura 12: Perda de produtividade por manutenção preventiva.

Figura 13: Histórico de redução de custos com manutenção em 2022.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MCC - Manutenção Centrada na Confiabilidade.

POP - Procedimento Operacional Padrão.

GUT - Gravidade, Urgência e Tendência.

TPM - Manutenção Produtiva Total.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 JUSTIFICATIVA	12
1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	12
1.3 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO	13
1.4 OBJETIVO	13
1.4.1 OBJETIVO GERAL	13
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
2 REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1 MANUTENÇÃO	14
2.2 EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO	14
2.3 TIPOS DE MANUTENÇÃO	16
2.3.1 MANUTENÇÃO CORRETIVA	17
2.3.2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA	17
2.3.3 MANUTENÇÃO PREDITIVA	18
2.3.4 MANUTENÇÃO DETECTIVA	19
2.4 ENGENHARIA DA MANUTENÇÃO	20
2.5 GESTÃO DA MANUTENÇÃO	21
2.5.1 MCC (MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE)	22
2.5.2 TPM (MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL)	24
2.6 INDICADORES DE MANUTENÇÃO	26
2.7 FERRAMENTAS DA QUALIDADE	27
2.7.1 MATRIZ GUT	27
2.7.2 DIAGRAMA DE PARETO	27
3 METODOLOGIA	28
3.1 UNIDADE DE ANÁLISE	28
3.2 DEFINIÇÃO DAS ETAPAS DA METODOLOGIA	29
3.3 DESCRIÇÃO DETALHADA DAS ETAPAS	31
3.3.1 DEFINIÇÃO DOS SEGMENTOS DAS MÁQUINAS	31
3.3.2 LEVANTAMENTO DOS COMPONENTES	32
3.3.3 CATALOGAÇÃO DOS COMPONENTES	32
3.3.4 DEFINIÇÃO DA DURABILIDADE DOS COMPONENTES	32
3.3.5 ANÁLISE DAS PRINCIPAIS FALHAS	33
3.3.6 GRAU DE PRIORIDADE DA MANUTENÇÃO	33

3.3.7 LEVANTAMENTO DOS ITENS EM ESTOQUE	33
3.3.8 TEMPO DISPONÍVEL PARA MANUTENÇÃO	33
3.3.9 CRONOGRAMA DE MANUTENÇÃO	34
3.3.10 ACOMPANHAMENTO DA ATIVIDADE DE MANUTENÇÃO	34
3.3.11 REGISTRO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA	34
3.3.12 DEFINIÇÃO DO PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO (POP) E REALIZAÇÃO DE TREINAMENTOS	35
3.3.13 PROSSEGUIMENTO DO PROJETO DE MANUTENÇÃO	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1 DEFINIÇÃO DOS SEGMENTOS DAS MÁQUINAS	36
4.2 LEVANTAMENTO DOS COMPONENTES	37
4.3 CATALOGAÇÃO DOS COMPONENTES	37
4.4 DEFINIÇÃO DA DURABILIDADE DOS COMPONENTES	41
4.5 ANÁLISE DAS PRINCIPAIS FALHAS	41
4.6 GRAU DE PRIORIDADE DA MANUTENÇÃO	42
4.7 LEVANTAMENTO DOS ITENS EM ESTOQUE	43
4.8 TEMPO DISPONÍVEL PARA MANUTENÇÃO	44
4.9 CRONOGRAMA DE MANUTENÇÃO	46
4.10 ACOMPANHAMENTO DA ATIVIDADE DE MANUTENÇÃO	49
4.11 REGISTRO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA	49
4.12 DEFINIÇÃO DO PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO (POP) E REALIZAÇÃO DE TREINAMENTOS	50
4.13 PROSSEGUIMENTO DO PROJETO DE MANUTENÇÃO	52
5 CONCLUSÃO	54
REFERÊNCIAS	55

1 INTRODUÇÃO

Desde a Primeira Revolução Industrial, as máquinas revelaram sua importância para o desenvolvimento e otimização das atividades no cotidiano do homem contemporâneo (HARVEY, 2011). A partir disso, com a nova era da informação, as máquinas passaram por um processo de desenvolvimento exponencial, ganhando robustez e desempenhando operações cada vez mais complexas. Em conjunto a isso, a especialização da mão de obra e o nível de detalhamento das atividades aumentaram.

A explicação para a evolução da mão de obra qualificada e para a evolução do gerenciamento de manutenção das empresas está relacionada a procura pelo aumento dos índices de disponibilidade, qualidade e performance das máquinas, o que por sua vez está diretamente ligado à produtividade de uma indústria mecanizada, já que esses índices representam a eficiência maquinofatureira de uma organização (NAKAJIMA, 1982).

Neste contexto, Tavares (1999) enfatiza o papel crucial dos gestores de manutenção dentro das organizações que são fundamentais no planejamento, controle e definição de estratégias com objetivo de otimizar os processos, aumentar a produção, reduzir custos e, conseqüentemente, ampliar os lucros da organização (KARDEC e NASCIF, 2009).

Os conceitos de manutenção industrial têm ganhado mais profundidade e complexidade nos últimos tempos. Com o suporte de ferramentas quantitativas como OEE e qualitativas como o FMEA, a manutenção tem ascendido grande relevância na cadeia produtiva das corporações (VIANA, 2002).

Entender a categoria adequada de manutenção para uma empresa é garantir resultados positivos de confiabilidade, disponibilidade e, posteriormente, a sua ampliação (XENOS, 1998). Sob essa percepção, Belhot e Campos (1995) destacam a importância da empresa possuir um plano preventivo de manutenção recomendado pelos seus fabricantes e como isso pode colaborar para a evolução produtiva de uma companhia.

De acordo com Slack *et al.* (2002), o principal objetivo da manutenção preventiva é minimizar ou extinguir a probabilidade de falhas por manutenção imprevistas das instalações. Além disto, os planos de manutenção estruturados de maneira preventiva aumentam a acuracidade em relação a degradação em um ciclo típico obtido através de

análises estatísticas (ALMEIDA, 2000).

1.1 JUSTIFICATIVA

Devido ao aumento da competitividade do mercado industrial, as empresas têm focado nas áreas estratégicas de produção, como o PCM (Planejamento e Controle de Manutenção). Essa, precisa estar voltada para resultados empreendedores, ou seja, redução de custos e ampliação da margem de lucro. Para isso, Kardec e Nascif (2009), afirmam que a gestão de manutenção não deve ter como objetivo apenas reparar ou instalar o equipamento, mas sim manter a mão de obra mecânica disponível para a operação, reduzindo ao máximo possível a probabilidade de uma parada de produção não planejada.

A proposta deste trabalho é justificada pelas oportunidades de melhorias notadas no setor de manutenção de uma empresa do setor de sacarias que atua de maneira corretiva, com uma gestão estratégica superficial, sem aplicar uma política de manutenção adequada.

Desse modo, a metodologia e as etapas deste trabalho podem servir de referência para outras empresas que ainda não entenderam a importância do planejamento e controle da manutenção preventiva e o quanto isso pode ser relevante no crescimento e evolução da corporação.

1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

O problema abordado neste trabalho está relacionado a falta de planejamento de manutenção preventiva em uma indústria do ramo de sacarias para cimento, onde esta carência tem causado inúmeros contratempos em relação aos prazos de entregas dos pedidos aos clientes, custos e tempos elevados com manutenções corretivas, falta de controle dos setores de PCM e PCP (Planejamento e Controle de Produção), interferência na qualidade do produto e aumento de risco a integridade física dos colaboradores.

1.3 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

Este estudo limita-se a uma indústria do setor papelero, situada na região Centro-Oeste de Santa Catarina. Esta empresa destina-se à produção de celulose, papel kraft, papel reciclado, embalagens de papelão ondulado e sacos industriais.

O foco deste trabalho é o planejamento, implantação e acompanhamento da técnica de manutenção preventiva nas máquinas da área produtiva de sacos para cimento I, a qual é fundamental para este setor já que a produção é contínua e cada minuto de parada reflete grandemente no faturamento da empresa.

1.4 OBJETIVO

1.4.1 OBJETIVO GERAL

O estudo tem por objetivo implementar um projeto de manutenção preventiva nas máquinas Tuber e Coladeiras de papel.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Quantificar os principais motivos de manutenções corretivas;
- Analisar os históricos de manutenções e a partir disso construir um plano de manutenção preventiva;
- Diminuir custos de manutenção em 60% comparado ao cenário atual (uso de manutenção corretiva);
- Diminuir os tempos de manutenção em 55% comparado ao cenário atual (uso de manutenção corretiva) ;
- Aumentar disponibilidade de máquinas ;
- Criação de POPs (Procedimento Operacional Padrão) e treinamentos baseados neles.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo serão abordados assuntos encontrados na literatura realizados por autores e artigos bem conceituados sobre o tema de manutenção.

2.1 MANUTENÇÃO

De acordo com Kardec e Nascif (2005), a manutenção nada mais é do que um conjunto de atividades essenciais para garantir o máximo de disponibilidade dos equipamentos para as funções que foram planejados e construídos, atendendo assim, um processo produtivo em níveis de desempenho exigidos satisfatórios.

Segundo Helmann (2006), um processo de manutenção bem definido e estruturado dentro de uma organização proporcionam além da disponibilidade, a confiabilidade dos processos de produção, porque asseguram a preservação dos equipamentos evitando desta maneira a sua deterioração. Outro ponto importante que o autor aborda é a relevância da manutenção dentro do faturamento gerado pela linha produtiva, visto que as paradas não programadas das máquinas afetam diretamente a queda da receita, gerando prejuízos para a empresa e afetando de forma negativa a sua competitividade do mercado.

2.2 EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO

Monchy (1987) afirma que a terminologia “manutenção” é originária do vocabulário militar, que tinha como principal significado manter o material e equipamento nas unidades de combate em um nível constante e em boas condições. O autor também afirma que o surgimento do termo “manutenção” nos processos industriais ocorreu por volta de 1950 nos Estados Unidos, onde este termo se delimita basicamente ao sentido de “conservação”.

De acordo com Soeiro (2017), a evolução da Manutenção Industrial ocorreu em três momentos, tendo início do primeiro período entre 1950 a 1970, um momento Pós Segunda Guerra Mundial, que influenciou no aumento da mecanização e do nível de detalhe das instalações e maquinários industriais. Vale ressaltar, que nesse período

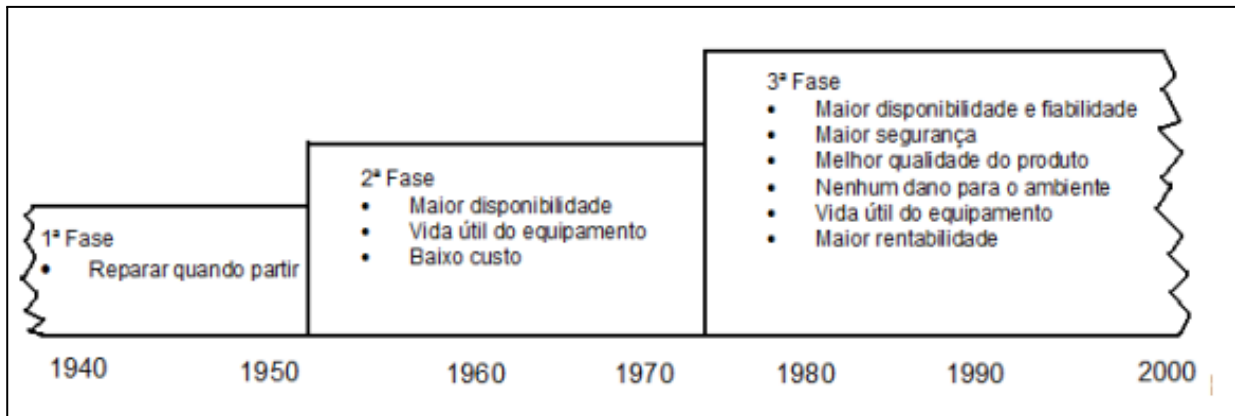
surgiu o conceito de Manutenção Preventiva, que se limitava a intervenções nos maquinários industriais em intervalos fixos. Segundo Kardec e Nascif (2009), nesse período da evolução da manutenção surgiram os primeiros sistemas e ferramentas de controle e planejamento da manutenção, assim como a busca de métodos que tinham como finalidade aumentar a vida útil dos equipamentos.

A segunda geração da manutenção surge da década de 80, que foi consequência do processo de evolução industrial que acontecia neste período. Neste ponto, o conceito de manutenção preditiva e o desenvolvimento de softwares começaram a ganhar volume, e foram os principais agentes que permitiram o melhor controle, acompanhamento e planejamento das atividades de manutenção industrial. De acordo com Kardec e Nascif (2009), foi neste momento que se torna evidente o conceito de Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC), o que foi um grande passo para evidenciar ainda mais a importância da manutenção no processo produtivo e como ela poderia ser um fator crucial para o crescimento e competitividade da organização no mercado.

