

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

MATHEUS BUSNARDO NÉIA

**IMPLANTAÇÃO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO EM
UMA USINA TERMOELÉTRICA**

PONTA GROSSA

2022

MATHEUS BUSNARDO NÉIA

**IMPLANTAÇÃO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO EM
UMA USINA TERMOELÉTRICA**

**Implementation of maintenance planning and control in a thermoelectric power
plant**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica do Departamento Acadêmico de Engenharia Mecânica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Oscar Regis Junior

PONTA GROSSA

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

MATHEUS BUSNARDO NÉIA

**IMPLANTAÇÃO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO EM
UMA USINA TERMOELÉTRICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica do Departamento Acadêmico de Engenharia Mecânica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Data de aprovação: 02 de junho de 2022.

Oscar Regis Junior
Doutor
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Mario Jose Van Thienen da Silva
Doutor
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Ruimar Rubens de Gouveia
Mestre
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**PONTA GROSSA
2022**

Eu, um universo de átomos, um átomo no
universo.
(FEYNMAN, Richard, 1955)

RESUMO

A disponibilidade de ativos dentro de uma planta de produção tem se tornado fator primordial para a competitividade de mercado e para o sucesso financeiro das indústrias. Dentro do âmbito industrial a manutenção é o órgão responsável por garantir a disponibilidade de equipamentos e o Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) é o setor de apoio para que essa meta seja cumprida. O presente trabalho tem por objetivo realizar a implantação desse setor em uma usina do setor energético, com o auxílio de um sistema informatizado de gerenciamento de manutenção. Por meio da implantação do PCM utilizando as metodologias consagradas por autores como Kardec, Nascif e Telles, obteve-se um aumento médio de 12% de tempo de produção da planta. Além da melhora da disponibilidade, foi comprovada redução de custos da manutenção em decorrência deste processo.

Palavras-chave: Manutenção; PCM; Disponibilidade; CMMS.

ABSTRACT

The availability of assets of production plant has become a major factor for the market competitiveness and for the financial success of industries. In the industrial field of knowledge, maintenance is the function responsible for ensuring the availability of equipments and Maintenance Planning and Controlling (MPC) is the support sector for achieving this goal. The present work aims to implement this sector in a thermoelectric power plant, with the help of a Computerized Maintenance Management System (CMMS). Through the implementation of Maintenance Planning and Control, using methodologies established by authors such as Kardec, Nascif and Telles, an average increase of 12% in plant production time was obtained. Besides the improvement of availability, maintenance costs have been reduced as a result of this process.

Keywords: Maintenance; Maintenance Planning and Controlling; Availability; CMMS.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Equação 1 - Determinação de quantidade de graxa por relubrificação	34
Fotografia 1 - Exemplo plano de lubrificação	35
Fotografia 2 - Nova sala de lubrificação	35
Fotografia 3 - Novo Layout Almoxarifado	41
Quadro 1 - Prefixos utilizados para tagueamento	28
Quadro 2 - Cronograma de atividades.....	29
Quadro 3 - Divisão das Famílias	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Desempenho versus Tempo da Manutenção	17
Figura 2 - Manutenção Preventiva versus Desempenho.....	18
Figura 3 - Manutenção Preditiva versus Desempenho.....	19
Figura 4 - Modelo de Ordem de Serviço	22
Figura 5 - Principais causas de falhas em rolamentos	23
Figura 6 - Fluxograma do Planejamento e Controle da Manutenção	24
Figura 7 - Página inicial Sofman CMMS V6	27
Figura 8 - Cadastro de Equipamentos Sofmann	32
Figura 9 - Plano de Manutenção Preventiva.....	33
Figura 10 - Intervalo de lubrificação	34
Figura 11 - Modelo da nova rotina de inspeção	37
Figura 12 - Programação semanal de manutenção	38

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Homem-hora por manutentor	39
Gráfico 2 - Ordens emitidas por tipo	40
Gráfico 3 - Pareto de falhas por equipamento	40
Gráfico 4 - Disponibilidade geral da planta	42

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Problema	14
1.2 Objetivo geral	14
1.3 Objetivos específicos.....	14
1.4 Justificativa .Erro! Indicador não definido.	
2. REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 Manutenção industrial	15
2.2 Tipos de manutenção	16
2.2.1 Manutenção Corretiva	16
2.2.2 Manutenção Preventiva.....	17
2.2.3 Manutenção Preditiva.....	18
2.3 Planejamento e controle da manutenção	19
2.3.1 Planejamento da Manutenção	22
2.3.2 Programação da Manutenção	23
2.3.3 Controle da Manutenção	24
2.4 Sistemas informatizados de gerenciamento de manutenção	25
3. DESENVOLVIMENTO	27
3.1 Materiais e métodos.....	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5. CONCLUSÕES.....	43

1. INTRODUÇÃO

O crescimento da demanda de consumo da população, impulsionou exponencialmente o crescimento dos meios de produção a partir da Primeira Revolução Industrial no final do século XVIII (VIANA, 2002). Entretanto, como todo equipamento é passível de falhas, existe a necessidade de manter a máquina em condições de operação. Essas condições recebem o nome de disponibilidade de máquina, cuja definição é a “capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado” (ABNT, p. 2, 1994).

A disponibilidade, além de garantir o resultado financeiro, está ligada diretamente à capacidade que a organização tem de se manter competitiva frente ao mercado. Este fato é cada vez mais evidente ao analisar como a globalização mudou a cultura do consumo populacional, e ocasionou a crescente tendência de domínio das grandes multinacionais. Por isso, é importante equiparar os números dos benchmarks de manutenção à patamares semelhantes aos das gigantes do ramo.

Com o intuito de aprimorar a capacidade de manter a disponibilidade elevada, é prática comum na indústria a existência do setor de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM). Este, atua dentro do setor de manutenção, sendo responsável por elaborar as rotinas, designar serviços e acompanhar os indicadores da equipe de manutenção.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como principal objetivo realizar a implantação do PCM dentro de uma usina Termoelétrica movida à biomassa. A usina possui apenas um produto comercializado, a energia elétrica, ou seja, se a produção parar, o prejuízo é certo.

Por se tratar de uma planta industrial produto único, a garantia da disponibilidade é primordial. Alguns fatores elevam ainda mais a necessidade de se garantir o funcionamento da máquina, dentre eles: ser uma planta construída no início dos anos 2000 e pelo fato de que a usina ficou parada durante anos sem operação e nenhum cuidado com a hibernação dos equipamentos, fato este, que ocasiona o desgaste precoce dos equipamentos.

Por fim, busca-se comprovar a eficiência de um bom planejamento da manutenção, atrelado ao controle desta. A mensuração desta hipótese será feita por meio da medida da disponibilidade geral da planta (esta levará em conta apenas o

tempo de produção versus tempo de paradas não programadas). Além disso, este trabalho também se propõe a fazer a gestão dos custos de manutenção da planta, de maneira que estes sejam comparados no início e no fim do trabalho.

1.1 Problema:

Como aumentar a disponibilidade de máquina em uma planta termoeletrica antiga e com porte pequeno?

1.2 Objetivo geral:

O presente trabalho como principal objetivo realizar a implantação do Planejamento e Controle da Manutenção em uma usina Termoeletrica e provar a hipótese que por meio deste a disponibilidade geral da planta será aumentada.

1.3 Objetivos específicos:

- Implantar software de CMMS (*Computerized Maintenance Management System* – Sistema Computadorizado de Gerenciamento de Manutenção);
- Criar plano de manutenção preventiva da planta e plano de lubrificação;
- Fazer o controle financeiro dos gastos de manutenção da planta;
- Implantar sistema de controle de estoque.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Manutenção industrial

A Norma 5462 define manutenção como sendo a combinação de todas as ações necessárias para manter, ou reestabelecer, um produto ou sistema ao estado no qual ele pode executar a função requerida. Ainda complementa dizendo que a manutenção pode incluir uma modificação no item, ou seja, dentro do ambiente fabril, a manutenção é o setor responsável por manter o equipamento em condições de uso e produção (ABNT, 1994).

O histórico da manutenção pode ser dividido em gerações, e em cada geração, aumenta-se o grau de importância desta no âmbito estratégico das organizações. Para Viana (2002) a primeira geração, Mecanização, abrange o período antes da Segunda Guerra Mundial, quando os equipamentos eram superdimensionados e pouco mecanizados. Sendo assim, a manutenção era executada pelos próprios operadores e se restringia à serviços de limpeza, lubrificações e intervenções após a quebra.

A segunda geração, Industrialização, como o próprio nome já diz, é caracterizada por uma forte industrialização. Foi nesse período que houve uma percepção mais ampla sobre a importância de se manter a disponibilidade em patamares elevados. Como resultado dessa percepção, a manutenção preventiva foi instaurada como forma de manter o equipamento funcionando. Todavia, os custos de manutenção cresceram consideravelmente quando comparados aos custos de outros setores. Então, iniciou-se o aprimoramento de sistemas de planejamento e controle da manutenção.

