

IMPLANTAÇÃO DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO EM UMA EMPRESA DO SEGMENTO DE MINERAÇÃO

Nícolas Nogueira Caliman ⁽¹⁾ (ncaliman@outlook.com.br), Lucas Costa Brito ⁽²⁾
(lucas.brito@dynamic.services.com.br), Hermes Dias Godinho ⁽¹⁾
(hermes@iesae.com.br), Jorge Nei Brito ⁽³⁾ (brito@ufs.br)

⁽¹⁾ Instituto de Ensino Superior Albert Einstein (IESAE); Engenharia de Manutenção e Gestão de Operações Industriais

⁽²⁾ Dynamic Services Consultoria Ltda. (DYNAMIC); Prestadora de serviços no setor de Manutenção Industrial

⁽³⁾ Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ); Grupo de Estudos e Pesquisas Laboratório de Sistemas Dinâmicos (Gep_LASID)

RESUMO: A manutenção vem desempenhando um papel de destaque no setor industrial sendo responsável pela disponibilidade da produção. Neste trabalho apresenta-se a implantação do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) em uma empresa do segmento de mineração. O setor de PCM é responsável por gerir a estratégia de manutenção dos equipamentos de beneficiamento. Os resultados mostram a eficácia do trabalho realizado como o aumento da disponibilidade física dos ativos de 65% para 80%; diminuição dos custos unitários de manutenção; assertividade nas decisões de parada de manutenção; satisfação da equipe de manutenção; aumento efetivo da produção total em 35%; aumento do faturamento mensal/anual em 36% e maior eficiência no fechamento das Ordens de Serviços (O.S's).

PALAVRAS-CHAVE: PCM, Manutenção Industrial, Tagueamento.

IMPLEMENTATION OF PLANNING AND CONTROL OF MAINTENANCE IN A COMPANY OF THE MINING SEGMENT

ABSTRACT: Maintenance has been playing a prominent role in the industrial sector, being responsible for the availability of production. This paper presents the implementation of Maintenance Planning and Control (PCM) in a mining company. The PCM sector is responsible for managing the maintenance strategy for processing equipment. The results show the effectiveness of the work carried out with an increase in the physical availability of assets from 65% to 80%; decrease in unit maintenance costs; assertiveness in maintenance shutdown decisions; maintenance team satisfaction; effective increase in total production by 35%; increase in monthly/annual billing by 36% and greater efficiency in closing Service Orders (O.S's).

KEYWORDS: PCM, Industrial Maintenance, Tagging.

1. INTRODUÇÃO

A evolução da manutenção dos equipamentos se dá ao longo de toda história humana. Com o passar do tempo, a disponibilidade dos equipamentos se tornou um fator crítico para a produtividade e competitividade das organizações, exigindo o treinamento dos funcionários como operadores e mantenedores.

Segundo Rosa *et al.* (2018) a manutenção é fundamental para uma empresa porque é ela que irá manter a capacidade produtiva funcionando da melhor maneira requerida, quando não há busca da gestão da manutenção dentro de uma companhia, essa tem grandes chances de ser composta por intervenções corretivas em equipamentos, em que na maioria das situações é extremamente danoso para os custos envolvidos.

Souza *et al.* (2018) afirma que a manutenção não atua apenas em máquinas e equipamentos que estão em operações; atua também na concepção de um projeto, uma vez que as disposições de peças devem obedecer a critérios para facilitar futuras operações de manutenção.

Com o rápido progresso nos meios de produção, e a crescente fase do Capitalismo Industrial, a competitividade entre os mercados se tornava cada vez mais alta, neste sentido, era necessário que as economias da época se munissem de tecnologias de ponta e implantassem novos programas organizacionais, como forma de se sobressaírem. A criação do PCM (Planejamento e Controle da Manutenção) foi um dos programas adotados, essencial para se produzir com qualidade, em maior quantidade, com o Lead Time cada vez menor e preços mais competitivos.

O PCM administra os dados das manutenções e otimiza os recursos humanos e materiais, aumentando a confiabilidade e a disponibilidade dos ativos (DUTRA, 2019).

Em Soares (2019), também é possível retirar que o PCM é de extrema relevância para o gerenciamento da gestão da manutenção, em máquinas e dispositivos relacionados à linha produtiva, o PCM contribui alinhando os setores proporcionando à indústria o alcance de seus objetivos.

Segundo Sanitá e Campos (2023), investir em planejamento de manutenção é uma estratégia importante para trazer melhorias e muitas vezes garantir a qualidade dos produtos, o que é imprescindível em um mercado altamente competitivo, que busca a todo custo atender as necessidades de seus clientes que se portam cada vez mais exigentes. Dentro deste contexto o Planejamento e Controle de Manutenção (PCM) tem um importante papel dentro das organizações. O estudo dos autores evidenciam a importância do PCM e a gestão de manutenção, e como empresas que investiram nesse processo obtiveram melhoria das falhas e contribuição de crescimento da empresa. Os resultados apresentaram alguns dos benefícios do PCM e como a sua implantação pode trazer aspectos positivos para as empresas.

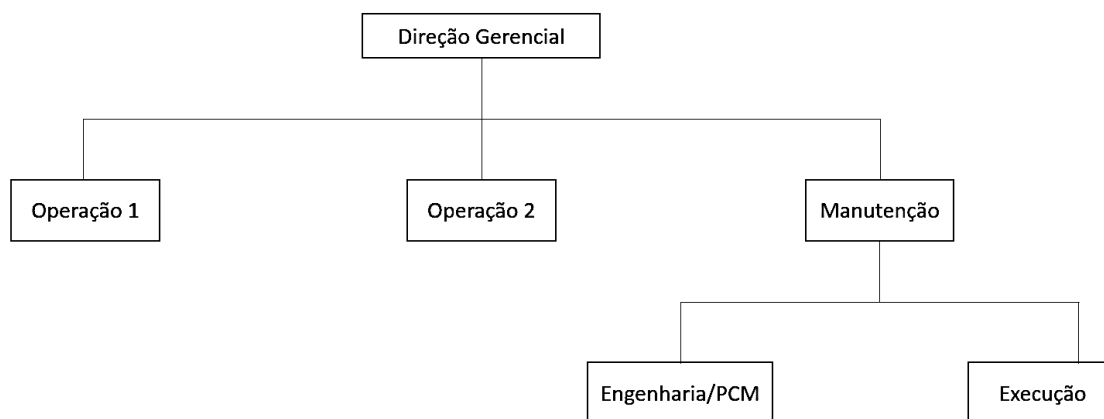
Após adequar-se ao ritmo da 3ª Revolução Industrial, caracterizada pela presença dos semicondutores Germânio e Silício que possibilitaram a criação do circuito integrado, a manutenção hoje continua a aprimorar-se a cada dia mais, vivenciando técnicas de manutenção preditivas

advindas da 4ª Revolução Industrial, mais popularmente conhecida como Indústria 4.0.

Segundo Viana (2021), estudos estimam variados impactos da indústria 4.0 nos resultados, como a McKinsey (2015), ao indicar, que até 2025, os processos relacionados à 4ª Revolução Industrial poderão reduzir custos de manutenção de equipamentos entre 10% e 40%, reduzir o consumo de energia entre 10% e 20% e aumentar a eficiência do trabalho entre 10% e 25%.