Por último, no terceiro e atual momento da evolução da manutenção que teve início por volta do século XXI, existe a consolidação das atribuições da área da Engenharia de Manutenção dentro das indústrias, que têm como os três principais pilares a Manutenibilidade, Confiabilidade e Disponibilidade. Nessa etapa a manutenção possui uma estrutura mais definida e detalhada, que tem como prioridade minimizar falhas prematuras, sendo assim, a análise de falhas se torna a base para a melhoria da performance dos equipamentos dentro de uma empresa. Além disso, a Manutenção Preditiva se tornou mais ativa, reduzindo assim o uso da manutenção preventiva, já que esta depende da interrupção dos equipamentos e dos sistemas envolvidos. Nesse cenário, a interação entre as áreas da engenharia, manutenção e operação é um fator de garantia de metas (KARDEC e NASCIF, 2009).

Está demonstrado na Figura 1 a evolução do conceito de manutenção ao longo dos anos de desenvolvimento da Indústria.

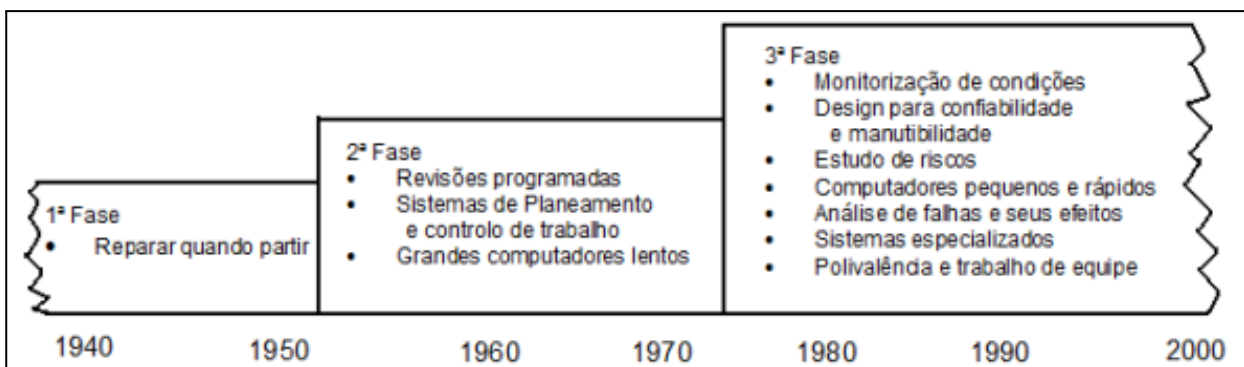
Figura 1 – Evolução do conceito de manutenção.



Fonte - Reliability-centered Maintenance (1999).

Está demonstrado na Figura 2 o aperfeiçoamento do sistema administrativo e de gestão ao longo do tempo.

Figura 2 – Evolução dos sistemas administrativos e de gestão.



Fonte: Reliability-centered Maintenance (1999)

2.3 TIPOS DE MANUTENÇÃO

As manutenções são classificadas conforme a administração das intervenções realizadas nos equipamentos e sistemas. Na literatura é possível encontrar diversos tipos de metodologias para a manutenção. Neste trabalho, serão abordados apenas conceitos e definições relacionados a quatro tipos, considerados como os fundamentais dentro de uma indústria por diversos autores, que são: Manutenção Corretiva, Manutenção Preventiva, Manutenção Preventiva e Manutenção Detectiva.

2.3.1 MANUTENÇÃO CORRETIVA

Lucatelli (2002) comenta que a Manutenção Corretiva é o modelo de manutenção mais ultrapassado e inviável a ser seguido, mas que pode ser aplicável a qualquer empresa que possua qualquer tipo de itens físicos. O motivo de ser um tipo de manutenção indesejável na atualidade é porque esta é caracterizada por ações reativas não planejadas, sendo necessário a restauração dos equipamentos ou peças que possuam grande valor, podendo gerar além de transtornos a ineficácia da retificação realizada, já que as atividades acontecem sem nenhum tipo de planejamento prévio, desde treinamentos aos mecânicos até mesmo à necessidade de troca de mais componentes interagem com aquele que está sendo corrigido. Kardec e Nascif (2006) defendem a ideia que a manutenção corretiva se torna um indicador da ineficácia da gestão e engenharia da manutenção em uma organização.

2.3.2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA

De acordo com Slack *et al.* (2002), a manutenção preventiva tem como principal objetivo extinguir ou reduzir ao máximo a probabilidade de falhas por manutenção dos equipamentos e das instalações em um determinado período pré-planejado. Almeida (2000) comenta que o planejamento e elaboração dos projetos de manutenções preventivas presumem que as máquinas se degradarão em um ciclo de tempo definido muitas vezes pelos próprios fornecedores de peças em grande parte valores de durabilidade já tabelados e possível de ser encontrado na literatura.

Kardec e Nascif (2010) relatam que este tipo de manutenção pode ser um grande fator quando se tem como foco reduzir o custo por indisponibilidade da máquinas, mas por outro lado, se o plano não for bem estruturado e dimensionado pode ocasionar o aumento do custo em peças e serviços.

Kardec e Nascif (2010) comentam também que os responsáveis por realizarem o gerenciamento da Manutenção Preventiva não devem dar enfoque ao tempo de vida útil determinado pelos fabricantes, porque nem sempre eles fornecem dados precisos. Além disso, condições ambientais e operacionais influenciam significativamente no desgaste dos equipamentos e seus componentes. Sendo assim, a definição dos intervalos de tempo para as manutenções devem ser estipulados para a realidade em que o equipamento opera. Em complemento a isso, Xenos (1998) evidencia que com frequência as empresas negligenciam o cumprimento ao considerar fatores que podem interferir diretamente na integridade física dos componentes da máquina e, em consequência desta falha, o tempo que seria gasto com a manutenção preventiva, acaba sendo destinado para falhas imprevistas que surgem no processo produtivo.

Araújo e Santos (2004) ressaltam as vantagens da manutenção preventiva comparação a manutenção totalmente corretiva:

- Redução do número de manutenções corretivas;
- Diminuição dos custos relacionados a intervenções corretivas;
- Aumento da disponibilidade e performance do equipamento;
- Maior confiabilidade do equipamento.

2.3.3 MANUTENÇÃO PREDITIVA

Este tipo de manutenção, diferente da preventiva, realiza o acompanhamento minucioso de parâmetros e variáveis de performance dos maquinários e equipamentos, com a finalidade de definir o melhor momento para a intervenção, com o máximo de aproveitamento do operante (OTANI e MACHADO, 2008 apud COSTA, 2013).

Kardec e Nascif (2009, p. 45) definem que o objetivo da manutenção preditiva é:

Prevenir falhas nos equipamentos ou sistemas através de acompanhamento de parâmetros diversos, permitindo a operação contínua do equipamento pelo maior

tempo possível. Na realidade, o termo associado à Manutenção Preventiva é o de prever as condições dos equipamentos. Ou seja, a Manutenção Preditiva privilegia a disponibilidade à medida que não promove a intervenção nos equipamentos ou sistemas, pois as medições e verificações são efetuadas com o equipamento produzindo.

Segundo Monchy (1989 apud MAIA Jr., 2003) a manutenção preditiva pode ser interpretada como um modelo mais moderno da manutenção preventiva, uma vez que ela surgiu em paralelo do aperfeiçoamento da informática, porque esta possibilitou estabelecer previsão de diagnósticos de possíveis falhas com mais exatidão e com o detalhamento maior. Para Lucatelli (2002) a manutenção preditiva é fundamentada no monitoramento dos “sinais vitais” do equipamento e para isso a necessidade da informática se torna essencial.

Segundo Maia Jr. (2003), a instalação de um sistema preditivo no planejamento da manutenção tem como propósito realizar a intervenção somente quando for preciso. Para isso, o planejamento com antecedência às paradas é indispensável. A inspeção constante dos equipamentos é a principal característica da manutenção preditiva, e para isso não se utiliza apenas instrumentos, mas também é necessário os sentidos humanos, desde a percepção de algum ruído diferente do usual até vibrações e problemas de qualidade do que produzido. Com este artifício é possível comparar valores com os parâmetros conhecidos e detectados pelos instrumentos. Nessa linha de pensamento Maia Jr (2003) concretiza a que se bem estruturada e executada de forma correta a manutenção preditiva pode garantir a maximização da vida útil do equipamento pela redução do índice de probabilidade de falha, devido a previsão e planejamento assertivo das intervenções dos equipamentos, baseada em diagnósticos.

2.3.4 MANUTENÇÃO DETECTIVA

Souza (2008) retrata a manutenção detectiva como uma metodologia que tem

como foco aumentar a confiabilidade dos equipamentos, particularizada pela interferência em sistemas de proteção para detectar falhas não perceptíveis aos operadores.

Este tipo de manutenção resume-se em verificações físicas no sistema, normalmente executadas por especialistas, sem desativá-lo do processo, são capazes de detectar imediatamente falhas ocultas e até mesmo corrigir o problema imediatamente, mantendo a operacionalidade do sistema (KARDEC e NASCIF, 2009, p. 49).

Sendo assim, a adoção de intervenção detectiva se torna muito determinante na efetividade do funcionamento de equipamentos em organizações que possuem grande nível de automação (COSTA, 2013).

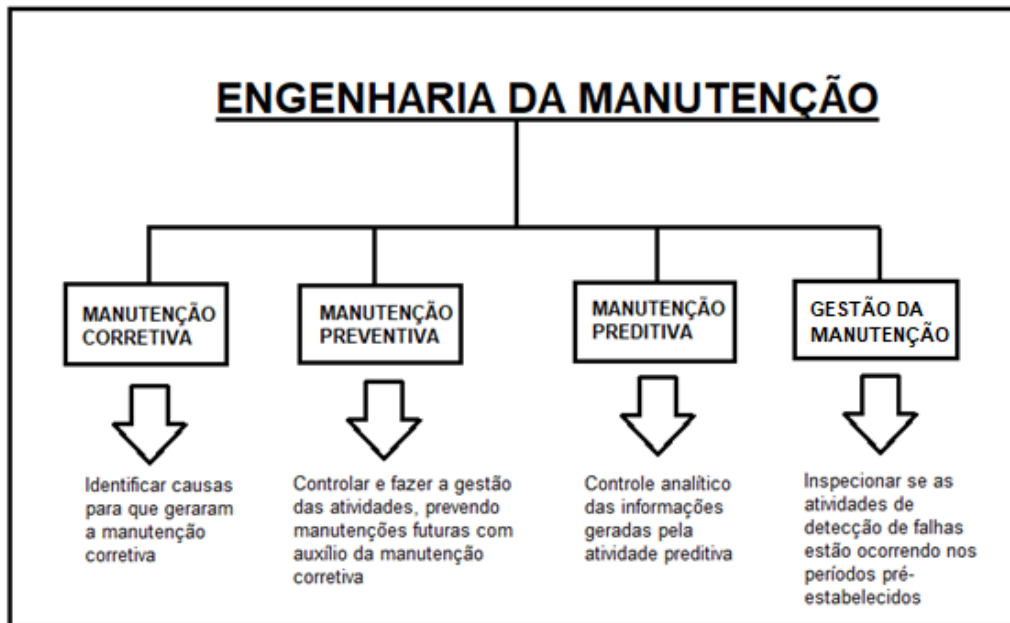
2.4 ENGENHARIA DA MANUTENÇÃO

Kardec e Nascif (2009) definem a Engenharia da Manutenção como a procura de soluções ideais para os problemas que causam mal desempenho de máquinas e equipamentos, e que têm como dever interferir tecnicamente na mudança de padrões e sistemas existentes não eficientes. Os autores complementam que o principal foco do setor de engenharia de manutenção está centrado na análise, criação e proposta de melhorias se baseando nos dados adquiridos pela manutenção, gerando dessa maneira, a melhoria contínua nos processos.

A Engenharia da Manutenção visa aumentar a disponibilidade (tempo hábil para produção), manutenibilidade, confiabilidade (grau de confiança que o equipamento irá funcionar de modo esperado) e segurança, com a instalação de um plano de manutenção eficaz que preveja a vida útil dos componentes das máquinas e equipamentos e realize a manutenção preventiva antes que a manutenção corretiva seja necessária (OLIVEIRA, 2013).

A Figura 3 demonstra os tipos de manutenções e qual deve ser a principal atividade da Engenharia da Manutenção quanto a elas:

Figura 3: Relação da engenharia de manutenção aos tipos de manutenção.



Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif (2009).

2.5 GESTÃO DA MANUTENÇÃO

Sellitto (2007) comenta que um dos principais motivos da evolução e aperfeiçoamento das técnicas e controle de manutenção foi a compreensão que os gestores das organizações tiveram sobre o impacto negativo que as falhas das máquinas e equipamentos podem causar em questões de segurança, qualidade e custos da produção. Com o passar do tempo, os gestores de manutenção têm aderido à nova linha de pensamento em relação às estratégias técnicas e administrativas da manutenção, seguindo uma metodologia mais detalhada e estratégica antes de executar as atividades de reparação.

Xenos (1998) certifica que as atividades de manutenção englobam técnicas de manutenção e atividades gerenciais, assim como em qualquer outra área de uma empresa, e que essas atividades podem ser caracterizadas como funções de apoio. O autor ainda afirma que as ocupações de manutenção resultam de atividades preventivas ou corretivas realizadas no cotidiano.

Kardec e Nascif (2009) retratam que a gerência moderna da manutenção requer uma mudança profunda na mentalidade e na postura. Relatam ainda que a gerência moderna deve ser alicerçada por uma visão futurística e regida pela satisfação dos

clientes a partir de uma produção em entrega qualidade dos produtos e serviços oferecidos.

Costa (2013) aponta como deve ser o sistema de gestão da manutenção:

Mais importante do que restringir a política de manutenção a uma abordagem ou outra, é necessário utilizar uma metodologia adequada de gestão do sistema de manutenção. Assim, a função manutenção deixará de ser um gasto adicional para a empresa e poderá ser encarada como fator estratégico para redução dos custos totais de produção.

Nesse contexto, serão explicados duas metodologias/ferramentas de manutenção: o MCC (Manutenção Centrada na Confiabilidade) e o TPM (Manutenção Produtiva Total).

2.5.1 MCC (MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE)

O princípio da Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC) está intrinsecamente ligada com a evolução da tecnologia e pensamento social decorrente da segunda guerra mundial (SIQUEIRA, 2005).

O autor comenta que no âmbito tecnológico, assentam-se as pesquisas da indústria bélica norte-americana, acompanhada pelo início da automação industrial em proporções jamais vistas anteriormente, e o principal motivo para tanta evolução da tecnologia e precisão dos equipamentos militares estava basicamente resumido no alcance mínimo de falhas nos frentes de guerra.

De acordo com Sellitto (2007), para um equipamento o qual o conserto é inviável ou impossível, como por exemplo um satélite lançado ao espaço, a confiabilidade é o período projetado de desempenho e performance sem falhas. Sellitto (2008) complementa que para itens em que o reparo é algo habitual, como equipamentos e máquinas industriais, a confiabilidade é garantir o desempenho sem falhas durante um determinado intervalo de tempo pré estabelecido em projeto.

Segundo Kardec e Nascif (2009), o MCC é um conceito que analisa detalhadamente um equipamento mecânico, elencando todas as possibilidades de falhas e, determinadas situações consideradas tecnicamente “normais”, definindo assim a

estratégia a melhor estratégia de manutenção para cada uma delas, com o objetivo de minimizar o máximo possível as falhas e garantindo que o cronograma de manutenção preventiva ou preditiva seja seguido sem nenhum tipo de contratempo. Se tornando dessa maneira, uma ferramenta essencial para o encaminhamento de decisões gerenciais.

Kardec e Nascif (2009) estabelecem as seguintes etapas para a implantação do MCC em um processo:

- Seleção do sistema;
- Definição das funções e padrões de desempenho;
- Determinação das falhas funcionais e de padrões de desempenho;
- Análise dos modos e efeitos das falhas;
- Histórico de manutenção e revisão da documentação técnica;
- Determinação de ações de manutenção: política, tarefas, frequência.

Assim que essas etapas forem concluídas e revisadas, Moubray (2000) define que a metodologia analisa os padrões e funções de desempenho e para ir ao encontro do seu objetivo o gestor deve considerar os seguintes questionamentos:

- Quais são as funções e padrões de desempenho do ativo no seu contexto atual de operação?
- De que forma ele falha em cumprir sua função?
- O que causa cada falha funcional?
- O que acontece quando ocorre cada falha?
- De que modo cada falha importa?
- O que pode ser feito para prever ou prevenir cada falha?
- O que deve ser feito se não for encontrada uma tarefa pró-ativa apropriada?

Kardec e Nascif (2009) concluem que os benefícios da implantação do MCC se

comparado a Manutenção Corretiva podem ser:

- Maior segurança e proteção ambiental;
- Reduzir custos e demanda de serviços;
- Desempenho operacional melhorado;
- Maior Eficiência de Manutenção;
- Aumento da vida útil dos equipamentos;
- Banco de dados de manutenção melhorado;
- Trabalho em Equipe e a motivação do grupo;
- Maior retorno para a sociedade.

2.5.2 TPM (MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL)

A Manutenção Produtiva Total teve origem no Japão na década de 60 no período pós guerra, em um cenário em que as grandes indústrias tinham como principal objetivo atingir o máximo de qualidade e confiabilidade possível das máquinas e equipamentos, ou seja, reduzindo paradas, eliminando refugos e minimizando ao máximo os custos (KARDEC ; NASCIF, 2009).

Tavares (1996) afirma que em virtude dos programas de qualidade que surgiram no período pós guerra, as organizações começaram a pesquisar sistemas de manutenção que viabilizassem a maior disponibilidade e confiabilidade das máquinas. No primeiro momento os planos de manutenções seguiam programações pré-estabelecidas, sem levar em consideração se realmente era necessário realizar a intervenção. Em muitos casos, a manutenção naquele momento era desnecessária, o que muitas vezes gerava gastos desnecessários aumentando os custos com manutenção da empresa. Como uma das características das metodologias de controle de qualidade era o controle de inconformidades na origem do problema, os operadores começaram a apontar as dificuldades que enfrentavam quanto à estrutura física da máquina e seus defeitos, para que falhas futuras fossem evitadas (TAVARES, 1996). Dessa maneira, surge o TPM, que foi inicialmente sistematizado no Japão, com a Divisão de Manutenção da Nippon Denso, da Toyota, essa metodologia foi uma das mais revolucionárias na literatura sobre manutenção, sendo indispensável para uma gestão de manutenção de qualidade

(LUCATELLI, 2002).

Para Maia Jr (2002), o TPM tem como premissa básica o envolvimento dos operadores nos esforços de manutenção preventiva e corretiva, criando de certa forma a ideia de autogestão do seu local de trabalho.

Souza (2004) afirma que o TPM não se resume apenas na disposição da manutenção em construir um programa de melhorias, mas uma doutrina operacional e estratégica que deve envolver todos colaboradores da organização, desde o chão de fábrica até a diretoria. Este autor ainda cita que o surgimento do TPM assenta o seu interesse na redução de gastos com o equipamento durante o seu ciclo de vida ou atuação operante na linha de produção, realizando a interligação da manutenção preventiva com melhorias sustentáveis e projetando técnicas de manutenção preditiva.

Segundo a JIPM (Japan Institute Productive Management), a construção do TPM é fundamentada em 8 pilares, e a aplicação correta de todos ocasionará resultados excelentes nas atividades que envolvem a manutenção. Kardec e Nascif (2009) elencam ele da seguinte maneira:

- Manutenção Planejada, trata-se das rotinas de manutenção preventiva planejadas. Tem por objetivo a melhoria contínua da disponibilidade, a confiabilidade, a redução de custos e intervenções não planejadas.
- Manutenção Autônoma, refere-se aos treinamentos teóricos e práticos que são ministrados aos operadores capacitando-os para atividades referentes à
- Treinamento e Educação, refere-se à aplicação de treinamentos técnicos e comportamentais para liderança, a autonomia das equipes;
- Melhoria Focada ou Específica, refere-se à manutenção corretiva de melhorias para eliminar perdas crônicas relacionadas ao equipamento;
- Controle Inicial, referente à prevenção da manutenção. O projeto de um novo equipamento deve levar em consideração o histórico de manutenção e a

experiência dos funcionários que o vão reparar e operar. Deve-se projetar maquinário já analisando formas mais fáceis de operar e facilitar a intervenções do que outras máquinas que possuem a mesma função;

- Manutenção da Qualidade, relaciona-se com a qualidade dos produtos e disponibilidade para uso e disponibilidade de equipamentos com confiabilidade;
- Melhoria dos Processos Administrativos, os processos de gestão interferem diretamente na eficiência e produtividade das atividades operacionais. O objetivo deste pilar é aprimorar e reduzir seus desperdícios, conhecido como TPM de escritório.
- Segurança, Saúde e Meio Ambiente, foca na melhoria contínua das condições de trabalho da redução dos riscos de segurança e saúde.

O principal objetivo de seguir esse pilares é o aumento da eficiência dos equipamentos e a redução dos custos operacionais, com a atuação mais ativa dos operadores que de certa maneira irão colaborar no gerenciamento dos equipamentos (LUCATELLI, 2002).

2.6 INDICADORES DE MANUTENÇÃO

De acordo com Viana (2006) assim como qualquer outro tipo de indicador, os indicadores de manutenção são construídos a partir de um banco de dados que são estruturados de forma a processar os valores e obter assim relatórios quantitativos que podem ser aplicados para diversos tipos de situações, e acabam sendo para qualquer empresa um dos principais artifícios para se basear antes de tomadas de decisões estratégicas e gerenciais, além de possibilitarem o acompanhamento do desempenho das atividades mecânicas. O autor complementa, que os indicadores de manutenção além de captarem os desafios da manutenção, captam também a sua rotina diária.

2.7 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Corrêa e Corrêa (2012) relatam que as ferramentas da qualidade possuem como principal objetivo ajudar e servir de suporte para gestão de uma empresa na tomada de decisões para a resolução de problemas ou implementação de projetos de melhoria.

Brow *et al* (2006, p. 274) afirmam que:

É importante estar ciente de que as ferramentas e técnicas da qualidade desempenham um papel importante na qualidade estratégica. As ferramentas da qualidade visam por meio do ataque à causa, extinguir e coibir o aparecimento de problemas.

2.7.1 MATRIZ GUT

A Matriz GUT é uma ferramenta que tem a finalidade de responder questões de forma racional e estratégica sobre a priorização de problemas e dessa maneira separá-los como mais ou menos importantes e dessa maneira ordenar a sequência de solução do mais grave para o menos grave. Tal priorização deve estar de acordo com a Gravidade, Urgência e Tendência (GUT) que o problema significa para a empresa. Sendo assim o termo Gravidade se refere às proporções que o dano do problema analisado pode ganhar a médio e longo prazo, a Urgência tem como principal decisório a pressão do tempo para a resolução do problema, e a Tendência remete ao potencial de crescimento do problema com o tempo (BEZERRA *ET AL*, 2014).

2.7.2 DIAGRAMA DE PARETO

Um evento é considerado um problema para uma empresa quando não produz resultados desejáveis. Sabendo disso, o procedimento correto da gestão da empresa é iniciar uma mobilização em busca da solução deste problema (VIANA, 2006).

De acordo com Koch (2015) a ferramenta da qualidade Diagrama de Pareto é considerada uma das principais ferramentas da qualidade que possui como princípio que 80% das consequências vêm de 20% das causas. Este autor completa que o princípio 80/20 que acontece um certo desequilíbrio entre os resultados e as causas, ou seja, a

maioria dos problemas possuem baixo impacto enquanto a minoria causa impactos significativos nos resultados da companhia.

3 METODOLOGIA

Este trabalho se trata de uma pesquisa-ação de caráter exploratório, pois tem por objetivo desenvolver e instalar um planejamento e controle da manutenção com abordagem quali-quantitativa mais adequada possível para a realidade da empresa em questão, levando em consideração a política da empresa, para que de fato o projeto tenha uma boa aplicabilidade sem interferir nos princípios básicos da organização. Sendo assim, este projeto trata-se de um trabalho de Extensão Universitária entre o Instituto Federal de Santa Catarina - Caçador e a empresa. Na concepção de Silva (2010), a Extensão Universitária vem se caracterizando ao longo da história da universidade brasileira como ferramenta essencial para a formação acadêmica e contribuindo essencialmente para a transmissão do conhecimento acumulado por aqueles que frequentam os ambientes universitários.

Foi definida uma metodologia de implantação que se enquadre na realidade da empresa, além da definição de um setor piloto para a aplicação, conforme citado anteriormente, o setor de produção de sacos de cimento.