Por fim, a terceira geração, Automação, é marcada pelo acompanhamento da condição do equipamento, ou seja, as técnicas preditivas como análise de vibração, termografia, análise de óleo, dentre outras, tornam-se cada vez mais presentes dentro da indústria. Este período também é marcado pelo consumo em escala e pela globalização.

Wireman (1998) defende que a função manutenção é responsável por assegurar que os ativos da companhia exerçam e continue exercendo as funções para as quais foram projetados. O autor ainda complementa que a manutenção é a responsável por toda a gestão de ativos das companhias, uma vez que, ao assegurar

o desempenho do ativo, assegura também o retorno do investimento efetuado naquele ativo. Uma boa gestão da manutenção se baseia em algumas técnicas, são algumas:

1. Manutenção Preventiva;
2. Inventário e cadastro de ativos;
3. Sistemas de ordens de serviço;
4. Sistema computadorizados de gestão da manutenção (CMMS);
5. Manutenção Preditiva;
6. Controle financeiro.

2.2 Tipos de manutenção

A manutenção pode ser classificada em tipos de acordo com o seu caráter. Diversos autores subdividem em várias classes, mas no decorrer deste trabalho será considerado que a manutenção é subdividida em:

2.2.1 Manutenção Corretiva

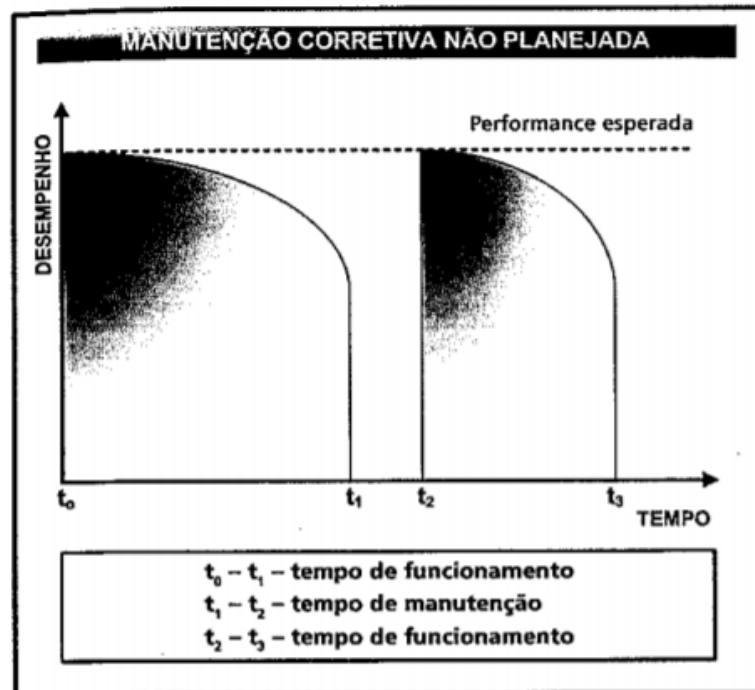
Esta é a manutenção executada após a pane do equipamento para recolocar o item em condições de operação. Segundo a Norma 5462, pane é definida como sendo o “estado de um item caracterizado pela incapacidade de desempenhar uma função requerida, excluindo a incapacidade durante a manutenção preventiva ou outras ações planejadas, ou pela falta de recursos externos” (ABNT, p. 4, 1994).

Kardec e Nascif (2009) apontam dois motivos para a execução de atividades corretivas o estado de pane do equipamento e o desempenho insuficiente da máquina. Além de trazer consequências na perda de produção e qualidade, ainda pode ocasionar danos graves no equipamento, uma vez que quebras aleatórias podem ser catastróficas.

A manutenção corretiva tem como característica o alto custo embutido, o desconforto das equipes de manutenção, a falta de segurança do trabalhador (dependendo do caso) e a inconstância na linha de produção (KARDEC; NASCIF, 2009). Empresas que apresentam a manutenção corretiva como carro chefe não controlam seus resultados e ficam à mercê da sorte, além de vivenciarem no cotidiano o que é conhecido como “apagar incêndios”, ou seja, rotineiramente estão consertando equipamentos com falhas sem planejamento algum (VIANA, p. 10, 2002).

A figura abaixo demonstra o comparativo entre a performance esperada do equipamento e o tempo de funcionamento, quando este está sujeito, predominantemente, a manutenções corretivas.

Figura 1 Desempenho versus Tempo da Manutenção



Fonte: Kardec e Nascif (2009)

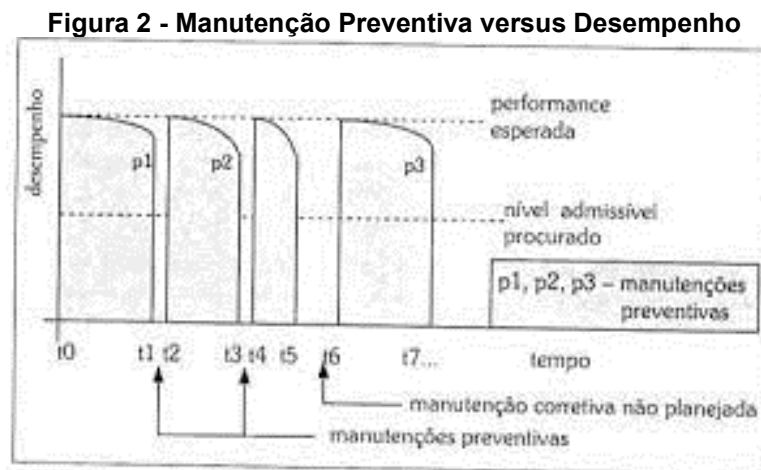
2.2.2 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva é aquela realizada em determinado intervalo de tempo. Vale a ressalva de que na manutenção preventiva não se leva em consideração a condição do item, e sim o intervalo de tempo pré-determinado. Portanto, a manutenção preventiva utiliza-se do fator tempo para evitar que a falha ocorra de maneira aleatória, buscando sempre manter a condição de operação do equipamento. As atividades preventivas aumentam o tempo de disponibilidade da planta e facilitam a organização do almoxarifado.

Este tipo de manutenção possui maior grau de importância de acordo com alguns fatores, dentre eles: o custo de reparo do item após a pane, o custo de oportunidade (custo de deixar de produzir), a dificuldade e o tempo do reparo e a segurança pessoal e operacional. Exemplo disso é o setor da aviação, que trabalha predominantemente com manutenções preventivas devido às sérias consequências ao ocorrerem falhas durante os trajetos (KARDEC; NASCIF, 2009).

Olhando sob a perspectiva do custo, a manutenção preventiva custa de duas a quatro vezes menos que a manutenção corretiva. Este dado implica que o retorno sobre investimento (ROI – *Return on investment*) das companhias que trabalham com planos de manutenção preventiva eficientes é superior ao ROI daquelas empresas que não o fazem. Conseqüentemente, a manutenção preventiva está diretamente ligada ao sucesso financeiro das organizações (WIREMAN, 1998).

A figura 2 retrata o comportamento da manutenção preventiva em relação ao desempenho do equipamento. É nítida a diferença da disponibilidade no item em relação à figura 1 de manutenção corretiva.



Fonte: Kardec e Nascif (2009)

Todavia, existem alguns pontos negativos em relação à manutenção preventiva. Um deles é o custo da substituição de componentes que estariam aptos para desempenhar a sua função durante um intervalo maior de tempo. O segundo ponto negativo, é a possibilidade da inserção de defeitos no equipamento, e este defeito pode ser advindo da falha humana, contaminações introduzidas no sistema de lubrificação, panes durante partidas e paradas, dentre outros (KARDEC; NASCIF, 2009).

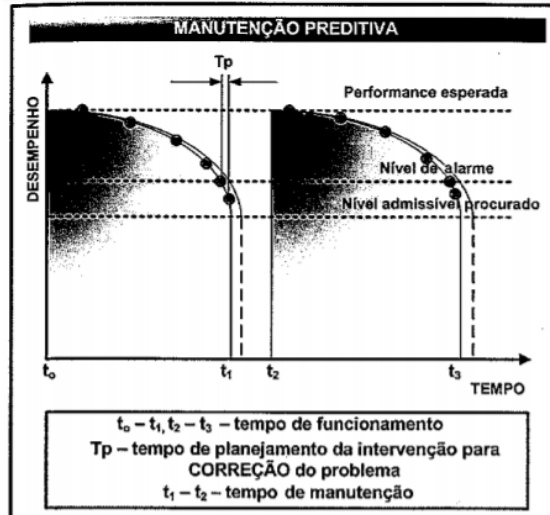
2.2.3 Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva é considerada como sendo a primeira grande quebra de paradigma na função Manutenção. Este tipo de manutenção também é conhecido como manutenção sob condição, ou seja, o estado de funcionamento do equipamento é monitorado, e após concluído a necessidade da intervenção, esta é planejada e executada. A grande diferença entre preventiva e preditiva é que enquanto a primeira

avalia o tempo entre intervenções, a segunda analisa o estado do item entre intervenções (KARDEC; NASCIF, 2009).