Este trabalho traz uma contribuição no que se refere às metodologias aplicadas e experiências vividas sobre a implantação do Planejamento e Controle da Manutenção em uma empresa do setor de mineração. Nesta empresa a manutenção é centralizada, ou seja, é composta por um único órgão responsável pela manutenção, com o mesmo nível dos órgãos operativos e que atende a todos os itens do processo conforme mostrado na Figura 1.

FIGURA 1. PCM no Organograma de uma Organização com Manutenção Centralizada.



Fonte: Autor (2023).

O objetivo deste trabalho é apresentar o processo de implantação do Planejamento e Controle da Manutenção em uma empresa do segmento de mineração, de modo a contribuir positivamente no que tange a conhecimento sobre boas práticas, atividades e estratégias aplicadas.

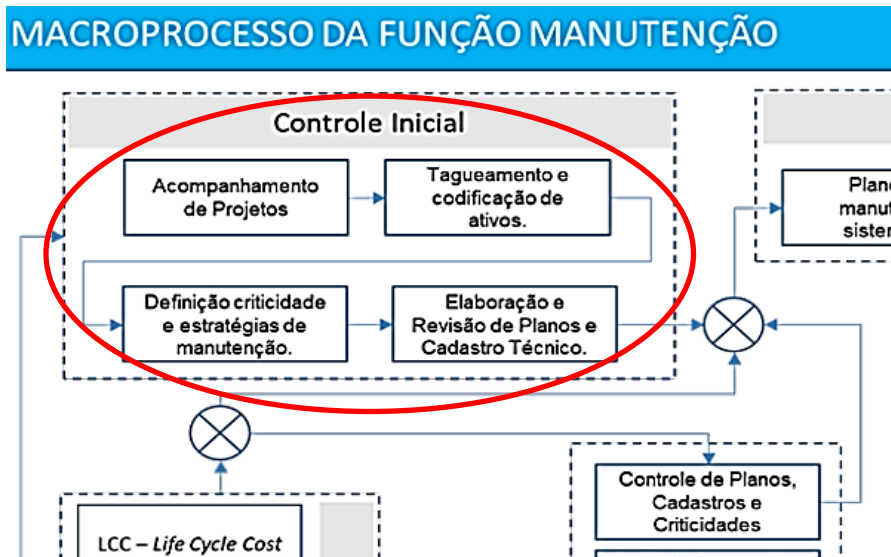
As estratégias de manutenção empregadas neste trabalho foram definidas com base na atual sistemática do departamento de manutenção. Visto que existem diversas possibilidades quanto a quais metodologias adotar para escolha das estratégias de manutenção a se utilizar, foi proposto refinar o controle preventivo, procedimentos de manutenção corretiva, lubrificação, planos de inspeção e implementar o conceito de melhoria.

Viana (2020), propôs um sistema de gestão da manutenção com 6 processos: i) Controle Inicial; ii) Identificação da demanda; iii) Tratamento da demanda; iv) Controle da manutenção, v) Suporte ao tratamento da demanda e vi) Modificações e melhorias.

Na Figura 2 tem-se o macroprocesso de implementação da função manutenção com foco no **Controle Inicial**, que será foco deste trabalho, onde será apresentado especificamente as três atividades apresentadas a seguir.

- (1) Elaboração de Planos e Cadastro Técnico.
- (2) Tagueamento e codificação de ativos.
- (3) Definição de criticidade e estratégias de manutenção.

FIGURA 2. Fluxograma de implementação com foco no Controle Inicial.



Fonte: Viana (2020).

A falta de competitividade de uma empresa pode estar relacionada a falta de planejamento, mão-de-obra desqualificada, impactando diretamente no descontrole da produção e da manutenção, levando a mesma a um possível processo de falência.

Desta forma, reforça-se que o setor PCM é capaz de obter um planejamento estratégico eficaz da manutenção que condiz com a realidade da companhia e ao mesmo tempo, com as metas a serem alcançadas. Tem como benefícios, executar um planejamento e controle da manutenção, os subitens apresentados a seguir.

1. Manter o máximo de eficácia dos equipamentos, elevando a produtividade.
2. Reduzir ao máximo as paradas por avarias e custos por manutenção.
3. Prever uma margem de avarias ou quebras durante o processo produtivo
4. Promover constantemente a melhoria contínua seja dos equipamentos ou do processo de manutenção, garantindo o uso dos itens de segurança.

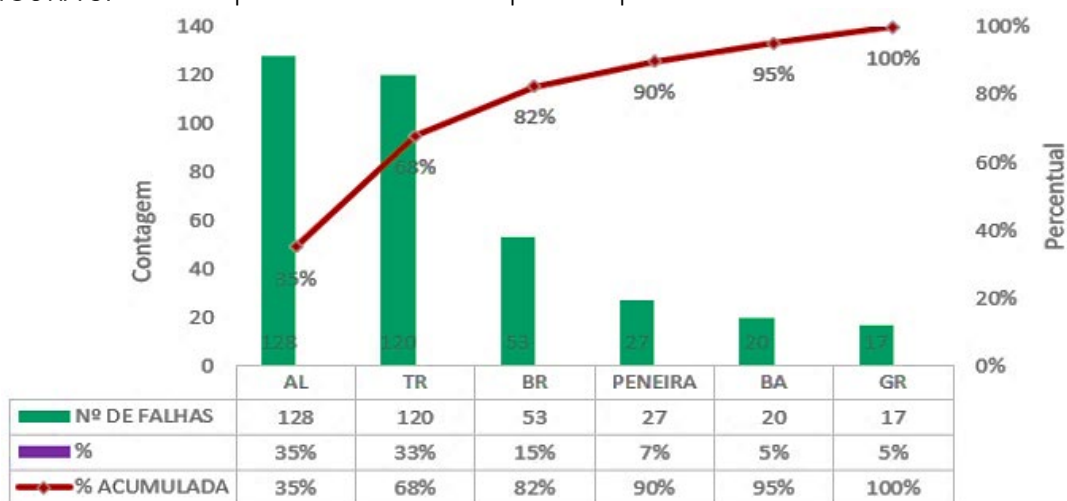
Portanto a disponibilidade dos ativos, competitividade de uma empresa e a eficácia da manutenção estão atreladas. Segundo a norma 5462, o conceito de disponibilidade é a capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado instante, levando-se em conta os aspectos de confiabilidade, manutenibilidade e suporte de manutenção, supondo que os recursos externos requeridos estejam assegurados. (NORMAS BRASILEIRAS, 1994). Porém destaca-se que um processo produtivo só funciona quando há cooperação entre os setores envolvidos, logo o setor de produção deve trabalhar com a manutenção em prol de um objetivo comum.

2. METODOLOGIA

Inicialmente ir-se mostrar a situação atual da empresa de mineração, bem como os objetivos que foram traçados para a realização deste trabalho, descrevendo as etapas principais para implantação do PCM propriamente dito acompanhadas de breves fundamentações teóricas do processo de implementação, e por fim, seus resultados alcançados.

Neste contexto, para entender o atual cenário do setor manutenção da empresa "X" verificou-se qual a classe de equipamentos resultava em maiores ocorrências de paradas por corretivas, conforme mostrado na Figura 3. Por meio da estratificação dos dados, a quantidade de ocorrências dos equipamentos foram separadas por classe de equipamento em um dado intervalo de tempo, sendo as classes Alimentadores e Transportadores de Correia eram as mais problemáticas.

FIGURA 3. Perfil de perdas relacionado a paradas por corretivas: JUL 2021 a NOV 2021.



Fonte: Autor (2023).