O setor de produção de sacos para cimento I foi destacada pelos gestores como o mais problemático em relação a manutenções corretivas, fator que interfere diretamente de forma negativa na produtividade, impedindo muitas vezes o atingimento de metas, porque a disponibilidade da máquina acaba sendo afetada. Portanto, a escolha de iniciar a implantação do projeto foi nessa área.

3.1 UNIDADE DE ANÁLISE

O setor em questão possui um processo produtivo enxuto, com poucas etapas de transformação do produto, mas com produção em alta escala. Esse setor conta com duas máquinas conforme descrito anteriormente. A primeira máquina é chamada de Tuber, onde se inicia o processamento do produto e que possui como função basicamente realizar a impressão do papel com a estamperia do cliente, unir as camadas de papel que

compõem a sacaria e realizar o destaque dos sacos. Já a segunda máquina se chama Coladeira, a qual recebe o produto inacabado da primeira máquina e faz basicamente o acabamento da sacaria, inserindo um componente chamado "válvula" e em seguida colar os chamados "fundos dos sacos".

Mesmo que ambas as máquinas realizem, aparentemente, processos de transformações simples, estas possuem proporções de dimensões grandiosas, por possuírem muitas etapas que realizam a transformação da sacaria, além de possuírem diversos componentes mecânicos e elétricos que em muitos casos são de alto custo de compra.

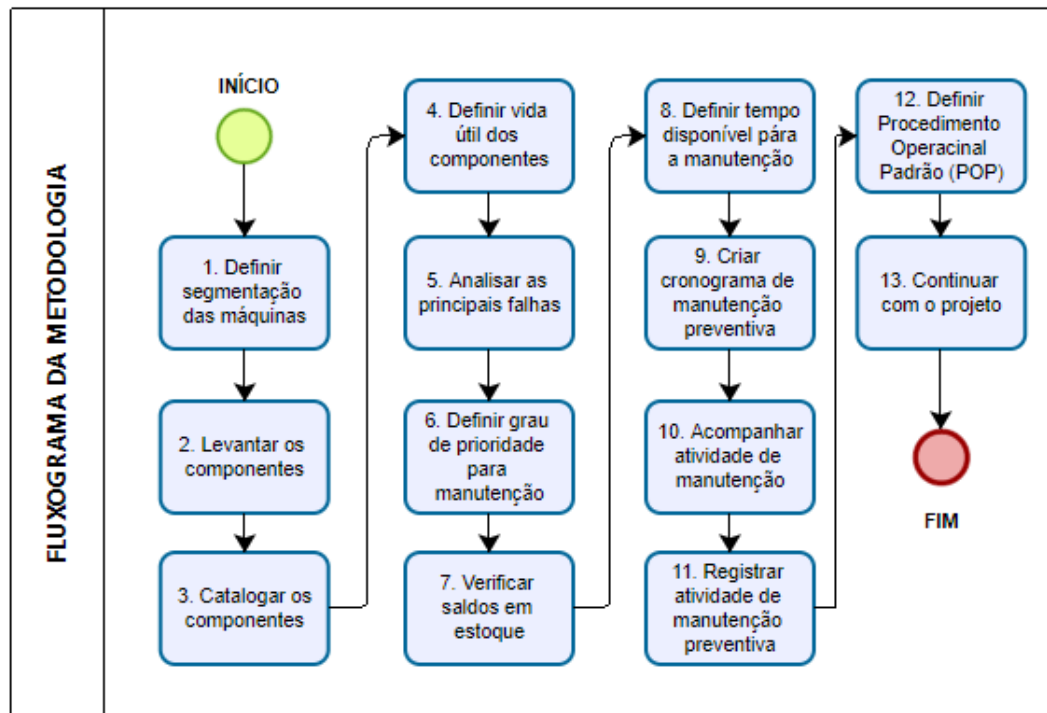
As máquinas abordadas foram compradas novas no ano de 2012, e desde essa data operaram em processo contínuo alternados em três turnos de 8 horas cada (total de 24 horas), parando sua produção apenas para setups e manutenções corretivas.

Nos primeiros 8 anos de produção, as máquinas atingiram escalas produtivas gigantescas, alcançando em muitos momentos uma performance maior do que os próprios fabricantes estabeleciam, as manutenções corretivas quase não existiam devido a integridade física dos componentes mecânicos e elétricos ainda apresentarem bom estado. Mas depois desse período, as máquinas começaram a perder o rendimento, porque seus componentes atingiram o limite da vida útil, desencadeando muitas paradas para manutenções corretivas que se tornaram cada vez mais frequentes e mais demoradas, afetando o tempo disponível para produção, resultando assim, o não atingimento de metas e redução do faturamento mensal.

3.2 DEFINIÇÃO DAS ETAPAS DA METODOLOGIA

Dentro deste cenário, foi possível notar que o processo de implementação de um projeto de planejamento e controle de manutenção partiria do zero, seguindo as seguintes etapas, demonstradas na Figura 4, para as duas máquinas:

Figura 4: Fluxograma das etapas da metodologia



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

1º) Definição dos segmentos das máquinas: mapear a máquina inteira, separando ela em segmento e detalhar suas funções.

2º) Levantamento dos componentes: mapear de todos os componentes e peças que compõem cada segmento da máquina e detalhar suas funções.

3º) Catalogação dos componentes: elaborar uma planilha com todas as informações coletadas organizadas por máquina e por segmento.

4º) Definição da durabilidade dos componentes: definir tecnicamente baseando-se nas recomendações do fornecedor o tempo de vida útil de cada componente e peça mapeada.

5º) Análise das principais falhas: analisar o histórico de paradas por manutenção e elencar quais componentes e peças mapeadas possuem maior taxa de retificação ou troca.

6º) Grau de prioridade de manutenção: definir com a gestão de manutenção quais dessas peças possuem maior importância levando em consideração os quesitos de segurança, qualidade, produção e custo.

7º) Levantamento dos itens em estoque: com a definição das peças mais

relevantes para garantir a continuidade do processo produtivo, será necessário verificar os seus saldos em estoque.

8°) Tempo disponível para manutenção: definir o tempo disponível para manutenção preventiva semanalmente.

9°) Cronograma de manutenção: definir as datas para manutenção preventiva baseado no critério de urgência.

10°) Acompanhamento da atividade de manutenção: pôr em prática o processo de manutenção preventiva programado e acompanhar a atividade registrando todo o procedimento seguido, as dificuldades enfrentadas e as oportunidades de melhoria.

11°) Registro da manutenção preventiva: registrar a atividade de manutenção na planilha elaborada na 3° etapa e definir a próxima data de manutenção para aquele componente.

12°) Definição do Procedimento Operacional Padrão (POP): em conjunto com a gestão da manutenção, definir qual o melhor POP para cada tipo de manutenção a ser seguido e documentar em formato de treinamento.

13°) Treinamento do POP: treinar os colaboradores do setor de manutenção mecânica.

14°) Prosseguimento do projeto de manutenção: dar continuidade da metodologia de manutenção preventiva até que todos os componentes sejam trocados e retificados, a fim de possuir controle dos períodos de troca.

3.3 DESCRIÇÃO DETALHADA DAS ETAPAS

Neste tópico serão detalhados as etapas citadas no **tópico 3.2** de forma mais aprofundada, com o objetivo de descrever as variáveis e metodologia utilizada em cada uma delas.

3.3.1 DEFINIÇÃO DOS SEGMENTOS DAS MÁQUINAS

As máquinas Tuber e Coladeira são um conjunto de segmentos que atuam simultaneamente, mas que apresentam funções diferentes. Cada um desses conjuntos possui uma estrutura formada por componentes mecânicos e elétricos. Sendo assim, o

primeiro passo é definir cada um desses segmentos e descrever qual a função deles em relação ao processo de transformação do produto, de forma a proporcionar referência aos colaboradores quanto a localização de um determinado tipo de problema ou inconformidade operacional e mecânica.

3.3.2 LEVANTAMENTO DOS COMPONENTES

Depois de definir os segmentos da máquina, o próximo passo é realizar o levantamento de todos os componentes e peças que os compõem. Esse processo acontecerá baseando-se nos manuais de instruções das máquinas disponibilizados pelo fabricante que contêm todas as informações de composição estrutural da máquina. A importância de ter esse tipo de relação é a otimização do tempo de procura de uma determinada peça em momentos de manutenção e até mesmo para o planejamento da manutenção preventiva por ilustrar toda a composição de um determinado conjunto de componentes que possuem vida útil aproximada.

3.3.3 CATALOGAÇÃO DOS COMPONENTES

O próximo passo é listar em formato de planilha todos os componentes definidos na etapa anterior, distribuindo-os por máquina e por segmento, além de incluir a quantidade necessária de cada um deles em caso de troca.

3.3.4 DEFINIÇÃO DA DURABILIDADE DOS COMPONENTES

Cada componente possui uma vida útil estabelecida pelo fabricante, mas que pode mudar devido a influências externas, por exemplo, temperatura e umidade do ambiente, regulagem incorreta da máquina e até mesmo a instalação inadequada. Mas para a empresa em questão, esse tipo de condição não será relevante no processo, uma vez que o ambiente está de acordo com os padrões exigidos pelo fabricante. Sendo assim, será levado em consideração o tempo de vida útil informado nos manuais de instruções da máquina, essa informação complementar a planilha criada na etapa anterior. Nesta etapa também será definido a periodicidade de lubrificação dos componentes baseado na

indicação dos fornecedores, de forma a obter controle e oferecer todas as condições básicas que façam com que o componente respeite seu ciclo de vida.

3.3.5 ANÁLISE DAS PRINCIPAIS FALHAS

Com a lista de todos os componentes completa, será feita uma análise do histórico de paradas por manutenção nos últimos 6 meses e outra análise em conjunto com operadores e gestores para definir quais motivos foram as mais numerosos e que mais impactaram no tempo de produção, o que será o ponto de partida para a próxima etapa.

3.3.6 GRAU DE PRIORIDADE DE MANUTENÇÃO

Definindo os motivo de paradas mais numerosos, será possível elencar os componentes que fazem parte desses motivos, e a partir disso verificar quais possuem mais rotatividade e que mais influenciam no tempo de disponibilidade da máquina, além de analisar o grau de relevância quanto a segurança do colaborador, a qualidade do produto e o custo para compra.

Dessa maneira, será criado uma Matriz de GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) para cada manutenção pendente, o que servirá de base para definir o cronograma de quais manutenções devem ser realizadas primeiro e quais podem ser adiadas.

3.3.7 LEVANTAMENTO DOS ITENS EM ESTOQUE

Antes de definir as datas exatas das manutenções preventivas, é preciso verificar o estoque de cada um dos componentes e realizar um comparativo entre a quantidade que será necessária para realizar a manutenção com o saldo em estoque, caso seja o número em estoque seja abaixo que é carecido, será solicitado a compra para que atenda o total demandado.

3.3.8 TEMPO DISPONÍVEL PARA MANUTENÇÃO

A gestão do objeto de estudo coloca como fator relevante a produtividade das

máquinas, então, o tempo disponível para manutenção preventiva será determinado baseado na produção em relação a meta de produção por semana, ou seja, caso o saldo da produção da semana anterior esteja acima da meta esperada, este saldo positivo será convertido em tempo hábil para manutenção preventiva para a semana atual.

Caso a produção da semana anterior não esteja acima da meta, não será disponibilizado nenhum período de manutenção preventiva, a não ser que o problema influencie diretamente na segurança do colaborador, qualidade e afete gravemente a disponibilidade das máquinas.

3.3.9 CRONOGRAMA DE MANUTENÇÃO

Tendo conhecimento dos segmentos das máquinas, dos componentes que as compõem, dos saldos necessários para a manutenção preventiva, do grau de prioridades de cada manutenção, dos saldos disponíveis em estoque e das datas de entregas das peças faltantes e o tempo disponibilizado, é o momento de definir junto com a gestão do setor de manutenção quais pendências serão possíveis realizar semanalmente dadas as circunstâncias.

Em todo final das semanas será analisado o tempo disponível para manutenção preventiva da semana seguinte, conforme descrito no **tópico 3.2.8**, levando em consideração o grau de prioridade, conforme descrito no **tópico 3.2.6**, e assim definir o cronograma das manutenções que serão possíveis, e o período que ocorrerá. É importante ressaltar que esse cronograma será disponibilizado previamente aos supervisores da linha de produção para que esses possam planejar suas atividades no período de parada previsto.

3.3.10 ACOMPANHAMENTO DA ATIVIDADE DE MANUTENÇÃO

As atividades práticas de todas as manutenções preventivas serão acompanhadas pela gestão, com a finalidade de realizar anotações e posteriormente desenvolver POPs, além de detectar oportunidades de melhoria e validar se o tempo de manutenção preventiva na prática realmente foi o suficiente com o tempo esperado.