O cerne da manutenção preditiva é proporcionar o menor número de intervenções possíveis nos equipamentos, uma vez que, acompanha as condições do equipamento até o limiar de degradação considerado aceitável antes da intervenção. Desse modo, as técnicas preditivas amparam a disponibilidade do item.

Figura 3 - Manutenção Preditiva versus Desempenho



Fonte: Kardec e Nascif (2009)

Wireman (1998) ressalta que não se deve investir em toda a tecnologia existente das técnicas preditivas, e sim utilizá-las de maneira inteligente a fim de investigar e mitigar problemas crônicos. Dentre as técnicas preditivas existentes, quatro se destacam: análise de vibração, análise de óleo, ensaio ultrassom e termografia elétrica.

As maiores desvantagens das atividades preditivas em relação às demais são o elevado custo de implantação e de aquisição de ferramentas e o elevado grau de conhecimento técnico requerido pelo profissional atuante. A falta de capacitação do responsável técnico pela preditiva faz com que seja comum encontrar empresas que possuem o monitoramento e registro preditivo e estes não geram intervenções, ou ainda, geram demasiadas intervenções (KARDEC; NASCIF, 2009).

2.3 Planejamento e controle da manutenção

A função manutenção dentro do organismo industrial exerce inúmeras funções conforme descrito acima. Portanto, é necessária a existência de um setor que execute o planejamento e o gerenciamento do setor como um todo, esse setor é o

setor de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM). O PCM pode ser entendido como sendo parte atuante no apoio à tomada de decisão estratégica dentro da empresa, sendo o responsável por preparar, programar, planejar e controlar. Portanto, além do planejamento, cabe também ao PCM, a tomada de decisões corretivas para que a diretriz principal seja seguida. (SOARES, 2019).

TELES [s.d.] define dez características que atestam que o PCM é inexistente ou ineficiente dentro de uma empresa, são elas:

1. Altos índices de manutenção corretiva;
2. Ausência de indicadores;
3. Alto índice de retrabalho;
4. Ausência de metas;
5. Manutenção Preventiva e Preditiva com baixos índices ou inexistentes;
6. Altos custos;
7. Equipe sobrecarregada;
8. Falta frequente de peças de reposição e materiais para execução das atividades;
9. Altos índices de horas extras;
10. Desconhecimento da Disponibilidade e Confiabilidade dos ativos.

O PCM engloba várias atividades dentro da indústria, Soares (2019 *apud* Branco Filho, 2008), define essas como sendo:

- a) Definir e atualizar indicadores,
- b) Atualizar documentação técnica dos equipamentos;
- c) Formar relação dos sobressalentes existentes e peças de reposição para manter em estoque;
- d) Atualizar os planos de manutenção;
- e) Verificar solicitações de atividades da operação e inspeções realizadas pelo inspetor de área, a fim de que essas solicitações e anomalias detectadas em inspeção se transforme em ordens de serviço;
- f) Registrar o histórico técnico dos equipamentos, levando em consideração melhorias e manutenções realizadas no mesmo;
- g) Organizar e analisar periodicamente os relatórios gerenciais de manutenção;
- h) Fazer os processos de abertura e fechamento de ordens de serviço;
- i) Dar suporte à tomada de decisão gerencial.

O bom planejamento de manutenção começa com uma boa inspeção de campo, portanto é imprescindível que as inspeções e check-lists sejam realizados periodicamente. Todos os relatos devem chegar ao planejador e esse definirá o grau de urgência do serviço, verificará os materiais necessários para realização deste, definirá o executante do serviço e então agendará a atividade. Calligaro (2003) afirma que uma hora gasta em planejamento da manutenção, economiza três horas na fase da execução.

Outro fator primordial para o bom funcionamento do setor é a utilização das ordens de serviços dentro da manutenção. A ordem de serviço (OS) serve para dizer ao executante as seguintes informações da sua atividade: o que, onde e quando. Em contrapartida, a OS também é o documento no qual o executante descreve: o que foi feito, quando foi feito, quem fez, qual(is) material(is) foram utilizados. A figura 4 mostra um exemplo de ordem de serviço.

Figura 4 - Modelo de Ordem de Serviço

ORDEM DE SERVIÇO		
SOLICITANTE:		DATA PROGRAMADA:
EQUIPAMENTO:		
LOCALIZAÇÃO:		
TIPO DE MANUTENÇÃO:		STATUS:
DESCRIÇÃO DA SOLICITAÇÃO:		
OBSERVAÇÕES:		
APONTAMENTO DA EXECUÇÃO:		
MANTENEDOR:	DATA /HORA INICIO:	DATA /HORA FIM:
	/ / : :	/ / : :
MANTENEDOR:	DATA /HORA INICIO:	DATA /HORA FIM:
	/ / : :	/ / : :
MANTENEDOR:	DATA /HORA INICIO:	DATA /HORA FIM:
	/ / : :	/ / : :
DESCRIÇÃO DO SERVIÇO REALIZADO:		
MATERIAIS / DIVERSOS:		
DESCRIÇÃO:	QUANTIDADE.:	

Fonte: Autoria Própria (2021)

2.3.1 Planejamento da Manutenção

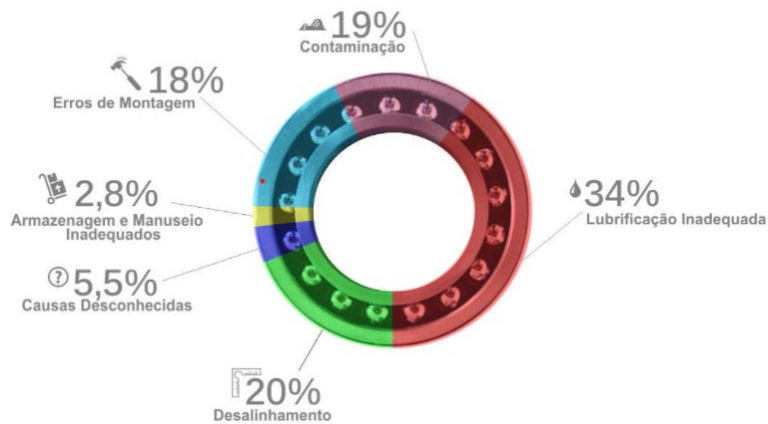
Segundo Teles [s.d.] é a etapa responsável pela documentação de todos os trabalhos de manutenção, contemplando procedimentos de segurança, procedimentos operacionais e a criação e detalhamento dos planos de manutenção elencados abaixo:

- a) Plano de Manutenção Preventiva;
- b) Plano de Manutenção Preditiva;
- c) Plano de Lubrificação;
- d) Plano de Inspeção Sensitiva.

O plano de manutenção preventiva e o plano de manutenção preditiva são responsáveis por garantir a disponibilidade do equipamento. Wireman (1998) afirma que se o plano de manutenção preventiva não for bem-sucedido, o resto também não será. Por isso, a importância de se elaborar um plano preventivo e preditivo focado nas características de cada equipamento, seguindo recomendações dos fabricantes.

Já o planejamento de lubrificação é parte atuante na solução dos problemas em rolamentos. Teles [s.d.] afirma que 54% das falhas em rolamentos são ocasionadas por falhas de lubrificação. O plano de lubrificação deve conter os pontos de lubrificação, os lubrificantes e as quantidades corretas e a periodicidade entre lubrificações. Além disso, o responsável por executar a lubrificação deve ter conhecimento técnico acerca do manuseio dos lubrificantes e do controle de contaminação.

Figura 5 - Principais causas de falhas em rolamentos
Principais causas de falhas em rolamentos.