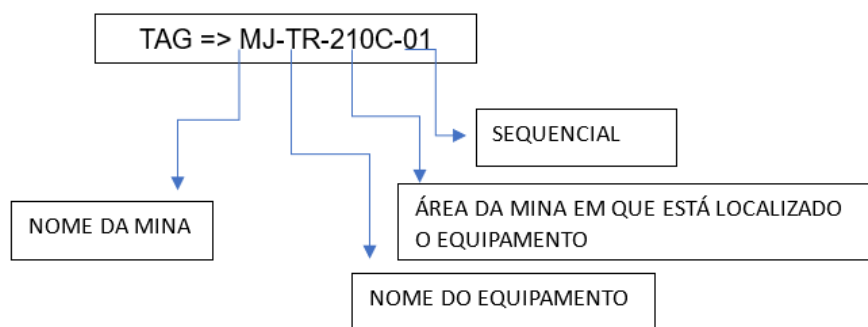
2.1. TAG's e Sobressalentes

O tagueamento dos equipamentos de beneficiamento de minério de ferro da empresa "X" é necessário para facilitar a programação e o planejamento da manutenção, assim como obter informações dos ativos por TAG.

Na Figura 4 tem-se o **TAG Pai Nova**, Transportador de Correia (TR) número (01), localizada na mina (MJ), na área (210C).

De forma análoga à gestão dos equipamentos, é preciso ter o controle de estoque que mantenha os materiais necessários para os serviços, sem desperdício ou falta. O estoque deve conter os sobressalentes em boas condições e em quantidades adequadas para cada tipo de ativo. O planejamento da manutenção deve usar o Mapa de 52 Semanas, que mostra os serviços previstos para o ano, definindo já o orçamento, compra de material e os níveis de estoque mais econômicos.

FIGURA 4. Modelo de TAG.



Fonte: Autor (2023).

Para levantamento e catalogação de sobressalentes, o trabalho usou manuais dos fabricantes como fonte de informação. Quando estes não estavam disponíveis, foi preciso entrar em contato com os fabricantes para obtê-los. As paradas de manutenção também foram importantes para verificar os sobressalentes com a equipe responsável.

Por estratégia, decidiu-se taguear os sobressalentes redutores, mancais e tambores, por serem numerosos e variados na planta produtiva e não possuírem identificação. O tagueamento facilita a localização e a especificação dos sobressalentes em caso de falha dos equipamentos.

Na Tabela 1 tem-se um fragmento da planilha nomeada como **Relatório Sobressalentes Mecânicos**, onde foi catalogado os sobressalentes mecânicos dos equipamentos. A seguir tem-se o significado de cada coluna.

TABELA 1. Fragmento de planilha elaborada para catalogação dos sobressalentes.

TAG Pai Antiga	TAG Pai Nova	TAG Localização	SIGLA	N	FILIAL	TAG Filho	TAG Localização Filho	Descrição Localização Filho
TR-230C-04	LS-TR-230C-04	LS-230C	TR	0028	LS	TAM-0028	LS-TR-230C-04-TB-28	TAMBOR MOVIDO
TR-230C-05	LS-TR-230C-05	LS-230C	TR	0030	LS	TAM-0030	LS-TR-230C-05-TB-30	TAMBOR MOVIDO
TR-230C-06	LS-TR-230C-06	LS-230C	TR	0035	LS	TAM-0035	LS-TR-230C-06-TB-35	TAMBOR MOVIDO
TR-230C-07	LS-TR-230C-07	LS-230C	TR	0038	LS	TAM-0038	LS-TR-230C-07-TB-38	TAMBOR MOVIDO

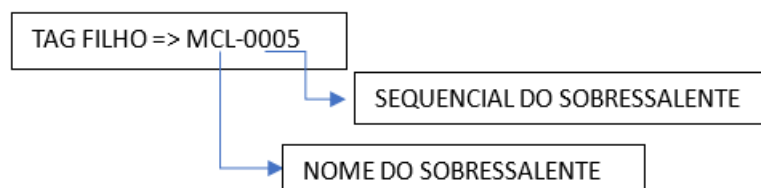
Fonte: Autor (2023).

- **TAG Pai Antiga:** Estava em vigor antes da estruturação do PCM. É a tag antiga do equipamento em questão.
- **TAG Pai Nova:** Elaborada a partir do novo tagueamento. Tem por objetivo endereçar o equipamento no qual o sobressalente pertence.
- **TAG Localização:** Refere-se ao setor produtivo em que o sobressalente/equipamento pertence.
- **SIGLA:** Abreviação do equipamento a qual o sobressalente pertence.
- **N:** Coluna a qual estão enumerados os sobressalentes.
- **FILIAL:** Unidade produtora em que o sobressalente/equipamento pertence.

- **TAG Filho:** Elaborada a partir do novo tagueamento. Tem por objetivo nomear de forma distinta cada sobressalente.
- **TAG Localização Filho:** Elaborado para endereçamento exato do sobressalente em questão.
- **Descrição Localização Filho:** Breve descrição relacionada a localização do sobressalente.

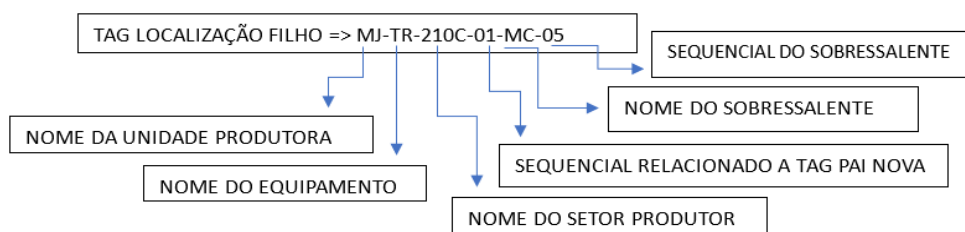
Nas Figuras 5 e 6 tem-se os TAG's usados para os sobressalentes, chamados de **TAG Filho** e **TAG Localização Filho**.

FIGURA 5. Esquema de montagem relacionado a **TAG Filho**.



Fonte: Autor (2023).

FIGURA 6. Esquema de montagem relacionado a **TAG Localização Filho**.



Fonte: Autor (2023).

Desta forma na Figura 4, o Transportador de Correia (TR) número (01) está localizado na mina (MJ) na área (210C), onde encontra-se o mancal (MCL-0005) cuja localização é (MJ-TR-210C-01-MC-05), conforme apresentado nas Figuras 5 e 6.

Além do tagueamento, também é necessário codificar os equipamentos. Para isso, anexa-se ao equipamento placas de identificação, com objetivo de garantir sua rastreabilidade, e que devem ser resistentes a intempéries.