3.3.11 REGISTRO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA

A premissa básica para um plano de manutenção preventivo eficaz é ter controle dos períodos de vida útil de cada componente, para isso é necessário saber quando aquele componente foi trocado ou retificado. Diante disso, após cada atividade de manutenção realizada, será registrado a data de troca ou manutenção dos componentes na planilha criada no **tópico 3.2.3**, sendo possível prever qual será a próxima data para manutenção.

3.3.12 DEFINIÇÃO DO PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO (POP) E REALIZAÇÃO DE TREINAMENTOS

Com as anotações coletadas no **tópico 3.2.10**, será definido junto com a gestão de manutenção qual a melhor estratégia e processo de manutenção para se seguir, discutir pontos que devem ser melhorados e definir soluções para estes.

Após essa definição, o próximo passo é documentar o procedimento em formato de POP, com passo a passo objetivo e ilustrações do que deve ser realizado na determinada atividade de manutenção.

Com a POP finalizada e aprovada pela gerência, será organizado treinamentos com os colaboradores para que estes tenham conhecimento do procedimento a ser seguido, gerando dessa maneira a propagação de conhecimento para os novos colaboradores, consolidação do processo correto a ser seguido, otimização do tempo da atividade, além de aumentar a garantia maior da retificação.

3.3.13 PROSSEGUIMENTO DO PROJETO DE MANUTENÇÃO

Conforme citado anteriormente, as máquinas em estudo possuem alta complexidade devido a quantidade excessiva de segmentos e componentes, a estimativa para que se tenha controle de todas as peças trocadas e suas devidas lubrificações é de aproximadamente dois anos, para isso é necessário que a metodologia atualmente criada tenha constância, sofrendo apenas melhorias para se adequar ao processo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 DEFINIÇÃO DA SEGMENTAÇÃO DAS MÁQUINAS

Conforme explicado no **tópico 1.4**, a linha de produção possui duas máquinas, chamadas de Tuber e Coladeira. Ambas são máquinas robustas compostas por diversos segmentos que realizam a transformação da matéria-prima sequencialmente até se obter o produto esperado, pois o processo inicia na máquina Tuber e é finalizado pela máquina coladeira.

Sabendo disso, por meio da análise dos manuais das máquinas foi possível identificar e dar nome de cada segmento e, assim, proporcionar referência aos colaboradores quanto à localização de um determinado problema mecânico e até mesmo facilitar a busca das peças para reposição.

Estão demonstrados no Quadro 1 quais foram os segmentos identificados na máquina Tuber, junto com uma breve descrição da função de cada um deles

Quadro 1: Segmentação da máquina Tuber e suas funções

SEGMENTAÇÃO DA MÁQUINA TUBER		
MÁQUINA	SEGMENTO	FUNÇÃO
TUBER	IMPRESSORA	ESTAMPAR A ARTE E A LOGO DO CLIENTE NA SACARIA ATRAVÉS DE CILINDROS PORTA CLICHÉS
TUBER	PERFURADOR	FURAR A SACARIA PARA ALÍVIO DE PRESSÃO
TUBER	CONJUNTO DE FACAS	REALIZAR LINHA DE DESTAQUE NO PAPEL
TUBER	LINHA DE COLA	INSERIR COLA PARA UNIR AS DUAS CAMADAS DE FOLHA
TUBER	CONJ. DESTACADOR	REALIZAR O DESTAQUE UNITÁRIO DA SACARIA
TUBER	CINTA DE ESCAMA	ALINHAR E ORGANIZAR A SACARIA EM MAÇOS
TUBER	ELEVADOR TUBER	ELEVAR OS MAÇOS ATÉ O TRANSYSTEM
TUBER	TRANSYSTEM	TRANSFERIR OS MAÇOS PARA A MÁQUINA COLADEIRA

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Estão demonstrados no Quadro 2 quais foram os segmentos identificados na máquina Coladeira, junto com uma breve descrição da função de cada um deles.

Quadro 2: Segmentação da máquina Coladeira e suas funções

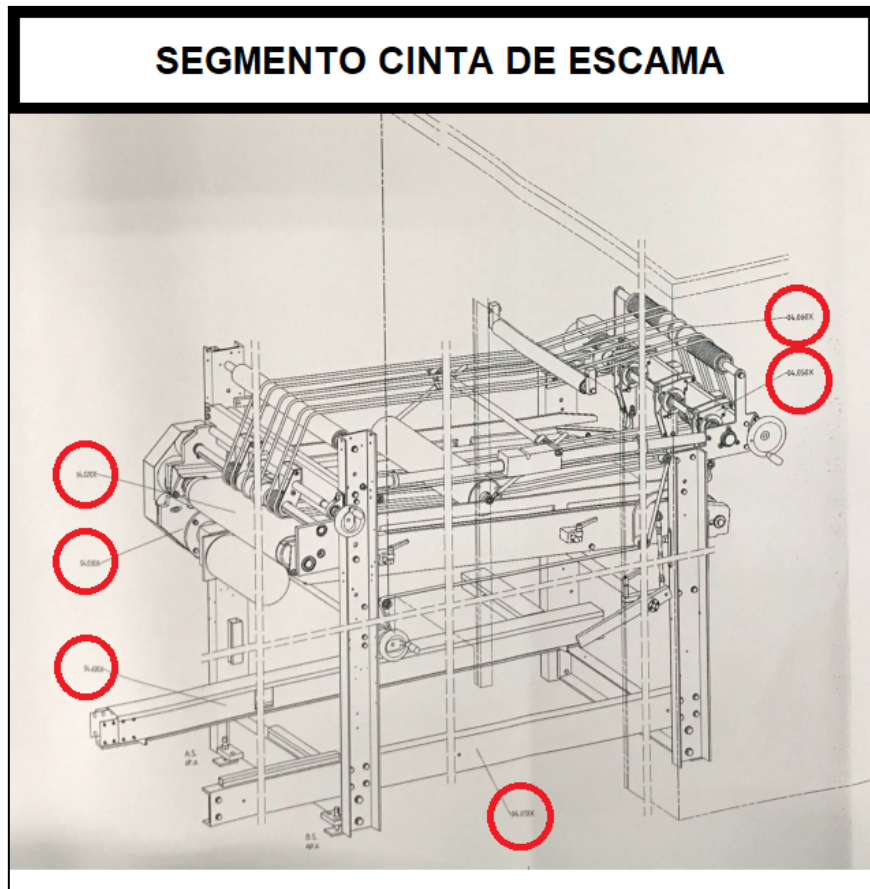
SEGMENTAÇÃO DA MÁQUINA COLADEIRA		
MÁQUINA	SEGMENTO	FUNÇÃO
COLADEIRA	MESA DE ENTRADA	RECEBER OS MAÇOS VINDOS DA MÁQUINA TUBER (ABASTECIMENTO DA MÁQUINA)
COLADEIRA	MESA ALINHADORA	ALINHAR A SACARIA PARA QUE O SEJA INSERIDO AS VÁLVULAS NA POSIÇÃO CORRETA
COLADEIRA	CONJ. ABRIDORES	REALIZAR A ABERTURA DA SACARIA PARA INSERÇÃO DA COLA
COLADEIRA	CONJ. DE VÁLVULA	CORTAR E COLAR AS VÁLVULAS
COLADEIRA	CONJ. COLADORES	APLICAR COLA PARA QUE O FECHAMENTO DA SACARIA SEJA REALIZADO
COLADEIRA	CONJ. FECHAMENTO	REALIZAR O FECHAMENTO DA SACARIA
COLADEIRA	VIRADOR DAS TAMPAS	VIRAR A EXTREMIDADE DA SACARIA CONFORME A SOLICITAÇÃO DO CLIENTE
COLADEIRA	SECADOR	SECAR A COLA APLICADA ANTERIORMENTE
COLADEIRA	VIRADOR DE MAÇOS	VIRAR OS MAÇOS NA SUPERFÍCIE DESEJADA PELO CLIENTE
COLADEIRA	ARCOMAT	EMPILHAR OS MAÇOS EM PALETES

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

4.2 LEVANTAMENTO DOS COMPONENTES

Com auxílio dos manuais técnicos da máquina foi possível elencar todos os componentes que compõem cada segmento definido no processo anterior. De acordo com a Figura 5, pode-se observar a exemplificação de como foi realizado essa etapa, o desenho técnico do segmento Cinta de Escama encontrado no manual, que possuem alguns números de identificação (circulados) Ao pesquisar por esses números no sistema do fabricante da máquina conseguiu-se encontrar todos as peças que constituem tal segmento.

Figura 5: Segmento Cinta de Escama



Fonte: Adaptado do manual técnico do fornecedor da máquina (2022).

4.3 CATALOGAÇÃO DOS COMPONENTES

Sabendo os segmentos das máquinas e os componentes que os compõem, foi realizada a catalogação de todos os itens em uma planilha, representada pela Tabela 3, acrescentando além disso, campos de preenchimento de controle, sendo eles:

- **Situação:** Mostra de forma visual o *status* em que se encontra a troca do componente, informando ao usuário frases de alerta quanto ao período de troca, por exemplo: “PRAZO - MAIS DE UM MÊS”, “PRAZO - MENOS DE UM MÊS”, “PRAZO - MENOS DE 15 DIAS”, “PRAZO - HOJE” e “MANUTENÇÃO VENCIDA”.
- **Máquina:** informa a qual máquina o componente pertence.

- **Equipamento:** informa a qual equipamento o componente pertence.
- **Descrição:** descrição do componente cadastrado no sistema da empresa, exemplo: “POLIA SINCRONIZADORA DO ACIONAMENTO DO PUXADOR DE PAPEL”.
- **Código:** informa qual o código daquele componente cadastrado no sistema da empresa, se fizermos um comparativo, seria o Cadastro de Pessoa Física (CPF) da peça. Essa informação também otimiza o tempo de procura da peça no almoxarifado.
- **Quantidade de materiais:** informa qual a quantidade necessária daquele material para a manutenção preventiva.
- **Periodicidade de troca (dias):** informa em dias a vida útil de utilização do componente.
- **Data do último serviço:** registro da data da última troca do componente.
- **Previsão de Troca:** informa previamente qual será a data prevista para a próxima manutenção ou troca do componente, através de uma fórmula que soma a o campo **Periodicidade de troca (dias)** com o campo **Data do último serviço**.
- **Histórico:** indica as datas de manutenções ou trocas do componente, o que proporciona ao usuário analisar se o tempo de vida útil está sendo respeitado ou não, e caso não esteja, pode iniciar um processo de investigação.

Tabela 3: Catálogo de Componentes e Controle de Manutenções

CATALOGO DE COMPONENTES E CONTROLE DE MANUTENÇÕES												
SITUAÇÃO	MÁQUINA	EQUIPAMENTO	DESCRIÇÃO	CODIGO	QTD MATERIAIS (PC)	PERIODICIDADE (DIAS)	DATA DO ÚLTIMO SERVIÇO	PREVISÃO PROXIMO SERVIÇO	Histórico de Manutenções			
PRAZO - MANUTENÇÃO MES	TUBER	CONJ. DESTACADOR	PARAFUSO DO BRAÇO ARTICULADO DO DESTACADOR L.A	30521	1	210	25/06/22	21/01/2023	01/05/21	03/12/21	25/06/22	
PRAZO - MANUTENÇÃO MES	TUBER	CONJ. DESTACADOR	CORREIA DA SAÍDA DO ARREMESSADOR	24512	1	210	18/04/22	14/11/2022	02/03/21	05/10/21	18/04/22	
PRAZO - MANUTENÇÃO MES	TUBER	CONJ. DESTACADOR	ROLO DE LEVA DO EXCENTRICO DO DESTACADOR	27556	1	210	22/02/22	20/09/2022	07/07/21	22/02/22		
PRAZO - MANUTENÇÃO MES	TUBER	CONJ. DESTACADOR	POLIA SINCRONIZADORA/AÇIONAMENTO GARRA	28516	1	365	20/03/22	20/03/2023	12/03/21			
MANUTENÇÃO ORÇONADA	TUBER	CONJ. DESTACADOR	PARAFUSO NOLA PRATO DESTACADOR	30563	1	180	01/08/21	28/01/2022	03/02/21	01/08/21		
PRAZO - MANUTENÇÃO MES	TUBER	CONJ. DESTACADOR	EIXO ARTICULADO DA CINTA RÁPIDA	32445	1	365	25/06/22	25/06/2023	19/05/21	25/06/22		
PRAZO - MANUTENÇÃO MES	TUBER	CONJ. DESTACADOR	EIXO DA CINTA RÁPIDA	32513	1	180	23/04/22	20/10/2022	30/08/21	23/04/22		
PRAZO - MANUTENÇÃO MES	COLADEIRA	MESA ALINHADORA	ACOPLAMENTO BOWEX 65	26415	1	180	22/05/22	18/11/2022	01/09/21	22/05/22		
PRAZO - MANUTENÇÃO MES	COLADEIRA	MESA ALINHADORA	EIXO DO ENGENHAMENTO	30220	1	240	01/03/22	27/10/2022	05/05/21	01/03/22		
PRAZO - MANUTENÇÃO DIAS	COLADEIRA	MESA ALINHADORA	CONJUNTO DE ENGENHAGENS	30189	1	30	01/08/22	31/08/2022	01/05/22	02/06/22	04/07/22	01/08/22