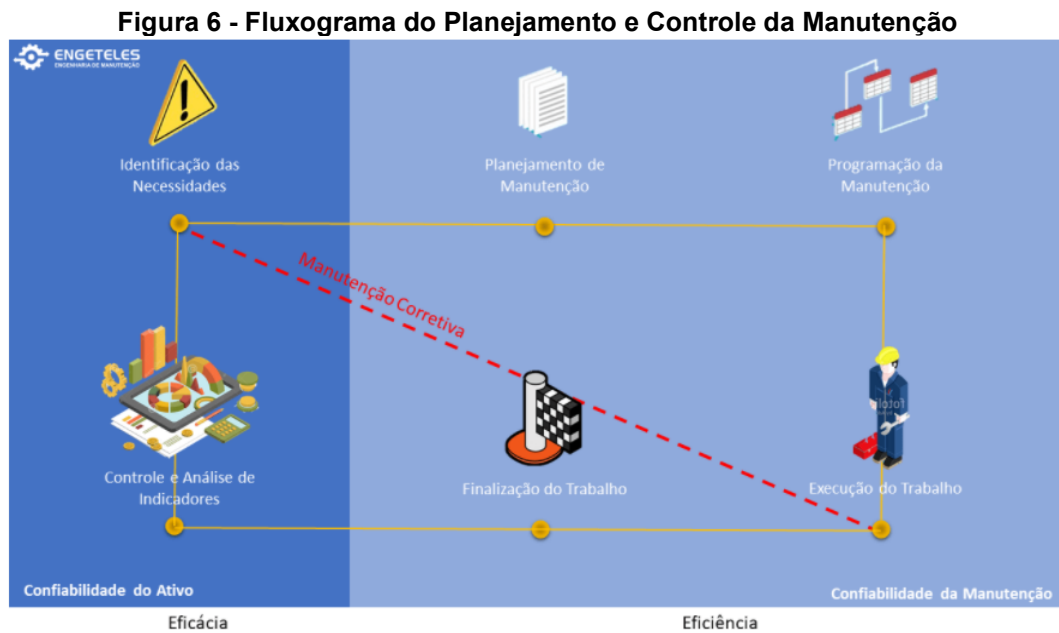
Fonte: Teles [s.d.]

2.3.2 Programação da Manutenção

A programação é a etapa na qual se define quando irá fazer. A programação de serviços é reflexo de um planejamento benfeito, uma vez que as ordens de serviço planejadas são geradas a partir dos planos de manutenção definidos na etapa de planejamento.

Se o índice de atividades não planejadas estiver alto, isso é sinal de que estão havendo muitas atividades corretivas, e conseqüentemente, baixa indisponibilidade do equipamento. Além disso, quando uma atividade é programada o executante se prepara previamente para a tarefa, fazendo com que, geralmente, esta seja executada

de maneira mais assertiva e ágil. A figura 6 demonstra o fluxo de trabalho do PCM quando a manutenção corretiva é executada com altos índices.



2.3.3 Controle da Manutenção

O controle é o ato de medir e analisar tudo que foi feito. Teles afirma que é nessa etapa que a estratégia utilizada pelo PCM é validada. Se os resultados estiverem dentro do que é esperado pela empresa então é sinal de que o setor de planejamento e controle de manutenção está no caminho certo. Entretanto se os resultados não estão em concordância com os esperados é hora de corrigir as estratégias e mudar o rumo.

Para analisar os números da manutenção são utilizados alguns indicadores de acordo com a importância destes dentro de cada organização. Os indicadores mais comuns são: a disponibilidade, o tempo médio entre falhas (MTBF – *Mean Time Between Failure*), o tempo médio de reparo (MTTR – *Mean Time to Repair*), a porcentagem de atividades por tipo de manutenção e os custos da manutenção.

A grande maioria das empresas possuem sistemas informatizados para auxiliar o PCM na execução das suas funções. Esses sistemas são conhecidos como CMMS (*Computerized Maintenance Management Systems* – Sistemas Computadorizados de Gerenciamento de manutenção).

2.4 Sistemas informatizados de gerenciamento de manutenção

O avanço tecnológico promoveu a criação de sistemas de gerenciamento para os mais variados tipos de atividade, dentre elas a manutenção. Inicialmente, os sistemas conhecidos como CMMS, abordavam especificamente a manutenção, com ênfase nas ordens de serviços e registros das atividades. Com o passar do tempo os sistemas dos diferentes setores começaram a se unificar, e cada vez mais, a tendência é de que os sistemas dentro de uma empresa se tornem unificados, estes são conhecidos com *Enterprise Resource Planning* (ERP) (KARDEC; NASCIF, 2009)

A manutenção precisa ser controlada do o início (cadastro de ativos), ao fim (análise de indicadores e controles), portanto a necessidade de sistemas informatizados para que informações não se percam é gritante (VIANA,2002). Atualmente, a maioria das empresas fazem uso de algum software CMMS para o gerenciamento de sua manutenção.

Existe uma ampla gama de sistemas informatizados de gerenciamento de manutenção. Esses sistemas variam de simples programas em Excel, até sofisticados softwares estrangeiros. A escolha do CMMS mais adequado esbarra em questões como: porte empresarial, objetivo ao se controlar a manutenção, sistema operacional utilizado, assistência técnica fornecida, rotinas utilizadas, possibilidade de customização, facilidade de aprendizado e integração entre os setores da empresa. (KARDEC; NASCIF, 2009; VIANA, 2002)

Viana (2002) define os objetivos de um sistema de manutenção como sendo os seguintes:

- a) Organizar e padronizar procedimentos;
- b) Facilitar a obtenção de informações como histórico do equipamento, características técnicas, dentre outras;
- c) Gerenciar planos preventivos para que esses gerem ordens de serviços automáticas;
- d) Aumentar a produtividade da manutenção;
- e) Fornecer relatórios de indicadores selecionados.

Segundo Wireman (1998), a maioria das organizações utilizam os sistemas informatizados de gerenciamento da manutenção de maneira ineficaz. O autor aponta algumas das causas desse fato como sendo: implementação incompleta do CMMS, falta de treinamento dos usuários, informação incompleta, falta de recursos, a não

utilização das informações fornecidas pelo CMMS e baixa aceitação dentro da empresa. Por isso, é imprescindível que a organização passe pelo período de adaptação e implementação dos sistemas e que seus colaboradores entendam a real importância dos sistemas de gerenciamento, de modo que estes sejam utilizados da melhor maneira possível, agregando todos seus recursos ao setor.

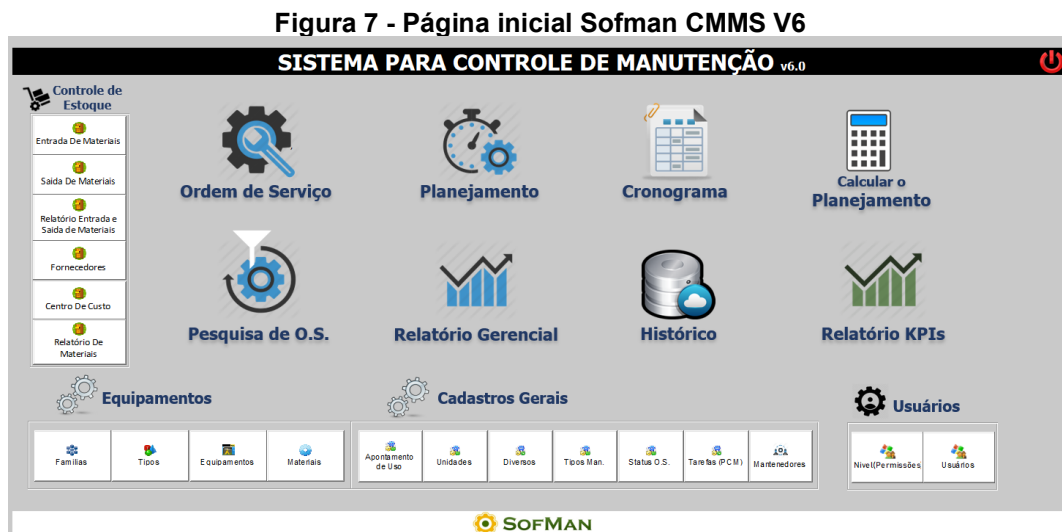
Uma vez instaurados os processos dentro de um sistema de gerenciamento de manutenção, cabe aos colaboradores do PCM alimentar o sistema, selecionar as informações e fazer análises dos relatórios e indicadores fornecidos pelo sistema. Portanto, os CMMS são grandes aliados do profissional de planejamento e controle de manutenção.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1 Materiais e métodos

O presente trabalho seguirá metodologia de implantação de PCM de acordo com os passos recomendados pela literatura por renomados autores na área, dentre eles: Viana, Kardec, Nascif e Teles.

Para o trabalho em questão, foi adquirido pela empresa um CMMS básico na plataforma Excel, o Sofman CMMS V.6. A escolha deste justifica-se pela simplicidade no uso e por atender as expectativas orçamentárias do momento. O software é bem completo no que diz respeito ao gerenciamento da manutenção, trazendo módulos de cadastro de equipamentos, cadastro de plano de manutenção preventiva, controle de estoque de peças de reposição, indicadores de custo, MTBF e MTTR e Homem-hora. Além dessas funções, o sistema ainda possui um módulo completo de emissão e fechamento de ordens de serviço e relatórios de ordens encerradas. Na figura 7 está demonstrada a página inicial do sistema.