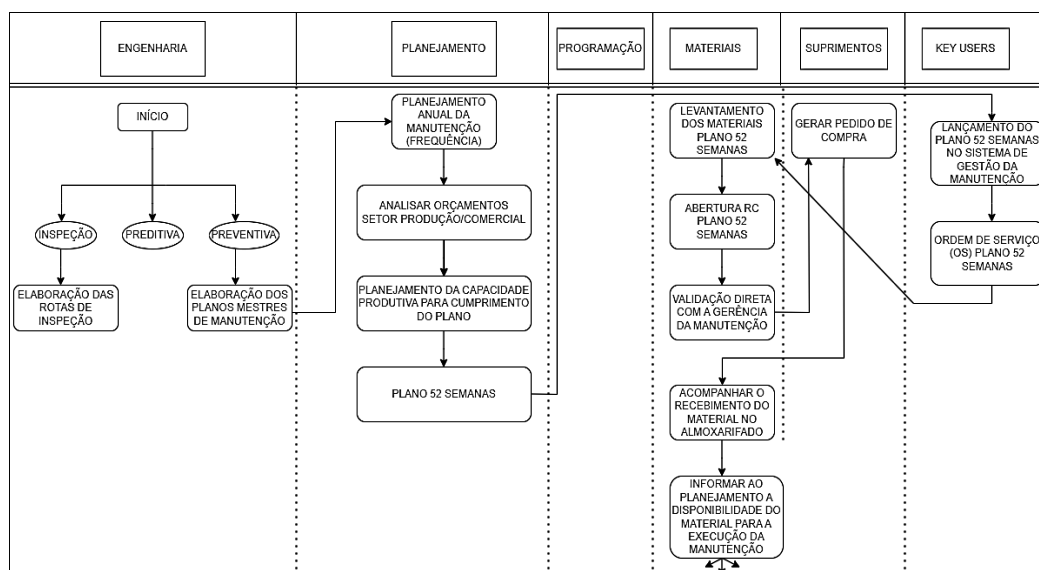
2.2 Elaboração de Fluxogramas de serviço

Após taguear os equipamentos, é preciso definir o fluxo de serviços de manutenção, que podem ser corretivos, preventivos, de inspeção ou de requisição da produção. Para isso, é preciso que haja a comunicação entre os subsetores responsáveis pelo planejamento e controle da manutenção.

De acordo com a Figura 7, tem-se o fragmento do fluxograma utilizado neste trabalho, onde a engenharia elabora os planos mestres de manutenção e envia ao Planejamento, que faz o

orçamento anual ou Plano de 52 semanas. O plano é inserido no *software* de manutenção e enviado ao Materiais, que requisita os componentes e repassa ao Suprimentos para a compra.

FIGURA 7. Fragmento do Fluxograma.



Fonte: Autor (2023).

2.3, Planos de Manutenção

Os **Planos de Manutenção** são as informações que guiam a execução da manutenção, detalhando as estratégias de manutenção da empresa. A sua organização e qualidade das instruções influenciam o trabalho da equipe mantenedora.

Atualmente existem diferentes filosofias que empregam metodologias diversas no que tange a escolha de quais estratégias de manutenção adotar no processo produtivo. A exemplo, em Viana (2002), é possível retirar que para determinação de que estratégia, ou estratégias de manutenção a serem aplicadas, é preciso levar em consideração alguns fatores, entre eles, destacam-se os itens apresentados a seguir:

1. Recomendações do Fabricante: Orientação de modo a seguir as instruções do projetista do equipamento para sua conservação e manutenção, como ajustes, calibrações e procedimentos de correção de falhas¹ etc.

2. Criticidade dos equipamentos: A criticidade do equipamento determina a estratégia de manutenção a ser utilizada no mesmo (Campos Junior, 2006).

3. Fator econômico: Os custos de manutenção envolvem custos por recursos humanos e materiais, custos por interferências na produção durante a manutenção e custos por perdas de processo derivadas de falhas nos ativos.

¹ O conceito de falha segundo a NBR 5462 é expresso pelo término da capacidade de um item desempenhar a função requerida.

A seguir, de acordo com Viana (2020), apresenta-se as cinco estratégias de manutenção que são fundamentais para manter o equipamento em funcionamento de acordo com suas características intrínsecas de operação:

1. Manutenção Corretiva não Planejada ou Emergencial: A troca do componente é realizada apenas após a pane², o componente é usado até a exaustão. Nesta estratégia de manutenção, arca-se com os custos materiais, humanos e aqui, observa-se que o custo de produção não é relevante.

2. Manutenção Corretiva Planejada: É um modelo de Manutenção Corretiva um pouco menos custoso do que a Manutenção Emergencial. Pois, diferentemente dela, essa manutenção baseia-se na identificação prévia de um problema. Ou seja, a partir de um acompanhamento das máquinas via inspeção. Os danos ainda afetam a produção, mas são menores.

3. Manutenção Preventiva: Nesta estratégia de manutenção, as ações de manutenção são feitas a agir preventivamente, procedendo a manutenção periodicamente com base no seu histórico de falhas funcionais, ou seja, este tipo de manutenção é realizado antes que a falha funcional do equipamento venha ocorrer. Aqui, o custo de manutenção também se baseia em recursos materiais e humanos, com maior incremento, pois é necessária a compra periódica de recursos para reposição e uma equipe de manutenção permanente para atuar nas ações preventivas periódicas. Porém, o objetivo aqui é evitar perdas no processo produtivo por paradas emergenciais.

4. Manutenção Preditiva: Manutenção realizada periodicamente, porém o fator determinante aqui é a condição em que o componente se encontra. Nesta estratégia, consegue-se estender ao máximo a troca planejada do componente, utilizando-o em toda sua vida útil. Não há desta forma perda de tempo inesperada na produção, porém os custos são mais elevados que nas duas primeiras em sua fase inicial, devido a compra de ferramentas sofisticadas necessárias para o trabalho.

5. Manutenção Detectiva: A intervenção em sistemas de proteção visa detectar falhas que não são visíveis para a manutenção e operação. Essa detecção é essencial para a confiabilidade dos equipamentos e requer uma equipe técnica qualificada e recursos tecnológicos adequados.

6. Engenharia de Manutenção: A Engenharia de Manutenção caracteriza-se por aplicar técnicas modernas de manutenção, reunindo todas as melhores e mais recentes práticas já empregadas. Neste modelo de manutenção, realiza-se o acompanhamento preditivo do maquinário, concebendo então uma base de dados e informações que permitirão no futuro a execução de análises que resultem em melhorias (COSTA, 2013).

O trabalho dividiu os **Planos de Manutenção** em **Preventiva Mecânica e Elétrica, Inspeção Mecânica e Elétrica, Procedimentos Operacionais e Lubrificação**. Por necessidade estratégica, os planos de preventiva foram feitos primeiro.

² Pane segundo NBR 5462 é o estado de um item caracterizado pela incapacidade de desempenhar uma função requerida, excluindo a incapacidade durante a manutenção preventiva ou outras ações planejadas, ou pela falta de recursos externos. Nota: Uma pane é geralmente o resultado de uma falha de um item, mas pode existir sem uma falha anterior.

Segundo Viana (2002), a periodicidade dos planos pode ser contabilizada de três formas possíveis: faixa de tempo, onde a periodicidade é fixada em dias ou meses; faixa de utilização, fixa em tempo de utilização (horímetro), ou quilometragem (hodômetro), e, por fim, ambos, ou seja, tanto a periodicidade será fixada por utilização, como por tempo, sendo a preferência da contagem a que vencer mais cedo. O início da contagem é a data do fim da última ordem. Assim se evita o excesso de ordens preventivas. Neste trabalho, o período foi fixado em dias.

2.3.1 Planos de Manutenção Preventiva Mecânica

O plano de manutenção preventivo é um conjunto de atividades regulares para manter o equipamento em bom estado. Feito os planos preventivos e suas periodicidades, é preciso fazer a matriz de prioridade de serviços, apesar das dificuldades de gestão, já que as variáveis circunstanciais que influenciam no dia-a-dia de uma equipe mantenedora não são poucas.