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

4.4 DEFINIÇÃO DA VIDA ÚTIL DOS COMPONENTES

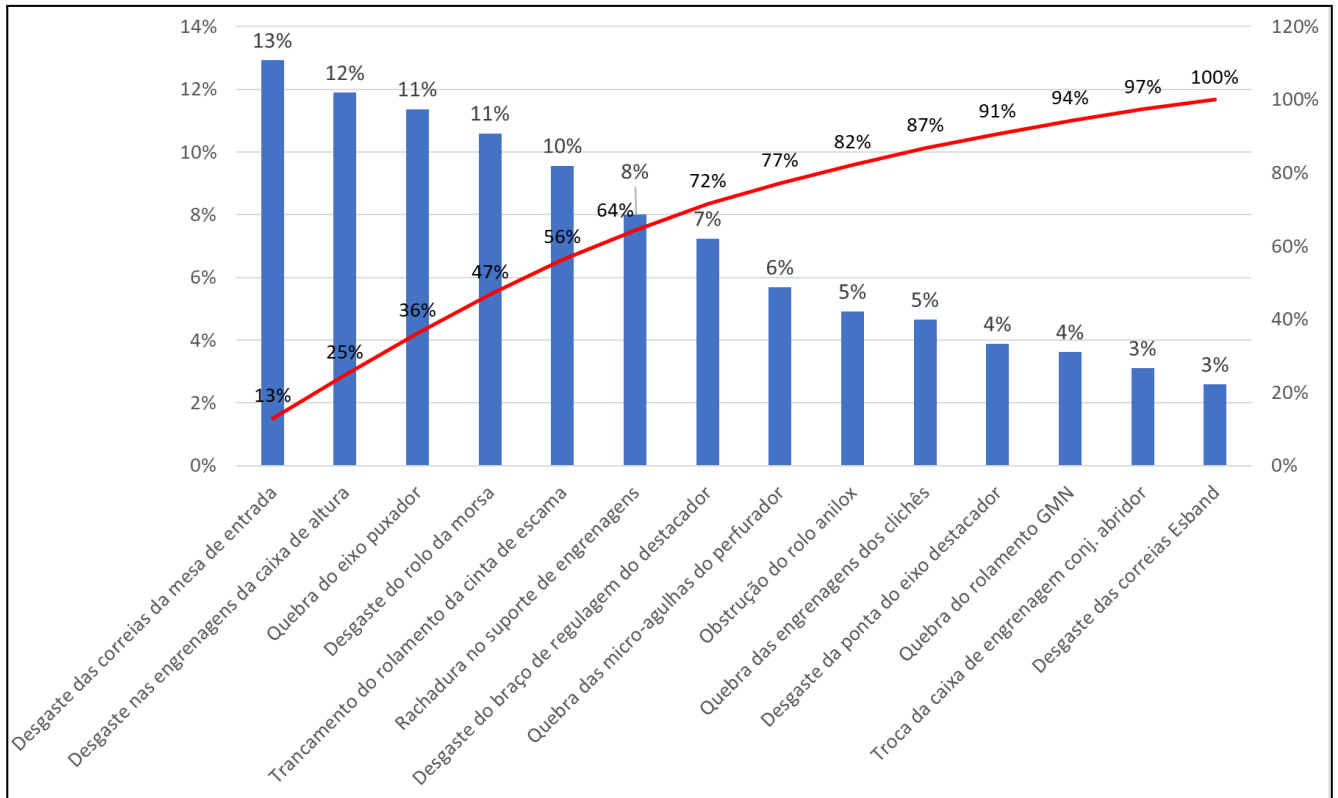
A definição de vida útil dos componentes foi baseada por manuais técnicos da máquina e de catálogos com tabelas de medidas. Além disso, foi considerada uma margem de erro levando em consideração fatores internos da empresa, como excesso de umidade, poeira e aquecimento. Para Pohl *et al.* (1998), um modelo de vida útil dos componentes pode ser definido através de dados tabelados disponibilizados pelo fornecedor, pois é uma referência confiável para a gestão da empresa se basear, uma vez que os fabricantes realizam testes e análises de degradação da peça. Complementando esta linha de pensamento, Oliveira (2011) orienta que não basta se basear apenas no que o fornecedor estabelece, mas também devem existir adaptações dos períodos de troca dos componentes através do acompanhamento de relatórios e grau de desempenho da máquina.

Após a definição do tempo de vida útil de cada componente, foi preenchido o período de intervalo entre manutenções no campo **Periodicidade de troca (dias)**, citado no **tópico 4.3**, com a unidade de medida e em dias.

4.5 ANÁLISE DAS PRINCIPAIS FALHAS

Esta etapa consistiu em analisar o histórico dos motivos de paradas de máquina por manutenção durante o período de seis meses (01/07/2021 até 01/01/2022) com a finalidade de definir quais desses motivos foram os de maior volume em conjunto com os componentes que tiveram mais rotatividade neste intervalo de tempo utilizando a metodologia do Diagrama de Pareto. Sendo assim, foi possível desenvolver o indicador que mostra os 14 principais problemas mecânicos com maior impacto na disponibilidade das máquinas e custo, ilustrado pela Figura 5 onde é possível notar também o percentual acumulado dos problemas indicados pela linha vermelha.

Figura 5: Indicador dos 14 maiores problemas mecânicos



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

4.6 DEFINIÇÃO DO GRAU DE PRIORIDADE PARA MANUTENÇÃO

Sabendo as manutenções com maior relevância foi criado a Matriz GUT conforme Figura 6 com os motivos de parada levantados no **tópico 4.5** para entender o grau de prioridade da manutenção caso seja necessário. Vale ressaltar que a pontuação foi estimada levando em consideração os seguintes critérios: impacto na disponibilidade da máquina; risco à segurança do colaborador; interferência na qualidade do produto e o custo da manutenção.

Figura 6: Matriz GUT dos motivos de parada mecânica.

LEGENDA					
NOTA	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA		
1	Sem gravidade	Pode esperar	Não mudar nada		
2	Pouco grave	Pouco urgente	Pior em longo prazo		
3	Grave	O mais rápido possível	Piorar em médio prazo		
4	Muito grave	É urgente	Piorar em curto prazo		
5	Extremamente grave	Preciso ser resolvido já	Piorar rapidamente		

PROBLEMA	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA	GRAU CRÍTICO	SEQUÊNCIA DAS ATIVIDADES
Desgaste das correias Estand	5	5	5	125	1
Desgaste das correias da mesa de entrada	5	5	4	100	2
Quebra das engrenagens dos clichês	4	4	5	80	3
Quebra do rolamento GMN	3	5	5	75	4
Quebra das micro-agulhas do perfurador	4	4	4	64	5
Quebra do eixo puxador	5	4	3	60	6
Desgaste nas engrenagens da caixa de altura	5	2	5	50	7
Obstrução do rolo anilox	3	4	4	48	8
Trancamento do rolamento da cinta de escama	3	5	3	45	9
Troca da caixa de engrenagem conj. abridor	3	5	3	45	10
Desgaste do braço de regulagem do destacador	3	4	2	24	11
Desgaste da ponta do eixo destacador	2	4	2	16	12
Desgaste do rolo da morsa	3	2	2	12	13
Rachadura no suporte de engrenagens	2	2	1	4	14

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

De acordo com Bezerra *et al.* (2014) esta ferramenta busca responder às adversidades de forma racional para a segmentação e priorização de problemas, a fim de entender qual o melhor caminho para solucioná-los. As ações devem ser priorizadas no âmbito organizacional de acordo com a Gravidade, Urgência e Tendência (GUT) do ocorrido na empresa. Oliveira (2011) complementa que se conceitua como uma investigação de caráter empírico o qual estuda um fato ou um acontecimento dentro do ambiente e da realidade em que está instalado.

4.7 VERIFICAÇÃO DOS SALDOS EM ESTOQUE

Com a análise do histórico de rotatividade dos componentes, foi possível determinar a quantidade mínima necessária em estoque dos componentes para atender as manutenções preventivas, além disso, estabelecer prazos de entrega dos fornecedores. Pozo (2010) enfatiza que o objetivo do estoque mínimo ou de segurança é não interferir de forma negativa no processo produtivo e, acima de tudo, não ocasionar

transtornos aos clientes por insuficiência de material e, conseqüentemente, retardar a entrega do produto ao mercado. Francischini e Gurgel (2002) mencionam outro ponto de vista em relação ao estoque mínimo, como sendo o estoque disponibilizado pela empresa para preencher falhas no processo de compra até a disponibilização do produto em estoque. A seguir será exemplificado o cálculo do estoque mínimo de um dos 1127 componentes listados no tópico 4.3:

Exemplo:

Componente: ROLAMENTO DE ROLOS CILINDRICOS NU 2212 ECP - SKF/NSK

Consumo médio mensal (C) = 12 unidades

Tempo de Reposição (TR) = 2 dias.

*Estoque mínimo = C + TR = 12 x 2 = **24 unidades***

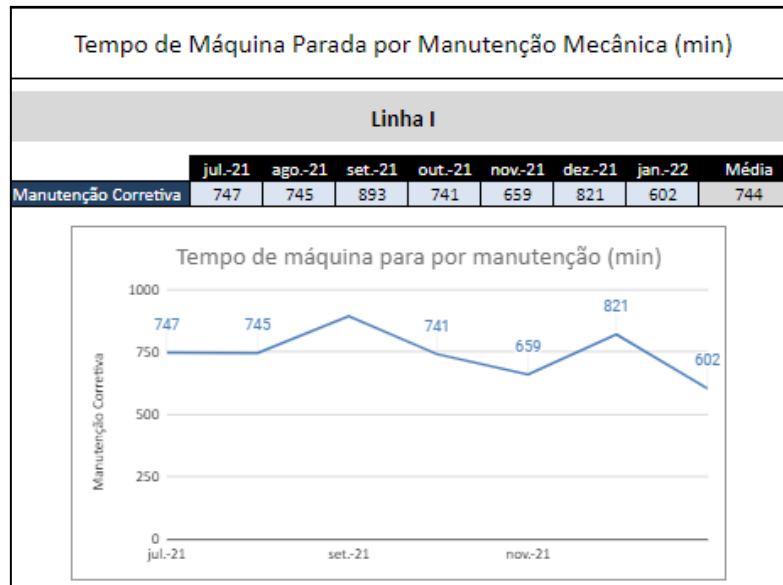
4.8 DEFINIÇÃO DO TEMPO DISPONÍVEL PARA MANUTENÇÃO

Para definir o tempo disponível para manutenção preventiva, foi necessário analisar o histórico de paradas dos últimos 6 meses (01/07/2021 até 01/01/2022) por manutenção corretiva, com esse histórico foi possível ter como referência quanto tempo será disponibilizado para o planejamento da manutenção preventiva, de forma que não impacte negativamente na meta de produção e que seja um tempo apto para realizar as devidas manutenções, vale ressaltar que esse tempo disponível pode diminuir com o passar do tempo.

De acordo com Godoy (2006), a análise de informações entre dois ou mais períodos, após investigações que justifiquem picos, declínios e mudanças diversas, permite o aprendizado com erros cometidos e correções mais precisas. Complementando essa linha de raciocínio, Miguel (2009) comenta que a análise do histórico de dados pode indicar tendências e serve de referência para a gestão para estipular e definir a trajetória mais adequada para um projeto piloto.

Com essa análise foi constatado que o tempo médio de manutenções corretivas era de aproximadamente 744 min/mês, conforme o Figura 7, sendo assim, a gerência da empresa determinou que o tempo disponível para a realização das manutenções corretivas deveria totalizar no máximo 80,7% deste valor, ou seja, 600 min/mês.