Fonte: Print Screen do Sofman CMMS V6

O primeiro passo para a implantação do PCM será o cadastro dos equipamentos seguindo a sua numeração no sistema de automação com o prefixo de acordo com o tipo de equipamento, por exemplo o motor 104 no sistema de automação será nomeado como sendo MOT-104, e o redutor acoplado a este motor será nomeado de RED-104. No quadro 1 estão explanados os prefixos adotados de acordo com o tipo do equipamento.

Quadro 1 - Prefixos utilizados para tagueamento

SIGLA	EQUIPAMENTO
ACD	Ar Condicionado
BBA	Bomba
CAL	Caldeira
CON	Condensador
CPA	Compressor de Ar
DES	Desaerador
GER	Gerador
MOT	Motor
RED	Redutor
ROS	Rosca
SFG	Soprador de Fuligem
TOR	Torre de Resfriamento
TRA	Transporte de Correias
TUR	Turbina
VEN	Ventilador
VRT	Válvula Rotativa
VVL	Válvula

Fonte: Autoria Própria (2021)

Terminado o cadastro dos equipamentos, serão cadastrados os manutentores e os acessos de cada pessoa no sistema. Também será dado início à emissão e fechamento de ordens de serviço, para que um histórico técnico de intervenções de cada equipamento seja criado.

Outro passo importante para a criação de um sistema de planejamento e controle da manutenção eficaz é a criação do plano preventivo e posterior cadastro no CMMS, de modo que este gere as ordens de serviço automaticamente. Além do plano preventivo, será criado o plano de lubrificação e as rotas de inspeções sensitivas.

Depois de instauradas as rotas de inspeções sensitivas, o fluxograma de planejamento de atividades será o seguinte: a operação terá um livro para anotar as solicitações de serviços, além disso toda semana serão feitas as inspeções em toda a indústria. Após concluídas as inspeções, o autor deste trabalho examinará todas as anomalias encontradas e as solicitações da operação, e selecionará, de acordo com a urgência, as atividades para serem programadas para a próxima semana. Essa lista de atividades será apresenta ao supervisor da área que fará as correções necessárias. Após definidas as atividades a serem executadas, a programação das atividades será feita e colocada em mural até a sexta-feira da semana antecessora à

semana da programação. Todas as ordens de serviço serão emitidas com antecedência e deverão ser fechadas e entregues até a segunda-feira da semana subsequente à programação. As ordens que por algum motivo não forem executadas deverão ser justificadas e os desvios do cronograma serão apresentados ao gestor da área.

Um controle paralelo ao CMMS será criado com o intuito de medir a disponibilidade geral da planta. Todas as vezes que a geração for interrompida por algum motivo, o operador do supervisório – controle do processo por meio da automação da usina - anotarà no livro o horário de parada e o horário de retorno. Com base nessas informações, será preenchido no dia seguinte a planilha de indicador de disponibilidade. Como descrito anteriormente, a disponibilidade será o parâmetro de referência para avaliar o resultado da implementação do PCM na termoeletrica.

A fim de ter maior controle financeiro da manutenção e de peças de reposição foi implementado o controle de gastos da manutenção. Este foi dividido em três centros de custos: Manutenção, Ferramentas e Melhorias. Estes serão controlados separadamente em relação ao CMMS, essa divisão será feita para que futuramente sejam controlados também os outros custos operacionais da usina por meio do mesmo arquivo no Excel. Ademais, o controle de estoque e peças de reposição também será feito. O quadro 2 contém o cronograma de execução das etapas de implementação:

Quadro 2 - Cronograma de atividades

ATIVIDADES	MÊS 1	MÊS 2	MÊS 3	MÊS 4	MÊS 5
ADAPTAÇÃO AO CMMS	X				
CADASTRO DE EQUIPAMENTOS	X				
criação e implementação do controle de custos	X				
IMPLEMENTAÇÃO DE ORDENS DE SERVIÇO	X	X	X	X	X
ATUALIZAR DISPONIBILIDADE	X	X	X	X	X
REVISÃO LITERÁRIA		X			
DIVISÃO DE ÁREAS		X			
criação de plano preventivo		X			
criação de plano de lubrificação		X			
CADASTRO PLANOS NO SISTEMA			X		
IMPLEMENTAÇÃO ROTINAS INSPEÇÃO			X		
IMPLEMENTAÇÃO PROGRAMAÇÃO SEMANAL				X	
REVISÃO DO PLANO PREVENTIVO E DE LUBRIFICAÇÃO				X	
criação de sistema de controle de estoque				X	
CADASTRO DE PRODUTOS E FORNECEDORES SISTEMA DE ESTOQUE				X	

IMPLEMENTAÇÃO COMPLETA DO SISTEMA DE ESTOQUE					X
COMPARAÇÃO DE RESULTADOS DE DISPONIBILIDADE E CUSTOS					X

Fonte: Autoria Própria (2021)

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro passo foi criar um método para efetuar o cálculo da disponibilidade de produção da usina para que se pudesse comparar os dados iniciais com os dados finais. Para o cálculo foi utilizado o livro ata da operação, neste, todos os horários de parada são anotados, a fim de relatar os acontecimentos do turno. A partir desses relatos, o tempo de máquina ociosa começou a ser computado. Este valor computado, dividido pelo número de horas totais do mês passou a ser o indicador de disponibilidade da usina em porcentagem. Todavia, para o cálculo, apenas as horas de paradas não programadas são computadas.

Tendo feito isso, iniciou-se o cadastro e tagueamento de todos os equipamentos da planta. O CMMS utilizado, possibilita a inserção de três níveis hierárquicos dentro do sistema, sendo eles: Família, Tipo e Equipamento. Além desses, ainda é possível inserir informações a respeito da localização do equipamento na planta, fabricante, modelo, centro de custos e situação do ativo.

O primeiro passo foi a definição das famílias que viriam a compor o conjunto geral da usina, ao todo foram formadas nove famílias. O critério utilizado para a definição das famílias foi a função primordial dos equipamentos, por exemplo, a Família Pátio engloba todos os equipamentos responsáveis pelo abastecimento de biomassa na caldeira, já a Família Tratamento de Gases envolve os equipamentos de exaustão e “limpeza” dos gases da combustão e assim por diante. O quadro 3 demonstra toda a divisão.

Quadro 3 - Divisão das Famílias

NOMENCLATURA	DESCRIÇÃO
PÁTIO	Alimentação da caldeira
CALDEIRA	Caldeira e acessórios
CONJUNTO GERAÇÃO	Equipamentos diretos da geração
ELÉTRICO	Elétrica em geral
TRATAMENTO DE GASES	Tiragem e tratamento de gases
SISTEMA DE RESFRIAMENTO DE ÁGUA	Resfriamento de água para conjunto geração
TRATAMENTO DE ÁGUA	Tratamento de água caldeira e lavador de gases
CIVIL	Manutenção Predial
PROCESSAMENTO DE MADEIRA	Linha de produção de cavaco (picagem)

Fonte: Autoria Própria (2021)

Os tipos de equipamento são o que cada equipamento é efetivamente: motor, redutor, bomba, moega, turbina, gerador, etc. Já o equipamento contempla toda a descrição (prefixo e numeração do ativo) e é o nível final de cadastro. Durante o cadastro dos equipamentos procurou-se colocar o maior número de informações possíveis para que o banco de dados ficasse completo e se tornasse fonte de consulta. A figura 8 demonstra um exemplo de cadastro de equipamento. Além do cadastro de equipamentos no CMMS, iniciou-se o trabalho de catalogação de componentes de cada equipamento (rolamentos, mancais, retentores, correias, etc.).

Figura 8 - Cadastro de Equipamentos Sofmann

Cadastro de Equipamentos

IDENTIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO	DATA CADASTRO
SYN-CAL 01	CALDEIRA	08/05/2020 04:00:02

LOCALIZAÇÃO
CALDEIRA

COMPLEMENTO

MARCA	MODELO	Nº SERIE	FABRICANT
H BREMMER	LINGODIN 43KGF/CM ² - 25TON/HR	1471	H BREMMER

FAMILIA CALDEIRA **TIPO** CALDEIRA

CENTRO DE CUSTO MANUTENÇÃO **STATUS** ATIVO

LISTAGEM

IDENTIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO	LOCALIZAÇÃO
SYN-ACD 01	AR CONDICIONADO	SALA DE PAINÉIS
SYN-ACD 02	AR CONDICIONADO	SALA DE PAINÉIS
SYN-ACD 03	AR CONDICIONADO	SALA DE PAINÉIS
SYN-ACD 04	AR CONDICIONADO	SALA DO SUPERVISÓRIO
SYN-BAR 01	BARRACÃO ARMAZENAGEM CAVACO	BARRACÃO DE CAVACO
SYN-BBA 01	BOMBA DE COMBATE À INCÊNDIO	CASA DE BOMBA
SYN-BBA 144	BOMBA 144	EMBAIXO CONDENSADOR

Novo Salvar Excluir **Registro Alterado com Sucesso!** 161

ESCALA DE TRABALHO

DIA SEMANA
 SEG TER QUA QUI SEX SÁB DOM
 seg;ter;qua;qui;sex;sab;dom

HORA INICIO 00:00:00 **HORA** 23:59:00

Novo Salvar Excluir

Fonte: Autoria Própria (2021)

Terminados os cadastros de equipamentos, foram cadastrados os mantenedores no software e as ordens de serviços (OS) começaram a ser emitidas para preenchimento da equipe.