A matriz de prioridade de serviços é a combinação da criticidade do equipamento e o nível de urgência do serviço. Cada equipamento tagueado como TAG PAI NOVA terá sua criticidade para a planta industrial. E com a urgência dada pelo PCM, teremos a prioridade da ordem de manutenção.

Nas Figuras 8 e 9 tem-se o **Plano de Preventiva Mecânica** do Transportador de Correia a cada 210 dias, onde se faz a preventiva nos tambores e mancais. Essas são as informações que devem ser inseridas no *software* de manutenção Engeman, utilizado no processo de implantação do PCM.

FIGURA 8. Fragmento do Plano de Preventiva Mecânica.

REF CHAVE	TAG PLANO	VALIDAÇÃO ENGEMAN	DESCRIÇÃO DO PLANO	TIPO DE MANUTENÇÃO ENGEMAN	SETOR EXECUTANTE ENGEMAN	CARGO 1 ENGEMAN		
PVM-001-001	PVM-001	OK	PLANO DE PREVENTIVA MECÂNICA - MANCAIS DOS TAMBORES - TRANSPORTADOR DE CORREIAS - 210 DIAS	003 - MANUTENÇÃO PREVENTIVA	003 - MANUTENÇÃO MECÂNICA INDUSTRIAL	007 - MECANICO INDUSTRIAL I		
PVM-001-002	PVM-001	OK	PLANO DE PREVENTIVA MECÂNICA - MANCAIS DOS TAMBORES - TRANSPORTADOR DE CORREIAS - 210 DIAS	003 - MANUTENÇÃO PREVENTIVA	003 - MANUTENÇÃO MECÂNICA INDUSTRIAL	007 - MECANICO INDUSTRIAL I		
PVM-001-003	PVM-001	OK	PLANO DE PREVENTIVA MECÂNICA - MANCAIS DOS TAMBORES - TRANSPORTADOR DE CORREIAS - 210 DIAS	003 - MANUTENÇÃO PREVENTIVA	003 - MANUTENÇÃO MECÂNICA INDUSTRIAL	007 - MECANICO INDUSTRIAL I		
CARGO 1 ENGEMAN	QTDE CARGO 1 ENGEMAN	CARGO 2 ENGEMAN	QTDE CARGO 2 ENGEMAN	ITEM	PROCEDIMENTO	QTDE CARACT PROCED	SERVIÇO ENGEMAN	SERVIÇO (OUTRO) ENGEMAN
007 - MECANICO INDUSTRIAL I	2	006 - ELETRICISTA INDUSTRIAL	1	001	PREENCHIMENTO DA A.P.R. VERIFICAR CONDIÇÕES DOS E.P.I.'S E FERRAMENTAS, EPC'S.	78	012 - PREENCHIMENTO	-
007 - MECANICO INDUSTRIAL I	2	006 - ELETRICISTA INDUSTRIAL	1	002	EXECUTAR O PROCEDIMENTO DE BLOQUEIO DO EQUIPAMENTO.	51	052 - EXECUTAR	-
007 - MECANICO INDUSTRIAL I	2	NÃO HÁ	0	003	DESMONTAR O EQUIPAMENTO. GRAVAR LADO DAS TAMPAS E DAS BASES DO MANCAL. APÓS DESMONTAGEM, LAVAR COM DETERGENTE OU THINNER O CORPO DO MANCAL. NÃO PODERÁ HAVER PARTÍCULAS METÁLICAS NO INTERIOR DO MANCAL. DESMONTADO, O CONJ. TRAVA NÃO PODE SER DESLOCADA.	249	052 - EXECUTAR	-

Fonte: Autor (2023).

FIGURA 9. Fragmento do Plano de Preventiva Mecânica.

DISPOSITIVOS	MATERIAL	QTDE MATERIAL	UNIDADE ENGEMAN	TEMPO	HOMEM-HORA	FREQUÊNCIA	EQUIP. PARADO?	INTERFERE EQUIP.?
ISOLAMENTO DA ÁREA; CADEADO DE BLOQUEIO; CAPACETE; ÓCULOS DE SEGURANÇA; LUVA DE VAQUETA E RASPA; BLUSÃO DE RASPA; ÓCULOS DE MAÇARIQUEIRO; MÁSCARA DE SOLDA; MÁSCARA PFF2; ABAFADOR DE RUÍDOS	-	-	-	00:05:00	0,25	210	N	N
CADEADO DE BLOQUEIO; TRAPO	-	-	-	00:10:00	0,50	210	S	S
DETERGENTE; THINNER; TRAPO	-	-	-	00:05:00	0,17	210	S	S

DIAS EXECUÇÃO	EQUIP PARADO HRS	INTERFERÊNCIA HRS	% INTERFERÊNCIA	EXECUÇÃO HRS	EXECUÇÃO/DIA HRS	HORA PREFERENCIAL ENGEMAN	TEMPO CARGO 1	TEMPO CARGO 2
1	01:10:00	01:10:00	100%	01:40:00	01:40:00	08:00	00:10:00	00:05:00
1	01:10:00	01:10:00	100%	01:40:00	01:40:00	08:00	00:20:00	00:10:00
1	01:10:00	01:10:00	100%	01:40:00	01:40:00	08:00	00:10:00	00:00:00

Fonte: Autor (2023).

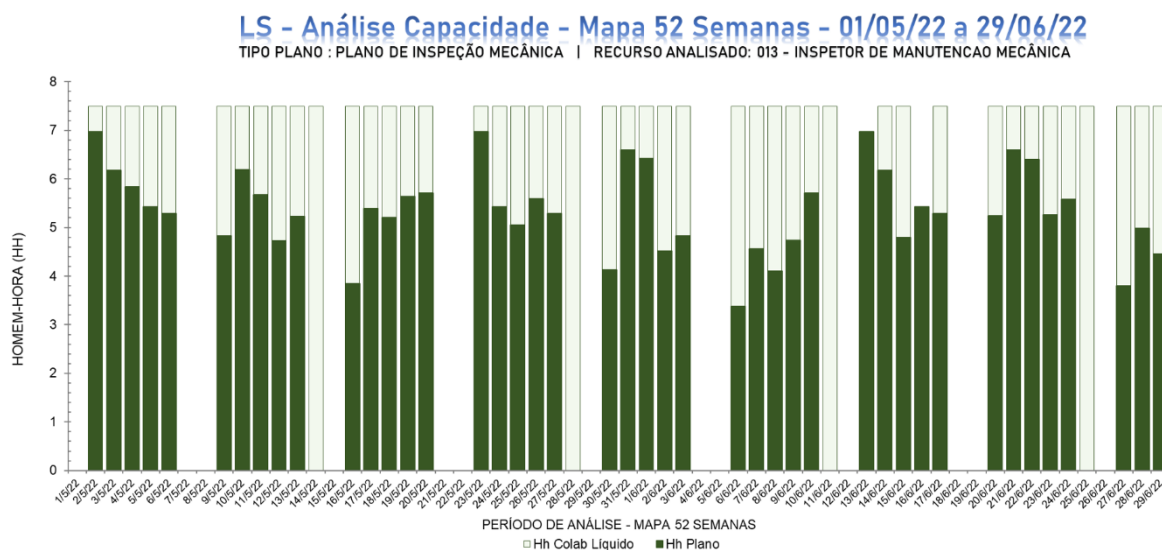
Uma das etapas e se não a mais importante no processo de inserção dos **Planos de Manutenção** no sistema Engeman, é a criação do Mapa de 52 Semanas e a adequação dos planos e suas periodicidades neste intervalo de tempo, obedecendo tanto a necessidade real da empresa no quesito manutenção e a capacidade homem/hora da equipe de manutenção.