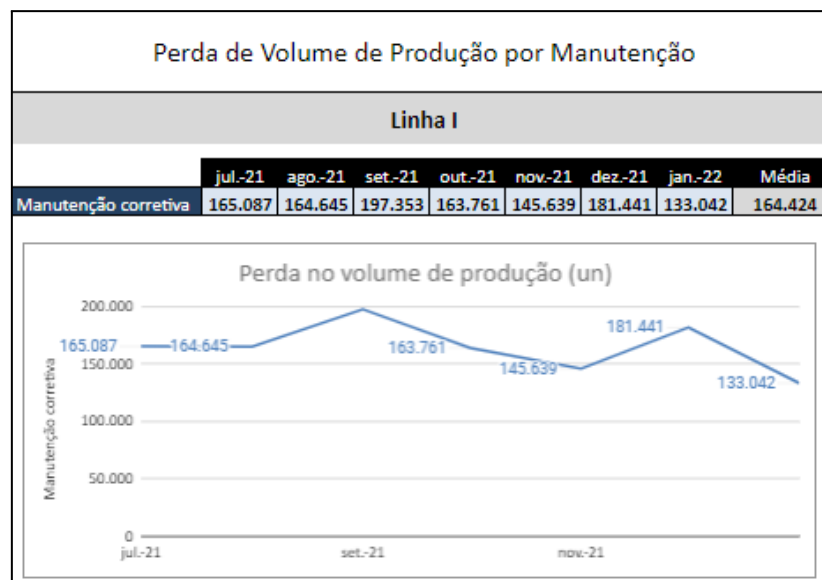
Figura 7: Gráfico do histórico do tempo de manutenções corretivas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A **Figura 8** faz uma relação com a **Figura 7** para indicar quanto o tempo de parada impactou na produtividade levando em consideração a produção de 221 sacos/minuto.

Figura 8: Perda de produtividade por manutenção corretiva.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

4.9 CRIAÇÃO DO CRONOGRAMA DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Tendo conhecimento do tempo destinado para a manutenção preventiva foi possível organizar um cronograma mensal de manutenção para que os mecânicos consigam se organizar previamente em relação às atividades programadas, desde a separação dos componentes que serão trocados e ferramentas necessárias, até a verificação da necessidade ou não de acionar equipes terceirizadas, o que minimiza majoritariamente a chance de imprevistos que podem interferir na eficiência do processo de manutenção e principalmente diminuir a disponibilidade produtiva da máquina. Os autores Carvalho, Rabechini e Junior (2011) relatam, conforme PMBOK relata sobre a importância da elaboração de cronogramas na gestão de projetos ou até mesmo atividades cotidianas, que basicamente servem para organizar e estipular prazos das tarefas, gerando assim, referência para o gestor ou supervisor ao avaliar se o progresso da operação está atrasado, no prazo ou adiantado. Reitera Valeriano (2005), que todo planejamento bem executado deve ter como premissa básica o fator tempo, ou seja, quando o projeto inicia e quando o projeto termina.

Está exemplificado na **Figura 9** um modelo de cronograma para uma manutenção preventiva programada, nela é possível perceber as atividades que devem ser feitas e o período de início e término indicado pelas barras coloridas.

4.10 ACOMPANHAMENTO DA ATIVIDADE DE MANUTENÇÃO

As atividades de manutenção foram acompanhadas com o objetivo de identificar as principais oportunidades de melhorias, observando toda a movimentação dos colaboradores, a parte técnica e até mesmo validar se o período pré-estabelecido é suficiente para execução de tal atividade, podendo ou não ser ajustado. Além de tudo, com a análise das anotações foi possível identificar os principais treinamentos técnicos que deveriam ser aplicados aos mecânicos para melhorar os resultados das atividades e também otimizar os períodos das manutenções. Slack *et al* (2009) comenta que a presença no chão de fábrica aumenta a análise crítica do gestor, entendimento das atividades e acima de tudo facilita a identificação da causa raiz ao investigar incógnitas dos processos. Watanabe (2011) integraliza que ao aplicar um sistema ou projeto de melhoria contínua, a organização não deve visar apenas para a gestão do conhecimento ou organização tática trabalho (chão de fábrica), mas deve interligar os dois, considerando que cada uma das áreas influenciam diretamente nos resultados da outra.

4.11 REGISTRO DA ATIVIDADE DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Conforme citado no **tópico 2.3.2** a Manutenção Preventiva tem como premissa o embasamento no histórico de dados, os quais serão fundamentais para análise do ciclo de vida do componente e projeção da manutenção futura. Sendo assim, após a conclusão das atividades de manutenções nas máquinas foi registrado no Catálogo de Componentes e Controle de Manutenções as respectivas datas das trocas dos componentes. Tavares (1999) afirma que não há possibilidades da manutenção preventiva ser eficiente sem histórico e registro das últimas atividades, porque a vida útil vai ser calculada conforme a data referência, ou seja, a data em que o elemento foi substituído. Nessa mesma linha de raciocínio, Souza (2004) enfatiza, que o gestor da manutenção deve se basear no histórico passado para saber os próximos passos do futuro, mesmo que seja para indicar quais caminhos não devem seguir.

A figura 10 ilustra os campos que foram preenchidos nessa etapa “DATA DO ÚLTIMO SERVIÇO” e “HISTÓRICO DE MANUTENÇÕES”.

Figura 10: Ilustração dos campos preenchidos para criação do histórico de dados

MENU PRINCIPAL					
DATA DO ÚLTIMO SERVIÇO	PREVISÃO PROXIMO SERVIÇO	Histórico de Manutenções			
25/06/22	21/01/2023	01/05/21	03/12/21	25/06/22	
18/04/22	14/11/2022	02/03/21	05/10/21	18/04/22	
22/02/22	20/09/2022	07/07/21	22/02/22		
20/03/22	20/03/2023	12/03/21			
01/08/21	28/01/2022	03/02/21	01/08/21		
25/06/22	25/06/2023	19/05/21	25/06/22		
23/04/22	20/10/2022	30/08/21	23/04/22		
22/05/22	18/11/2022	01/09/21	22/05/22		
01/03/22	27/10/2022	05/05/21	01/03/22		
01/08/22	31/08/2022	01/05/22	02/06/22	04/07/22	01/08/22

PREENCHIMENTO OBRIGATÓRIO

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

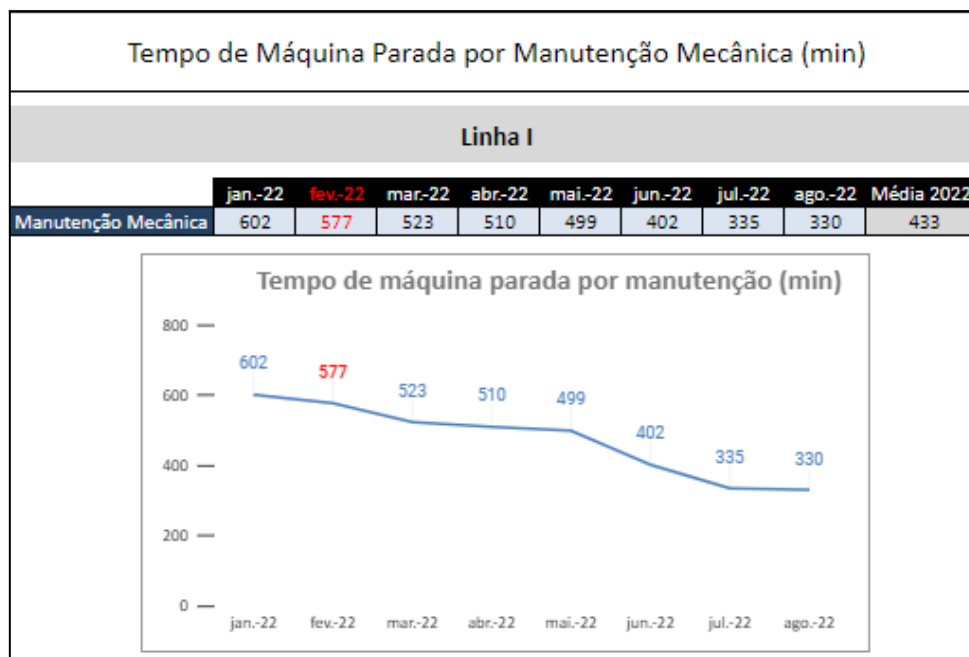
4.12 DEFINIÇÃO DO PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO (POP) E REALIZAÇÃO DE TREINAMENTOS

Com as anotações realizadas no **tópico 4.10**, foram identificadas algumas falhas no processo de manutenção, desde a organização na execução das atividades até mesmo na própria técnica de manutenção dos colaboradores, o que de fato estava influenciando negativamente no tempo da manutenção e eficiência das atividades. Sendo assim, foram criados alguns POPs relacionados a questões técnicas de manutenção e ordenação nas atividades de manutenção, gerando dessa maneira um caminho padrão a

ser seguido pelo colaborador na execução das atividades. Gourevitch (2008) comenta que a criação dos chamados POPs é uma metodologia muito indicada para as empresas na definição da melhor forma para se prosseguir com uma determinada atividade de acordo com a realidade em que está instalada, ajuda a gestão a controlar e visualizar quais são os gargalos do seu processo e acima de tudo, evita maus hábitos oriundos da experiência do colaborador em outras empresas. Colenghi (2007) complementa, indicando que os benefícios de se ter processos bem definidos e se forem alinhados a treinamentos periódicos, é natural que resultados positivos como eliminação de desperdícios e otimização do período da atividade comecem a surgir.

A Figura 11 mostra os resultados obtidos em relação aos períodos de manutenção após a aplicação da manutenção preventiva e o projeto de treinamentos aos mecânicos a partir do mês de Fevereiro de 2022 (em destaque vermelho).

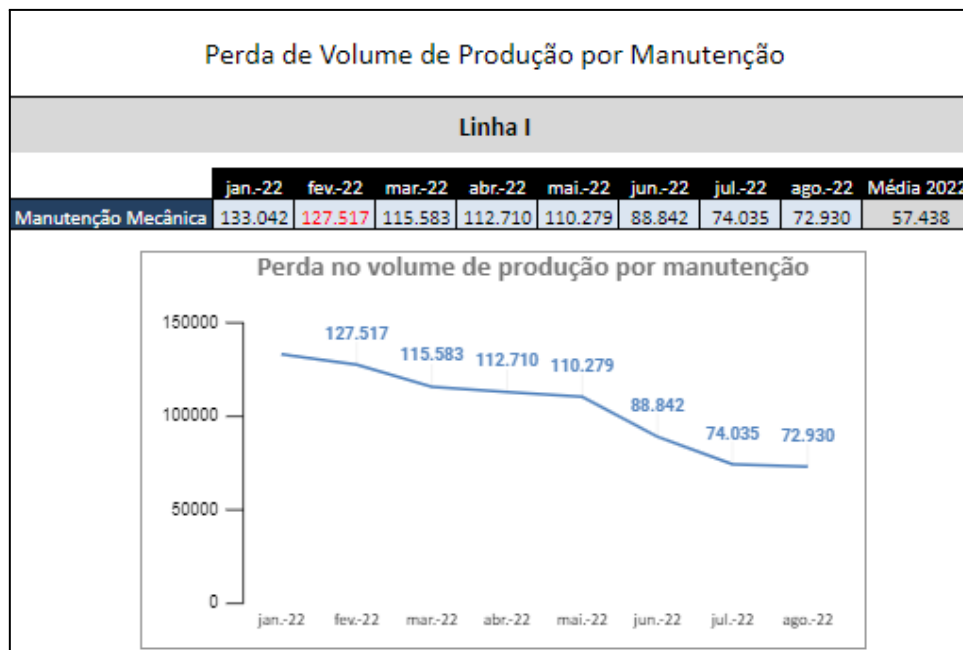
Figura 11: Tempo de manutenção após aplicação da manutenção preventiva e treinamentos POP's



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A Figura 12 faz uma relação com a Figura 11 para indicar quanto o tempo de parada impactou na produtividade levando em consideração a produção de 221 sacos/minuto.

Figura 12: Perda de produtividade por manutenção preventiva.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Ao comparar os resultados médios da Figura 8 (manutenções corretivas) e Figura 12 (manutenção preventiva e treinamentos vigentes), existe uma diferença de volume produtivo de 38.476 unidades produzidas a mais em comparação ao semestre anterior. Ao multiplicar esse volume ao preço médio unitário da sacaria de R \$1,26, chegaremos a um aumento médio de faturamento de aproximadamente R \$106.986,00. Essa receita foi destinada para abertura de mais 10 vagas de emprego na linha de produção.

4.13 CONTINUIDADE DO PROJETO

As máquinas que foram estudadas neste trabalho possuem mais de 5 mil componentes listados e atualmente 75% possui histórico de manutenção. Sendo assim os próximos passos são garantir que o projeto ganhe cada vez mais robustez e continue até que a manutenção de todos os componentes sejam realizadas e registradas pela primeira vez, obtendo assim, controle total das periodicidades de vida útil dos componentes.