O próximo passo foi a elaboração do plano de manutenção preventiva. Durante semanas foram avaliadas as principais necessidades da planta e então criou-se um plano inicial de manutenções preventivas para atuar nesses pontos. Alguns exemplos são a limpeza e inspeção semanal das calhas de cabos elétricos (estas sempre estavam com muita serragem e ocasionavam falhas nos motores com frequência), reaperto e limpeza dos painéis elétricos trimestralmente, desmontagem do radiador do compressor e limpeza do mesmo para melhor refrigeração e evitar desarmes por temperatura trimestralmente, dentre outros. Este plano foi passando por avaliações trimestrais até que ao final de nove meses o plano estava pronto.

Figura 9 - Plano de Manutenção Preventiva

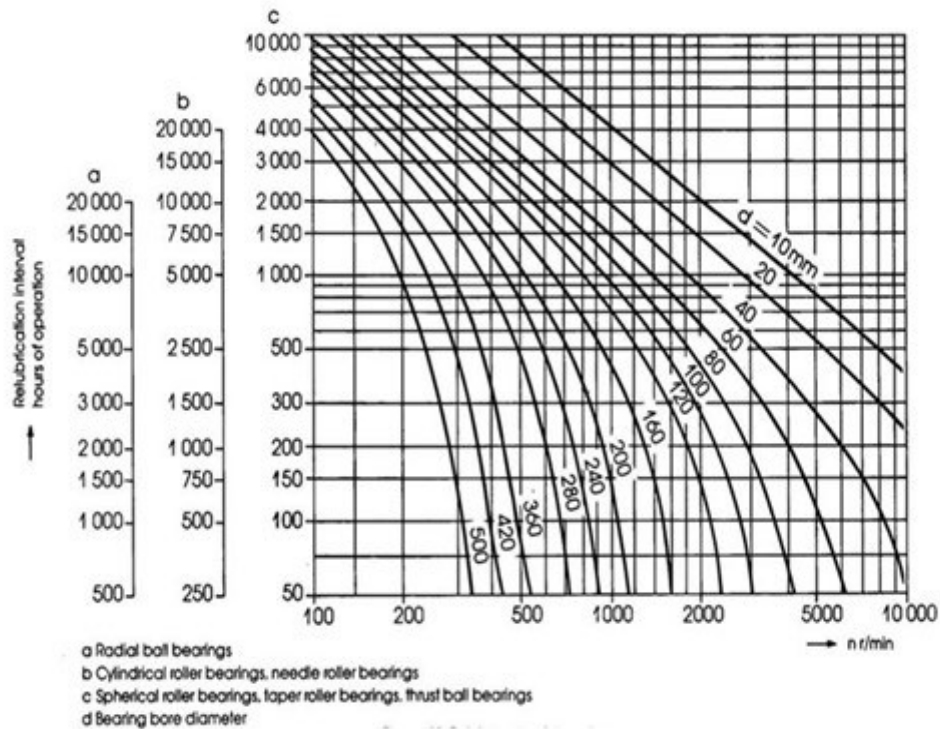
EQUIPAMENTO	PLANO DE MANUTENÇÃO
SYN-ACD 01 - AR CONDICIONADO	LIMPEZA AR CONDICIONADO 01
SYN-ACD 03 - AR CONDICIONADO	LIMPEZA AR CONDICIONADO 03
SYN-ACD 04 - AR CONDICIONADO	LIMPEZA AR CONDICIONADO 04
SYN-BBA 01 - BOMBA DE COMBATE À INCÊNDIO	TESTE BOMBA COMBATE DE INCÊNDIO
SYN-BBA 22 - BOMBA 22 LAVADOR DE GASES	PLANEJAMENTO BOMBAS LAVADOR DE GASES
SYN-BBA 23 - BOMBA 23 DO LAVADOR DE GASES	PLANEJAMENTO BOMBAS LAVADOR DE GASES
SYN-BBA 92 - BOMBA 92 DO LAVADOR DE GASES	PLANEJAMENTO BOMBAS LAVADOR DE GASES
SYN-BBA 93 - BOMBA 93 DO LAVADOR DE GASES	PLANEJAMENTO BOMBAS LAVADOR DE GASES
SYN-CCM 01 - SALA DE PAINÉIS/SUPERVISÓRIO	LIMPEZA E REAPERTO PAINÉIS
SYN-CPA 01 - COMPRESSOR DE AR	LIMPEZA COMPRESSOR
SYN-GER 02 - GERADOR DIESEL	TESTES GERADOR DIESEL
SYN-INS 01 - INSPEÇÃO	INSPEÇÃO FERRAMENTAS ELETRICAS
SYN-INS 01 - INSPEÇÃO	INSTRUMENTAÇÃO
SYN-INS 01 - INSPEÇÃO	LIMPEZA DE CALHAS
SYN-INS 01 - INSPEÇÃO	PLANEJAMENTO DIÁRIO DE INSPEÇÕES DIA
SYN-INS 01 - INSPEÇÃO	PLANEJAMENTO DIÁRIO DE INSPEÇÕES NOITE
SYN-PIC 02 - PICADOR DE BIOMASSA 02	ROTINAS PICADOR DIA
SYN-PIC 02 - PICADOR DE BIOMASSA 02	ROTINAS PICADOR NOITE

Fonte: Autoria Própria (2021)

Terminado o cadastro do plano preventivo, deu-se início na concepção do plano de lubrificação. Para o plano de lubrificação foi utilizada a expertise do mecânico sênior da usina aliada ao método encontrado no site da Mobil (uma das principais marcas de lubrificantes do mundo).

Para utilização do gráfico abaixo, o primeiro passo é determinar o tipo de rolamento. Tendo feito isso, é necessário saber o diâmetro do eixo no qual o rolamento está inserido. Por fim, determina-se a quantidade de revoluções por minuto do rolamento. Com essas informações, é possível determinar em horas o intervalo de relubrificação de cada equipamento.

Figura 10 - Intervalo de lubrificação



Fonte: Russo [s.d.]

Além do intervalo de relubrificação, foi utilizada a fórmula sugerida pela mesma fabricante para determinar a quantidade de graxa a ser aplicada em cada equipamento. Na fórmula, G é a quantidade de graxa em gramas, D é o diâmetro do rolamento em milímetros e B é a largura do rolamento também em milímetros.

Equação 1 - Determinação de quantidade de graxa por relubrificação

$$G = 0.005 \times D \times B$$

Fonte: Russo [s.d.]

O tipo de lubrificante utilizado em cada equipamento foi definido de acordo com as características de cada aplicação, procurando manter os produtos que já eram utilizados a fim de facilitar o trabalho do lubrificador. Antes do plano de lubrificação eram utilizados cinco tipos de graxas diferentes, após a conclusão do plano ficou determinado que seriam usados apenas três tipos de graxas: uma grafitada para equipamentos que trabalham em alta temperatura, uma à base de lítio com pouco aditivos para equipamentos com menor grau de importância e uma outra graxa à base de lítio também, porém com mais aditivos para os equipamentos vitais da usina.

Outro problema recorrente com a lubrificação era a contaminação das graxas e a mistura das graxas nas engraxadeiras utilizadas para a lubrificação. Para sanar esse tipo de problema foi transformada uma antiga sala desocupada em sala de lubrificação. Nesta sala todos os lubrificantes e ferramentas foram identificados e organizados. Na figura 11, encontra-se o exemplo do plano de lubrificação e na figura 12 a sala de lubrificação.

Fotografia 1 - Exemplo plano de lubrificação



PONTO 1



PONTO 2

Ponto	Graxa	Periodicidade	Quantidade
1	Marfak MP2	Quinzenal	44g
2	Marfak MP2	Quinzenal	44g
Motor	Marfak MP2	Trimestralmente	29g

Fonte: Autoria Própria (2020)

Fotografia 2 - Nova sala de lubrificação



Fonte: Autoria Própria (2021)

Após a finalização do plano de lubrificação, esse e, o plano de manutenção preventiva foram cadastrados no CMMS de manutenção. Estando no sistema, as

ordens de serviços referentes aos dois planos passaram a ser emitidas automaticamente pelo sistema, fazendo com que os intervalos predeterminados fossem cumpridos fielmente.