Para maior assertividade neste processo de cadastramento dos planos, fez-se necessário inicialmente trabalhar a análise de capacidade dentro do Mapa de 52 Semanas, respeitando o quantitativo homem/hora da empresa e obedecendo a periodicidade de manutenção dos equipamentos. Em casos que não foram possíveis a inserção dos planos por exceder a capacidade homem/hora, foi-se necessário modificar a periodicidade de manutenção do equipamento, já que por decisão do *Stakeholder* estava decidido pelo menos por hora não efetuar novas contratações para aumentar o efetivo da equipe.

De acordo com a Figura 10, é possível observar o gráfico Análise Capacidade do período de 01/05/22 a 29/06/22 referente apenas aos planos de manutenção.

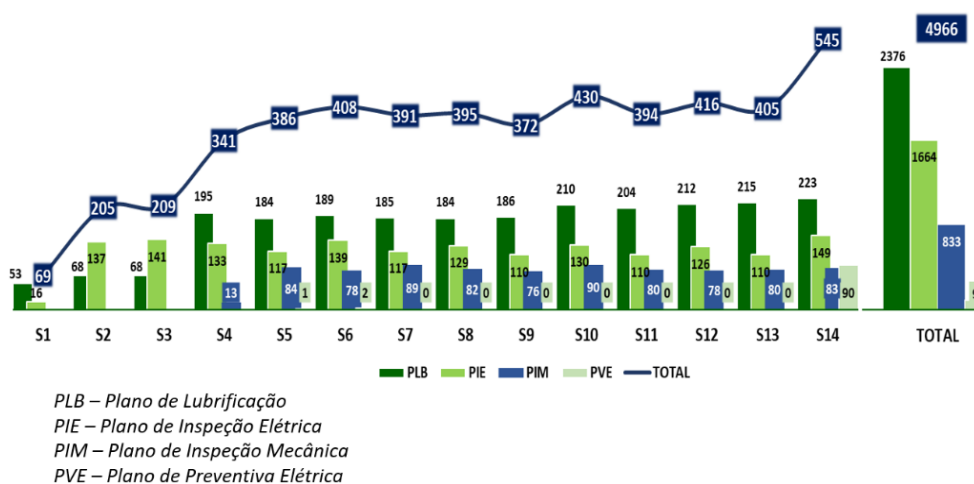
Na Figura 11 tem-se o Mapa de 52 Semanas, que neste caso, fora utilizado para acompanhar a evolução do trabalho desenvolvido.

FIGURA 10. Análise de Capacidade.



Fonte: Autor (2022).

FIGURA 11. Mapa de 52 Semanas.



Fonte: Autor (2022).

2.3.2 Planos de Inspeção Mecânica

A categoria de **Planos de Manutenção**, a qual se enquadra os planos de inspeção é a mais básica, porém não menos importante. Consiste basicamente em inspeções rotineiras dos equipamentos, onde pode-se detectar através dos cinco sentidos do inspetor, falhas de fácil resolução nos equipamentos no estágio de gravidade em que se encontra. Na prática, estas inspeções são realizadas tomando-se como parâmetros certas características dos equipamentos, como ruído, temperatura, vibração, condições de conservação etc.

As inspeções devem ser periódicas, seguindo uma rota de inspeção. As rotas são feitas para otimizar o tempo, a segurança e a produtividade. A eficácia da inspeção depende da frequência das inspeções, para detectar mudanças de pequenas proporções.

Neste trabalho, para redefinição e adequação das periodicidades de inspeção fora consultado o inspetor, detentor das informações sobre os equipamentos e suas necessidades. E como fator de decisão, tomou-se como base o argumento definido pela curva PF, ou seja, uma vez que se deseja detectar uma falha potencial antes da concretização da falha funcional, então a periodicidade das inspeções deve ser menor que o intervalo PF. O intervalo de tempo entre P e F, comumente chamado de intervalo PF, é a janela de oportunidade durante a qual uma inspeção pode detectar a falha iminente e lhe dar tempo para resolvê-la. O KPI homem-hora também foi levado em consideração para estes desenvolvimentos.

Após elaboração dos planos de inspeção foram criadas as rotas de inspeção, importante para melhor eficiência do monitoramento. Os planos e as rotas de inspeção foram cadastrados no *software* de manutenção, que geravam ordens de manutenção automáticas aos inspetores responsáveis, assim, era possível cumprir as Ordens de Serviços de inspeção de equipamentos.

O desenvolvimento destas rotas é realizado com o objetivo de definir caminhos a serem seguidos pelos executantes, com base em semelhanças encontradas nos diversos equipamentos. Neste trabalho foram criadas rotas por área.

Caso exista alguma falha potencial, o executante deve avisar ao planejador. O planejador criará uma ordem de serviço e detalhará a manutenção, verificando os materiais, custos e recursos necessários. Assim poderá programar a mão de obra e negociar a parada com a operação de modo que se tenha menor impacto possível na produção. Na Figura 12 tem-se um exemplo de *check list* de rota de inspeção.

FIGURA 12. Exemplo de Check list de uma rota de inspeção.

INSPEÇÃO DE ROTA MECÂNICA											
PCM											
ÁREA: ENVAZAMENTO											
CERVEJARIA X				SISTEMA: ENCHEDORA				FREQ: SEMANAL			
PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO				DATA: / /							
ITENS DE VERIFICAÇÃO MECÂNICA											
EQUIPAMENTO	TAG	FIXAÇÃO	TEMPERATURA	RUIDO	VIBRAÇÃO	LIMPEZA	VEDAÇÃO	CONDIÇÕES GERAIS DE INTEGRIDADE	CONDUTORES ELÉTRICOS	ILUMINAÇÃO	LUBRIFICAÇÃO
ESTRUTURA DA ENCHEDORA	ECH-009-001-001										
MOTOR PRINCIPAL	ECH-009-001-002										
REDUTOR PRINCIPAL	ECH-009-001-003										
BOMBA DE VÁCUO	ECH-009-001-004										
VÁLVULAS DE ENCHIMENTO	ECH-009-001-005										
MACACOS DE ELEVAÇÃO	ECH-009-001-006										
HDE	ECH-009-001-007										
PAINEL DE CONTROLE	ECH-009-001-008										
INSTRUMENTAÇÃO	ECH-009-001-009										
LEGENDA:		P - EQUIPAMENTO PARADO			OK - SITUAÇÃO CONFORME				N - SITUAÇÃO NÃO CONFORME		
EXECUTANTE: UTILIZAR O VERSO DA PLANILHA PARA OBSERVAÇÕES E DETALHAMENTO											

Fonte: Viana (2002).

Segundo as Figuras 13 e 14, tem-se o plano de inspeção PIM 008, para a classe Transportador de Correia a cada 14 dias, onde se inspeciona os tambores e mancais. É possível também observar as variáveis básicas que um plano de inspeção mecânica precisa para ser inserido no *software* Engeman.

FIGURA 13. Fragmento do Plano de Inspeção Mecânica.