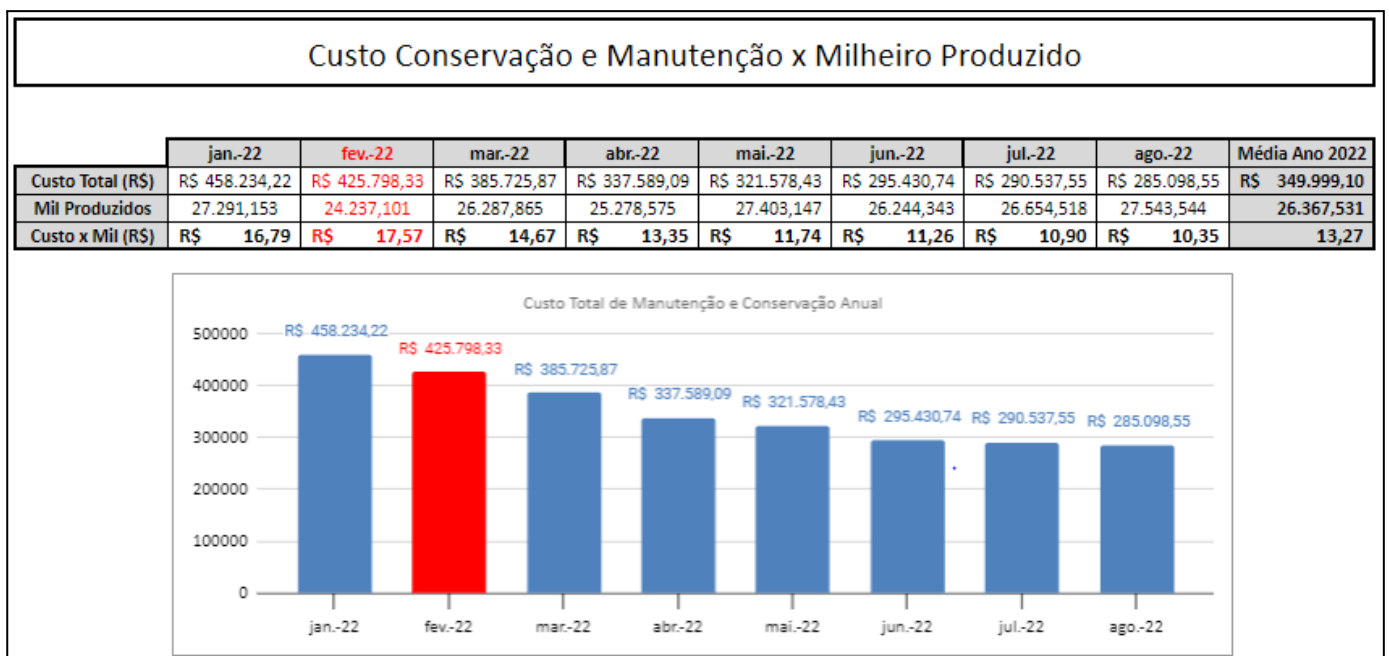
Nogueira (2006, p. 13) retrata como consequência descontinuidade de projeto como:

Como consequência, tem-se o desperdício de recursos, a perda de memória e saber organizacional, o desânimo das equipes envolvidas e um aumento da tensão e da animosidade entre técnicos estáveis e gestores que vêm e vão.

O Guia PMBOK (2004) define que ao investir forças e recursos em um projeto o gestor deve planejar como será seu prosseguimento ao ser instalado, e além disso, quais serão as próximas etapas para que este continue cada vez mais sólido, para que os ganhos sejam cada vez melhores, garantindo que ele não se desvie do seu propósito principal.

De modo geral, além dos ganhos em faturamento ocasionados pelo aumento de disponibilidade produtiva, a implementação de manutenção preventiva no setor gerou também a diminuição de custos de manutenção em aproximadamente R\$ 200.135,00 em comparação a Janeiro de 2022 (último mês com manutenção corretiva) e Agosto de 2022 (com manutenção preventiva em vigor desde Fevereiro de 2022). A evolução de redução de custos citada é representada pela Figura 13.

Figura 13: Histórico de redução de custos com manutenção em 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

5 CONCLUSÃO

Pelo apresentado, pode-se concluir que a elaboração do trabalho teve como objetivo de estruturar um planejamento e controle da manutenção preventiva que mais adequado à realidade da organização estudada, bem como dar realizar o processo de implantação através da metodologia desenvolvida, tendo como resultado os objetivos alcançados.

A criação do Catálogo de Componentes e Controle de Manutenções organizou o sistema de manutenção e possibilitou montar um histórico de cada equipamento, além de prever de forma concreta o ciclo de vida útil de cada componente, o que de fato facilitou o planejamento de custos com manutenção

O desenvolvimento de um sistema de histórico de dados permitiu melhor organização e estruturação das datas de manutenções preventivas, análise do ciclo de vida dos componentes e controle dos estoques mínimos. Através de análises das informações contidas no histórico, foi possível identificar o equipamento mais crítico do setor, essa identificação está alinhada com o conhecimento tácito da empresa, mostrando que o método adotado é eficiente.

Foi comprovado em números que a implantação do planejamento para manutenção preventiva diminuiu consideravelmente os períodos de parada por manutenção, o que conseqüentemente aumentou a disponibilidade produtiva das máquinas, aumentando dessa maneira o faturamento médio da empresa, o que conseqüentemente aumentou a competitividade da empresa no mercado, podendo oferecer aos clientes preços mais baixos da sacaria e também melhorar os prazos de entrega dos produtos.

O aumento de faturamento gerou mais oportunidades de empregos aos cidadãos da região uma vez que a receita foi destinada para abertura de mais 10 vagas na linha produtiva, além disso garantiu efetividade e organização nas atividades com a criação dos POPs, aumento de controle das manutenções, diminuição média no custo das manutenções e estimulou e motivou o senso de responsabilidade dos colaboradores quanto a importância da manutenção das máquinas.

No tocante à gestão de manutenção, acredita-se que o projeto aqui desenvolvido é aplicável nas outras linhas da empresa por apresentar resultados positivos na linha de teste.

Como indicação para trabalhos futuros, para que haja a aplicação em uma determinada organização, recomenda-se modificações para se adequar ao contexto e situação em que a empresa esteja inserida

REFERÊNCIAS

ABRAMAN. Página eletrônica: <https://www.abraman.org.br/>. Acesso em 12 abr. 2022.

ALMEIDA, **Márcio Tadeu de. Manutenção Preditiva: Confiabilidade e Qualidade.** Disponível em: <http://www.mtaev.com.br/download/mnt1.pdf> . Acesso em 02 mai. 2022.

AUGUST, Jim. **Applied Reliability-Centered Maintenance.** Tulsa, Oklahoma: Penn Well, 1999.

BEZERRA, Taynara Tenorio Cavalcante. CARVALHO, Marcus Vinicius Paim Souza. CARVALHO Isadora Menezes. PERES, Wagner Oliveira Marques. BARROS, Karina Onety de. **Aplicação das ferramentas da qualidade para diagnóstico de melhorias numa empresa de comércio de materiais elétricos.** Enegep,2012.

BROWN, S. et al. **Administração da produção e operações: um enfoque estratégico na manufatura e nos serviços.** 2. Ed. São Paulo: Campus/Elsevier, 2006.

COLENGHI, V. M.. **O&M e qualidade total: uma integração perfeita.** 3ed. Uberaba: Ed.V.M., 2007.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: Manufatura e serviços, uma abordagem estratégica.** 3 ed. São Paula: Atlas, 2012

COSTA, M. A.. **Gestão Estratégica da Manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional.** 2013. 103f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.

FRANCISCHINI, Paulino; GURGEL, **Floriano do Amaral. Administração de materiais e do patrimônio.** São Paulo: Pioneira Thomson, 2002. 310 p.

FREITAS, Marco Antônio Scarela de. **Implementação da Filosofia TPM (Total Productive Maintenance): um estudo de caso.** 2002. Disponível em: <http://www.epr.unifei.edu.br/TD/producao2002/PDF/Marco.PDF> . Acesso em: 14 abr. 2012.

GODOY, A. S. Estudo de caso qualitativo. In: GODOI, C. K.; BANDEIRA-DE-MELLO, R.; SILVA; A. B. (Orgs.). **Pesquisa qualitativa em estudos organizacionais: paradigmas, estratégias e métodos.** São Paulo: Saraiva, 2006.

GOUREVITCH, Philip. MORRIS, Errol. **Procedimento operacional padrão: uma história de guerra.** São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

HARVEY, David. **O Enigma do Capital e as crises do capitalismo.** Tradução João Alexandre Peschanski. Boitempo, 2011

KARDEC, Alan; NASCIF Júlio. **Manutenção: função estratégica**. 3.ed. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2009. 365 p.

KOCH, Richard. **O Poder 80/20: Os segredos para conseguir mais com menos nos negócios e na vida**. São Paulo: Gutenberg, 2015.

LAFRAIA, J. R. B. **Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade Centrada na Confiabilidade e Disponibilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

LUCATELLI, M. V **Proposta de Aplicação da Manutenção Centrada na Confiabilidade em Equipamentos Médico-Hospitalares**. 2002. 272 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

MACHADO, Leila Camara. **Gerenciamento diário e controle analítico do processo de pintura "Coil Coating"**. 2006. 43f. Relatório de Estágio Curricular (Graduação em Engenharia Química). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

MAIA Jr., O. B. **Procedimentos de Manutenção Baseados na Técnica de Confiabilidade-RCM: Um caso prático em equipamentos de subestações**. 2013. 119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Departamento de Engenharia Elétrica. Universidade de Brasília, Brasília, 2003.

MIRANDA, R. L. **Qualidade Total**. São Paulo: Makron Books, 1994.

MIGUEL, L. A. P. **A semiótica do compartilhamento do conhecimento tácito em uma organização cooperativa: uma perspectiva integradora**. 2010. Tese (Doutorado em Administração de Empresas) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2010.

MONCHY, François. **A Função Manutenção: Formação para a gerência da Manutenção Industrial**. 1.ed. São Paulo: Ed. Durban, 1987. 246 p.

NOGUEIRA, F. A. **Continuidade e Descontinuidade Administrativa em Governos Locais: Fatores que sustentam a ação pública ao longo dos anos**. 2006. 139 f.. Dissertação de Mestrado, apresentada à Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2006

OLIVEIRA, José Carlos Souza. Análise de indicadores de qualidade e produtividade da manutenção nas indústrias brasileiras. **Revista GEPROS (Gestão da Produção, Operações e Sistemas)**. v. 8, n.3, "p. 53-69" 2013.

PEREIRA, Pedro Miguel de Sá. **Planos de Manutenção Preventiva: Manutenção de Equipamentos Variáveis na BA Vidro, SA**. 2009. 89f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2009.

OLIVEIRA, Maxwell Ferreira de. **Metodologia Científica: um manual para a realização de pesquisas em administração**. - Catalão-GO: UFG, 2011.

PMI, Project Management Institute. **Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)**. 3. ed. Pennsylvania (EUA): Project Management Institute Inc, 2004.

POHL, L.; RIBEIRO, J. L. D.; CALCAGNOTTO, J.; SILVA, M. H. M. **Modelos de degradação aplicados à melhoria da confiabilidade de produtos**. In: XVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Niterói. ABEPRO, 1998. p.1-8.

POZO, H. **Administração de recursos materiais e patrimoniais: uma abordagem logística**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **A guide do the project management body of knowledge (PMBOK)**. 4. ed. Philadelphia : Project Management Institute, 2008.

SELLITTO, Miguel Afonso. Análise estratégica da manutenção de uma linha de fabricação metal-mecânica baseada em cálculos de confiabilidade de equipamentos. **Revista GEPROS (Gestão da Produção, Operações e Sistemas)**. Ano 2, vol.3, 2007. Disponível em: <http://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/157/142>. Acesso em 30 abr. 2022.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SOUZA, Fábio Januário de. **Melhoria do pilar “Manutenção Planejada” da TPM através da utilização do RCM para nortear as estratégias de Manutenção**. 2004. 115f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

TAVARES, L. **Avaliando a gestão da manutenção. Excelência na Manutenção – Estratégias, Otimização e Gerenciamento**. Salvador: Casa da Qualidade Editora Ltda, 1999

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e Relatórios de Pesquisa Científica em Administração**. 2. ed. São Paulo: Ed. Atlas, 1998. 90 p.

VALERIANO, Dalton. **Moderno Gerenciamento de Projetos / Dalton/ Valeriano**. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

VIANA. P. **Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2006.

WATANABE, R. M. Getting ready for kaizen: organizational and knowledge management enablers. **Revista: the journal of information and knowledge management systems**, Tokyo, v. 41, n. 4, p. 428-448, 2011.

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. 302 p.