O próximo passo foi a criação de uma rotina de inspeção que englobasse toda a planta da usina. A rotina de inspeção levou em conta também a localização dos equipamentos dentro da fábrica, de maneira que o deslocamento do inspetor fosse otimizado. Um mecânico foi promovido à inspetor, e este passou a executar a rotina de inspeções semanalmente. Com base no feedback das inspeções semanais, passou a ser feita a programação da semana seguinte.

O fluxo do processo funciona da seguinte forma: o inspetor começa a realizar a rota na segunda-feira e até quinta-feira de manhã as rotinas estão entregues para que a programação da semana seguinte seja feita. Além das demandas trazidas pelas rotas de inspeção, também são analisadas as solicitações da operação e incluídas na programação. O cronograma de serviços é colocado à disposição da equipe de manutenção até o final da sexta-feira, com o intuito de que todos comecem a semana seguinte com suas atividades direcionadas.

Figura 11 - Modelo da nova rotina de inspeção

Inspeção de manutenção					
Data		Inspetor			
Equipamento	Item	Inspeção	Sim	Não	N/A
Linha Picador	Moega de cascas	Estrutura ok?			
		Motor moega apresenta vibração?			
		Rolamentos motor moega apresentam vibração?			
		Correias moega estão ok?			
		Pólias ok?			
		Proteção correias moega ok?			
		Correias moega estão ok?			
		Mancais moega estão ok?			
		Rolamentos moega estão ok?			
		Rosca helicoidal apresenta helicoides gastos?			
		Rosca helicoidal apresenta helicoides tortos?			
		Correia transportadora está alinhada?			
		Correia Transportadora apresenta anomalias?			
		Mancais esteira estão ok?			
		Rolamentos esteira estão ok?			
		Calha esteira ok?			
		Rolo movido ok?			
		Rolo tração ok?			
		Motor esteira apresenta vibração?			
		Rolamentos motor esteira apresentam anomalia?			
Redutor esteira apresenta vibração?					
Rolamentos redutor esteira apresentam anomalia?					
Correias estão ok?					
Acoplamento esteira ok?					
Barracão de cavaco	Estrutura	Apresenta danos nas paredes?			
		Estrutura metálica apresenta danos			
		Calhas de água estão danificadas?			
		Iluminação do barracão funcionando?			
		Telas laterais ok?			
		Rede de média tensão apresenta danos?			
Moega 01	Roscas	Helicoides Rosca 104A estão danificados?			
		Helicoides Rosca 105A estão danificados?			
		Tubo rosca 104A está danificado?			
		Tubo rosca 105A está danificado?			
		Mancais rosca 104A estão ok?			
		Mancais rosca 105A estão ok?			
		Rolamentos rosca 104A estão ok?			
		Rolamentos rosca 105A estão ok?			
	Conjunto Motor//Redutor	Motor 104A apresenta vibrações?			
		Motor 104A apresenta aquecimento?			
		Rolamentos motor 104A estão ok?			
		Redutor 104A apresenta vazamento?			
		Nível de óleo 104A ok?			
		Redutor 104A apresenta vibração/ruído?			
Limpeza dos equipamentos ok?					

Fonte: Autoria Própria (2021)

Figura 12 - Programação semanal de manutenção

Planejamento Semanal de Manutenção				Mês: Outubro Semana: 2
Data	Quem	Onde	Atividade	
13/10/2021	Daniel	Oficina de montagem	Esticar helicoides da rosca reserva do silo pulmão	
13/10/2021	Eduardo	Picador	Reaperto geral dos parafusos do picador	
13/10/2021	Eduardo/Jorge	Peneira de discos 08	Trocar óleo do redutor da peneira	
13/10/2021	Adilson	Instrumentação	Fazer relação de válvulas utilizadas na área (eletropneumáticas, hidráulica, solenóides, etc)	
13/10/2021	Adilson	Afiação	Afiar facas do picador	
13/10/2021	Eduardo/Jorge	Soprador de Fuligem 109	Trocar gaxeta da lança do soprador	
13/10/2021	Adilson	Gerador Diesel	Testes gerador diesel	
13/10/2021	Adilson	Rosca 009	Arrumar fixação do eletroduto de acionamento do motor	
13/10/2021	Eduardo	Picador	Colocar parafusos na proteção do motor do rolo de entrada do picador	
13/10/2021	Luis	Poço Lavador de Gases	Instalar bomba dosadora de produto químico no tanque do lavador de gases	
13/10/2021	Izaías	Picador	Trocar facas do picador	
13/10/2021	Luis	Mexedor 056A	Acertar badalo do silo pulmão	
13/10/2021	Izaías	Afiação	Afiar facas do picador	
13/10/2021	Izaías	Ferramentas elétricas	Revisão geral nas ferramentas elétricas, troca de plugs danificados de extensões, refletores	
13/10/2021	Luis	Almoarifado	Consertar goteiras no telhado do almoarifado	
14/10/2021	Luis	Peneira de discos 09	Fabricar corrimão para plataforma do redutor da peneira	
14/10/2021	Daniel	Oficina de montagem	Preencher rosca reserva do silo pulmão e iniciar recuperação da rosca retirada do silo	
14/10/2021	Emerson	Afiação	Afiar facas do picador	
14/10/2021	Emerson/Eduardo	Mexedor 070	Troca retentor do redutor (90X120X13)	
14/10/2021	Eduardo	Máquina	Fazer checklist máquina	
14/10/2021	André	Afiação	Afiar facas do picador	
14/10/2021	André	Picador	Trocar facas do picador	
14/10/2021	André	Oficina mecânica	Pintar mancais utilizados da grelha	
14/10/2021	André	Central de resíduos	Pintar lixeiras da central de resíduos de preto (estopa e correias)	
14/10/2021	Emerson	Bombas 22 e 92	Limpeza completa nas bombas	
15/10/2021	Daniel	Oficina montagem	Finalizar recuperação de rosca do silo pulmão	
15/10/2021	Luis	Moega 03	Fabricar proteção para as correias e acionamento da moega 03 e instalar	
15/10/2021	Adilson	Oficina mecânica	Trocar rolamentos do induzido que está para revisão	
15/10/2021	Adilson	Área	Inspeção elétrica geral	
15/10/2021	Adilson	Afiação	Afiar facas	
15/10/2021	Eduardo	Bombas 23 e 93	Limpeza completa nas bombas	
15/10/2021	Eduardo	Bomba 15cv	Limpeza na válvula de retenção da bomba	
15/10/2021	Adilson	Afiação	Afiar facas do picador	
15/10/2021	Izaías	Afiação	Afiar facas do picador	
15/10/2021	Izaías	Picador	Trocar facas do picador	
15/10/2021	Izaías	Oficina montagem	Rebocar pedaços faltantes da oficna	
16/10/2021	Emerson	Instrumentação	Limpeza nas eletroválvulas e sensores da área	
16/10/2021	Emerson	Ar condicionado CCM 01 e 02	Limpeza na parte interna dos equipamentos 1 e 2 (filtro)	
16/10/2021	Emerson	Afiação	Afiar facas do picador	
16/10/2021	André	Eletrocalhas	Bater ar nas eletrocalhas da planta	
17/10/2021	Adilson	Ar condicionado CCM03	Limpeza na parte interna do equipamento (filtro)	
17/10/2021	Adilson	Ar condicionado Operação	Limpeza na parte interna do equipamento (filtro)	
17/10/2021	Adilson	Ar condicionado Sala	Limpeza na parte interna do equipamento (filtro)	
17/10/2021	Izaías	Afiação	Afiar facas do picador	
17/10/2021	Izaías	Iluminação	Inspeção geral iluminação da planta	
17/10/2021	Izaías	Oficina montagem e mecânica	Limpeza e organização oficinas (Escala)	

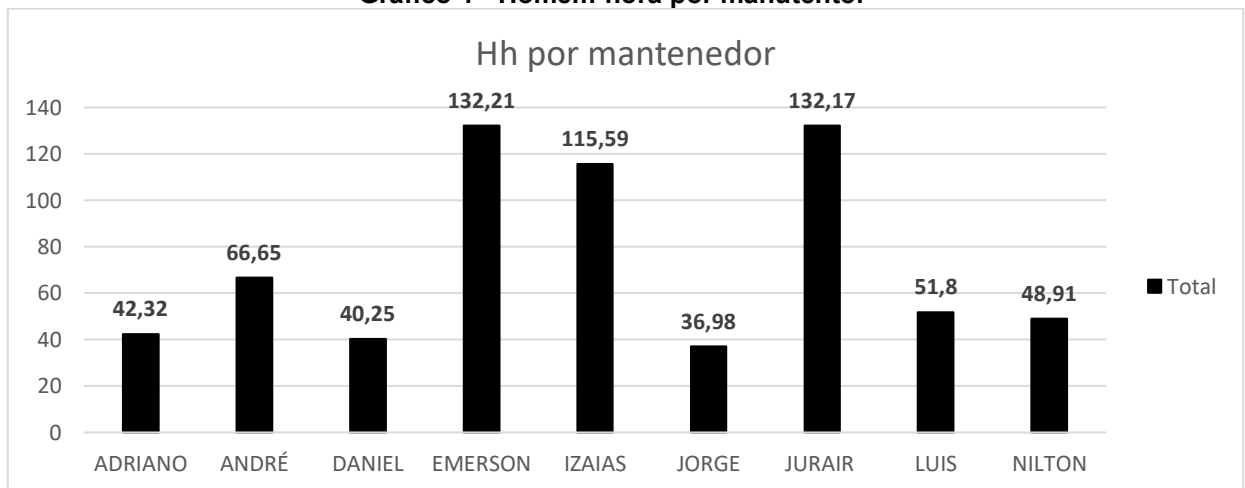
Fonte: Autoria Própria (2021)