REF CHAVE	TAG PLANO	VALIDAÇÃO ENGEMAN	DESCRIÇÃO DO PLANO	TIPO DE MANUTENÇÃO ENGEMAN	SETOR EXECUTANTE ENGEMAN	CARGO 1 ENGEMAN	QTDE CARGO 1 ENGEMAN
PIM-008-	PIM-008	OK	PLANO DE INSPEÇÃO MECÂNICA - TRANSPORTADOR DE CORREIA - 14 DIAS	006 - INSPEÇÃO	003 - MANUTENÇÃO MECÂNICA INDUSTRIAL	013 - INSPETOR DE MANUTENCAO MECÂNICA	1
PIM-008-	PIM-008	OK	PLANO DE INSPEÇÃO MECÂNICA - TRANSPORTADOR DE CORREIA - 14 DIAS	006 - INSPEÇÃO	003 - MANUTENÇÃO MECÂNICA INDUSTRIAL	013 - INSPETOR DE MANUTENCAO MECÂNICA	1
PIM-008-	PIM-008	OK	PLANO DE INSPEÇÃO MECÂNICA - TRANSPORTADOR DE CORREIA - 14 DIAS	006 - INSPEÇÃO	003 - MANUTENÇÃO MECÂNICA INDUSTRIAL	013 - INSPETOR DE MANUTENCAO MECÂNICA	1
CARGO 2 ENGEMAN	QTDE CARGO 2 ENGEMAN	ITEM	PROCEDIMENTO	QTDE CARACT PROCED	SERVIÇO ENGEMAN	SERVIÇO (OUTRO) ENGEMAN	
NÃO HÁ	0	025	VERIFICAR LIMPEZA GERAL DOS MANCAIS TAMBOR DE DESV. INFERIOR LADO DIREITO E ESQUERDO. VERIFICAR ACÚMULO DE SUJEIRA QUE POSSA COMPROMETER PEÇAS GIRANTES DO TAMBOR, CAUSANDO DESGASTE DE PARTES.	191	010 - INSPECIONAR O EQUIPAMENTO	-	
NÃO HÁ	0	026	VERIFICAR TEMPERATURA DOS MANCAIS TAMBOR DE DESV. INFERIOR LADO DIREITO E ESQUERDO. MEDIR TEMPERATURA NO MANCAL - ABAIXO DE 60°C, CONDIÇÃO NORMAL; ACIMA DE 60°C, SOLICITAR AVALIAÇÃO DA EQUIPE PREDITIVA.	202	010 - INSPECIONAR O EQUIPAMENTO	-	
NÃO HÁ	0	027	VERIFICAR PRESENÇA DE RUÍDO ANORMAL DOS MANCAIS TAMBOR DE DESV. INFERIOR LADO DIREITO E ESQUERDO. ROLAMENTOS PARCIALMENTE TRAVADOS/COM FALHAS PODEM GERAR RUÍDOS ANORMAIS EM RELAÇÃO A CONDIÇÃO NORMAL DE OPERAÇÃO.	201	010 - INSPECIONAR O EQUIPAMENTO	-	

Fonte: Autor (2023).

FIGURA 14. Fragmento do Plano de Inspeção Mecânica.

CARGO 2 ENGEMAN	QTDE CARGO 2 ENGEMAN	ITEM	PROCEDIMENTO	QTDE CARACT PROCED	SERVIÇO ENGEMAN	SERVIÇO (OUTRO) ENGEMAN
NÃO HÁ	0	025	VERIFICAR LIMPEZA GERAL DOS MANCAIS TAMBOR DE DESV. INFERIOR LADO DIREITO E ESQUERDO. VERIFICAR ACÚMULO DE SUJEIRA QUE POSSA COMPROMETER PEÇAS GIRANTES DO TAMBOR, CAUSANDO DESGASTE DE PARTES.	191	010 - INSPECIONAR O EQUIPAMENTO	-
NÃO HÁ	0	026	VERIFICAR TEMPERATURA DOS MANCAIS TAMBOR DE DESV. INFERIOR LADO DIREITO E ESQUERDO. MEDIR TEMPERATURA NO MANCAL - ABAIXO DE 60°C, CONDIÇÃO NORMAL; ACIMA DE 60°C, SOLICITAR AVALIAÇÃO DA EQUIPE PREDITIVA.	202	010 - INSPECIONAR O EQUIPAMENTO	-
NÃO HÁ	0	027	VERIFICAR PRESENÇA DE RUÍDO ANORMAL DOS MANCAIS TAMBOR DE DESV. INFERIOR LADO DIREITO E ESQUERDO. ROLAMENTOS PARCIALMENTE TRAVADOS/COM FALHAS PODEM GERAR RUÍDOS ANORMAIS EM RELAÇÃO A CONDIÇÃO NORMAL DE OPERAÇÃO.	201	010 - INSPECIONAR O EQUIPAMENTO	-
OBS	DISPOSITIVOS	TEMPO	HH	FREQUÊNCIA	EQUIP. PARADO?	INTERFERE EQUIPAMENTO?
-	TRAPO, DECIBELÍMETRO	00:02:00	0,03	14	N	N
-	TRAPO	00:01:00	0,02	14	N	N
-	TRAPO	00:01:00	0,02	14	N	N
DIAS EXECUÇÃO	EQUIP PARADO HRS	INTERFERÊNCIA HRS	% INTERFERÊNCIA	EXECUÇÃO HRS	EXECUÇÃO/ DIA HRS	HORA PREFERENCIAL ENGEMAN
1	00:00:00	00:00:00	0%	01:42:00	01:42:00	08:00
1	00:00:00	00:00:00	0%	01:42:00	01:42:00	08:00
1	00:00:00	00:00:00	0%	01:42:00	01:42:00	08:00

Fonte: Autor (2023).

2.3.3. Planos de Lubrificação Mecânica

A lubrificação é muito importante para conservar os elementos mecânicos, máquinas e equipamentos. Para fazer os **Planos Lubrificação Mecânica**, é preciso conhecer bem os componentes que precisam de lubrificação, somente conhecendo a estrutura física e o *modus operandi* (modos operacionais) destes componentes é que se pode escolher o lubrificante certo para cada um. A lubrificação é essencial para garantir a operação e a vida útil dos equipamentos, pois reduz o atrito entre os componentes, evitando desgastes e temperaturas altas que podem causar falhas.

Para fazer a lubrificação nos equipamentos com eficiência, é importante ter a rota de lubrificação, assim se pode controlar a periodicidade da lubrificação dos equipamentos, seguindo as orientações dos fabricantes, com o menor custo possível. Os roteiros de lubrificação são feitos juntando os equipamentos parecidos em um plano, ou separando por área, lubrificante ou método de aplicação. Os planos de lubrificação foram inseridos no *software* de manutenção, gerando as Ordens de Serviço. Na Figura 15 tem-se um exemplo de um Plano de Lubrificação.

FIGURA 15. Exemplo de Plano de Lubrificação.

SETOR: MANUTENÇÃO RESPONSÁVEL TÉCNICO: EQUIPAMENTO: TRANSPORTADOR DE CORRENTE REDLER PERÍODO: 1 ANO ANO: 2019/2020								
ITENS A INSPECIONAR	DATA	ATIVIDADES EXECUTADAS	PROFISSIONAL	TIPO DE LUBRIFICANTE	INTERVALO DE RELUBRIFICAÇÃO	STATUS	PRÓXIMA LUBRIFICAÇÃO	QUANTIDADE
MOTORREDUTOR	17/07/2019	LIMPEZA E LUBRIFICAÇÃO		OLEO	60 DIAS EM PERÍODO DE SAFRA	OK	17/09/2019	2,5 LT
MANCAIS	17/07/2019	LIMPEZA E LUBRIFICAÇÃO		GRAXA	60 DIAS EM PERÍODO DE SAFRA	OK	17/09/2019	150 GR
MOTORREDUTOR	17/09/2019	LIMPEZA E LUBRIFICAÇÃO		OLEO	120 DIAS EM PERÍODO DE SAFRA	OK	17/01/2020	2,5 LT
MANCAIS	17/09/2019	LIMPEZA E LUBRIFICAÇÃO		GRAXA	120 DIAS EM PERÍODO DE SAFRA	OK	17/01/2020	150 GR
MOTORREDUTOR	17/01/2020	LIMPEZA E LUBRIFICAÇÃO		OLEO	60 DIAS EM PERÍODO DE SAFRA	OK	17/05/2020	2,5 LT
MANCAIS	17/01/2020	LIMPEZA E LUBRIFICAÇÃO		GRAXA	60 DIAS EM PERÍODO DE SAFRA	OK	17/05/2020	150 GR
MOTORREDUTOR	17/05/2020	LIMPEZA E LUBRIFICAÇÃO		OLEO	60 DIAS EM PERÍODO DE SAFRA	OK	17/07/2020	2,5 LT
MANCAIS	17/05/2020	LIMPEZA E LUBRIFICAÇÃO		GRAXA	60 DIAS EM PERÍODO DE SAFRA	OK	17/07/2020	150 GR

Fonte: Pereira (2019).

2.3.4. Procedimentos de Manutenção Corretiva

Os procedimentos de Manutenção Corretiva, sem geração automática de O.S com periodicidade pré-estabelecida e acionados manualmente, descrevem passo a passo como devem ser executadas as atividades de corretivas, incluindo materiais e ferramentas necessárias para execução. A padronização da realização das atividades facilita a montagem e desmontagem dos equipamentos, além de ajudar a promover a confiabilidade dos ativos. Para equipamentos com pouca influência na produção, apesar dos altos custos esta estratégia de manutenção ainda pode ser a melhor alternativa, principalmente se o reparo for de rápida realização.

2.3.5 Sistema Informatizado para a Gestão da Manutenção

Atualmente, *softwares* de gestão da manutenção estão sendo cada vez mais usados em empresas que querem melhorar a manutenção de seus equipamentos. O sistema automatizado de

banco de dados, Ordens de Serviços, cronogramas, controle de suprimentos e gráficos fazem deste uma ferramenta de trabalho, que pode gerar tendências e insights para a melhoria do processo.

Para implantar o PCM na empresa ‘X’, foi usado o *software* de manutenção Engeman. Este ERP (Planejamento de recursos Empresariais) se destaca pela flexibilidade para se adequar às necessidades da empresa, pois se adapta a diferentes organizações, de vários mercados e tamanhos. Neste programa foram cadastradas as TAG’s criadas, inseridos os planos de manutenção e a lista mestre de sobressalentes levantados. Criou-se neste *software* a mapa de 52 semanas, onde, a partir dali, tinha-se o planejamento anual de manutenção dos equipamentos.

3. RESULTADOS

O Planejamento e Controle da Manutenção pode trazer resultados excelentes e competitivos para a empresa se usado corretamente. Os resultados foram satisfatórios, com a implantação do PCM conseguiu-se melhor estabilidade dos processos de manutenção da empresa “X”, gerando os resultados apresentados a seguir.

1. Aumento da disponibilidade física através da criação da sistemática de manutenção, em 6 meses observou-se a elevação da DF de 65% para 80%.
2. Diminuição dos custos unitários de manutenção, através dos controles de ativos por periodicidade.
3. Assertividade nas decisões de parada de manutenção, visto que com a implantação dos planos de manutenção dentro do sistema, obteve-se melhor organização do planejamento e programação.
4. Satisfação da equipe de manutenção com a oportunidade de aprendizado e ter um sistema funcional, melhorando assim o clima organizacional;
5. Reconhecimento da alta liderança (acionistas e diretoria) aos resultados apresentados pela implantação.
6. Aumento efetivo da produção total em 35%.
7. Aumento do faturamento mensal / (anual em 36%).
8. Maior eficiência no fechamento das O.S’s.

4. CONCLUSÕES

A gestão da manutenção se tornou, ao longo dos anos, um recurso valioso para aprimorar e aumentar a eficiência dos processos produtivos. Deste modo, o conhecimento dos conceitos e das particularidades é um apoio importante para a escolha de alternativas, que quando empregadas de forma correta e coerente com o cenário em questão, contribuem para com o crescimento da eficiência e da produtividade industrial, sendo seus resultados visíveis a médio e longo prazo.

A função manutenção tem um papel estratégico que é reconhecido pelas organizações. O nível de confiabilidade dos itens de manutenção deve assegurar taxas de disponibilidade para explorar ao máximo as variáveis que compõem o setor produtivo.

Neste contexto, verificou-se que o setor PCM (Planejamento e Controle da Manutenção) implantado de forma estrategicamente correta, é capaz de gerir a manutenção seja em qualquer segmento industrial, pois traz consigo a capacidade de interpretar as entre linhas das necessidades no quesito manutenção de um processo produtivo, de forma a garantir que os objetivos e resultados produtivos da organização empresarial sejam alcançados.

A implantação do PCM requer investimentos em mão de obra qualificada e em tecnologia, o que requer que os orçamentos permitam. Tais técnicas empregadas em sua metodologia chegaram para ficar, já que o tempo é o grande inovador.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 5462. Confiabilidade e manutenibilidade - Terminologia. Rio de Janeiro.

CAMPOS JUNIOR, E. E. Reestruturação da área de planejamento, programação e controle na gerência de manutenção portuária. São Luís: Universidade Federal do Maranhão, 2006.

COSTA, Mariana de Almeida. Gestão estratégica da manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 104 p., 2013.

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. Unlocking the Potential of the Internet of Things. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/theinternet-of-things-the-value-of-digitizing-the-physical-world.>, 2015

PEREIRA, Taynara Oliveira. Proposta de Plano de Lubrificação para transportadores de arraste em empresa de armazenagem de grãos. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Centro Universitário do Sul de Minas, Varginha, 39 p., 2019.

ROSA, S. C. F.; LEITÃO, J. O. M.; SILVA, A. L. E.; THIER, F. Análise da Gestão da Manutenção em uma empresa de transformação de polímeros. VIII CONBREPRO, Ponta Grossa, dez. 2018.

SOARES, A. M. Planejamento e controle da manutenção como alavanca de resultados: implantação em uma indústria de carcinicultura. 138f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 12 p., 2019.

SOUZA, A. L. B.; SANTOS, J. S.; SILVA, J. C.; BRAGA, D.; NETO, J. I. H. T. Gestão da Manutenção no setor de produção de açúcar em uma indústria sucroalcooleira. In: XXXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Maceió, 16 a 19 de out. de 2018.

VIANA, Helbert. PCM - Planejamento e Controle da Manutenção. Qualitymark editora, Rio de Janeiro, Brasil, 192 p., 2002.

VIANA, Herbert R. G. Manual de Gestão da Manutenção volume 01. Engeteles Editora, Rio de Janeiro, Brasil, 208 p., 2020.

VIANA, Herbert R. G. Manual de Gestão da Manutenção volume 02. Engeteles Editora, Rio de Janeiro, Brasil, 292 p., 2021.

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

Os autores são os únicos responsáveis por este trabalho.