Uma vez que o sistema estava todo alimentado, selecionaram-se alguns indicadores para análise e tomada de decisão do PCM. Os indicadores selecionados foram o homem-hora por mantenedor, o percentual de ordens abertas e fechadas, divisão das ordens de serviço por categoria e o gráfico de pareto de falhas por equipamentos. Os KPI's (*Key Performance Indicators* – Indicadores Chave de

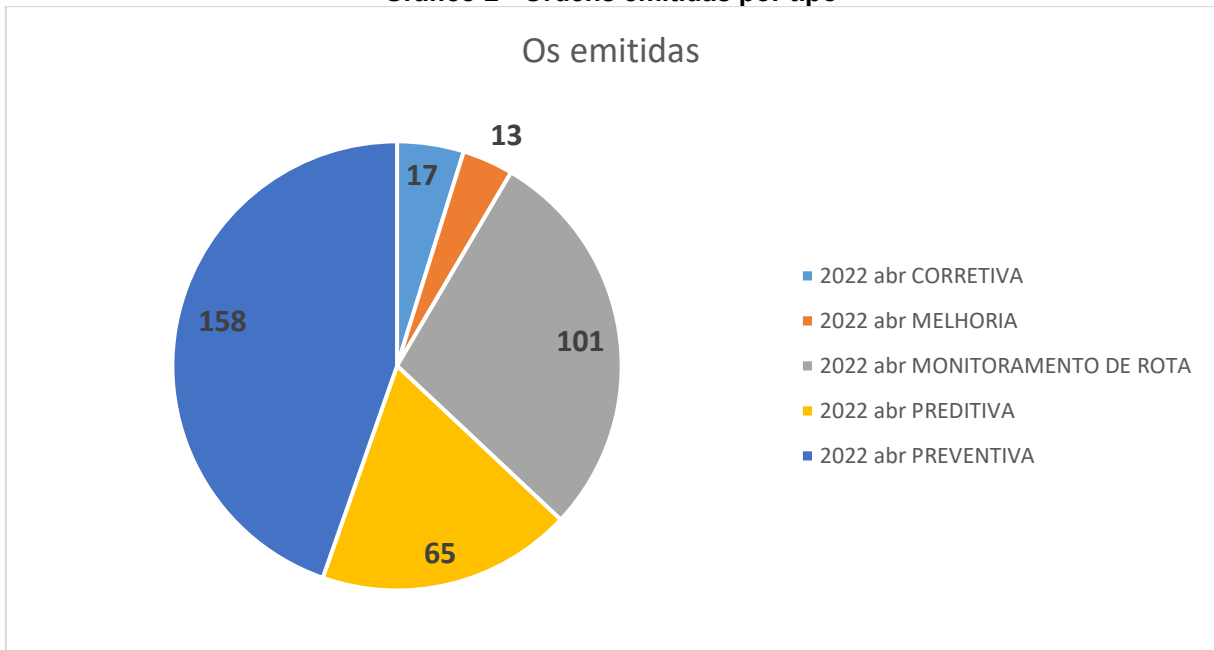
Performance) de manutenção passaram a ser atualizados e acompanhados semanalmente dentro do setor do PCM.

Os indicadores de homem-hora e percentual de ordens abertas/fechadas auxiliou na divisão das tarefas durante a elaboração dos cronogramas semanais. De acordo com a quantia de horas trabalhadas de cada integrante da equipe foi possível tirar a sobrecarga de alguns funcionários e dividir essas tarefas com outros colaboradores que estavam com a carga horária mais ociosa. Já o gráfico de Pareto de falha por equipamento, fornece uma visão de quais equipamentos estão tendo mais intervenções devido às quebras. Com essa informação é possível investigar a causa raiz do problema e encontrar a solução para este. Por fim, a divisão das ordens de serviço por tipo de manutenção é um retrato de como têm sido o dia a dia do setor manutenção. Se este indicador demonstra um alto número de preventivas, preditivas e monitoramentos de rotas, significa que o PCM juntamente com a equipe de campo está desempenhando bem o seu trabalho. Entretanto, se o número de atividades corretivas está alto, é sinal de que a “saúde” da planta não está bem. Os indicadores de manutenção passaram a ser atualizados e acompanhados semanalmente dentro do setor do PCM.

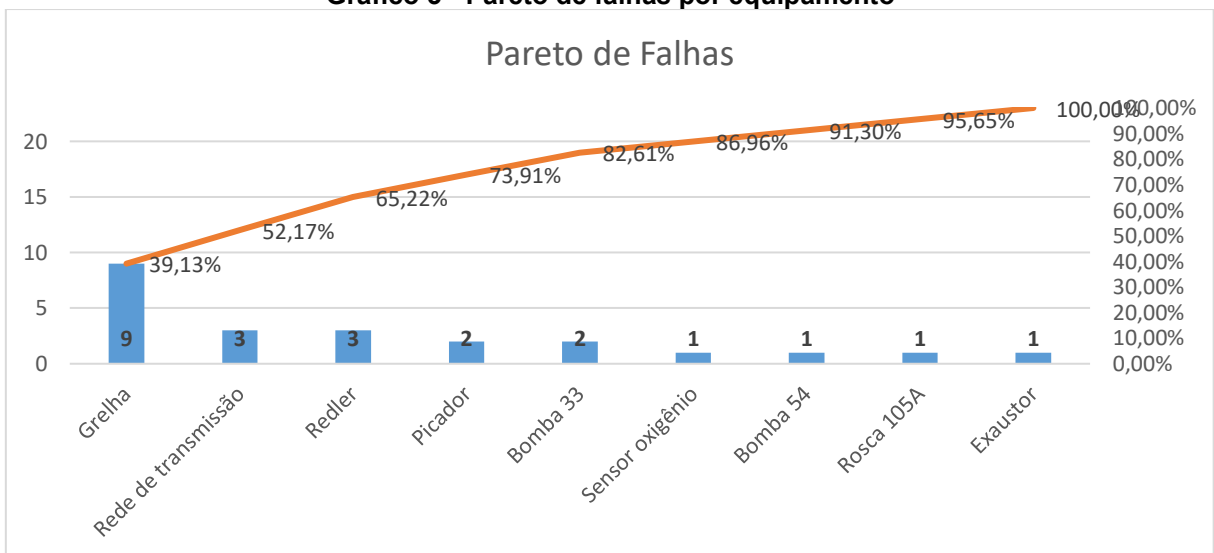
Gráfico 1 - Homem-hora por mantenedor



Fonte: Autoria própria (2021).

Gráfico 2 - Ordens emitidas por tipo

Fonte: Autoria própria (2021)

Gráfico 3 - Pareto de falhas por equipamento

Fonte: Autoria própria (2021)

Por fim, tinha sido colocado como propósito deste trabalho fazer o controle de custos e o controle de estoque do almoxarifado da usina. Todavia, a gerência da empresa optou por contratar um sistema online para fazer controle de custos, contas à pagar e gestão de estoque. A única contribuição deste trabalho foi em relação à concepção de um novo conceito de almoxarifado na indústria, isto inclui layout, organização, forma de controle e determinação de estoque mínimo de peças.

Para a definição do estoque mínimo de produtos foram utilizados alguns métodos: acompanhamento do consumo dos itens durante três meses, definido criticidade dos equipamentos da planta e verificado disponibilidade dos itens no mercado. Após a análise cautelosa de todos esses fatores foi definido o estoque mínimo de produtos.

Além do estoque mínimo foi definida ficha de requisição de compras pela manutenção, a fim de agilizar o processo de compra. Antes da implementação dessa, o colaborador deveria requisitar verbalmente o material diretamente ao Coordenador de Manutenção, e esse dava o encaminhamento para o compras. Esse processo ocasionava muitas perdas no caminho, uma vez que não tinha registro e o pedido era apenas verbal. O fluxo de compras funciona agora por meio da requisição de compra, ou seja, o pedido é feito direto no almoxarifado e todo dia o compras faz a relação de materiais para aprovação de compra pelo Coordenador.

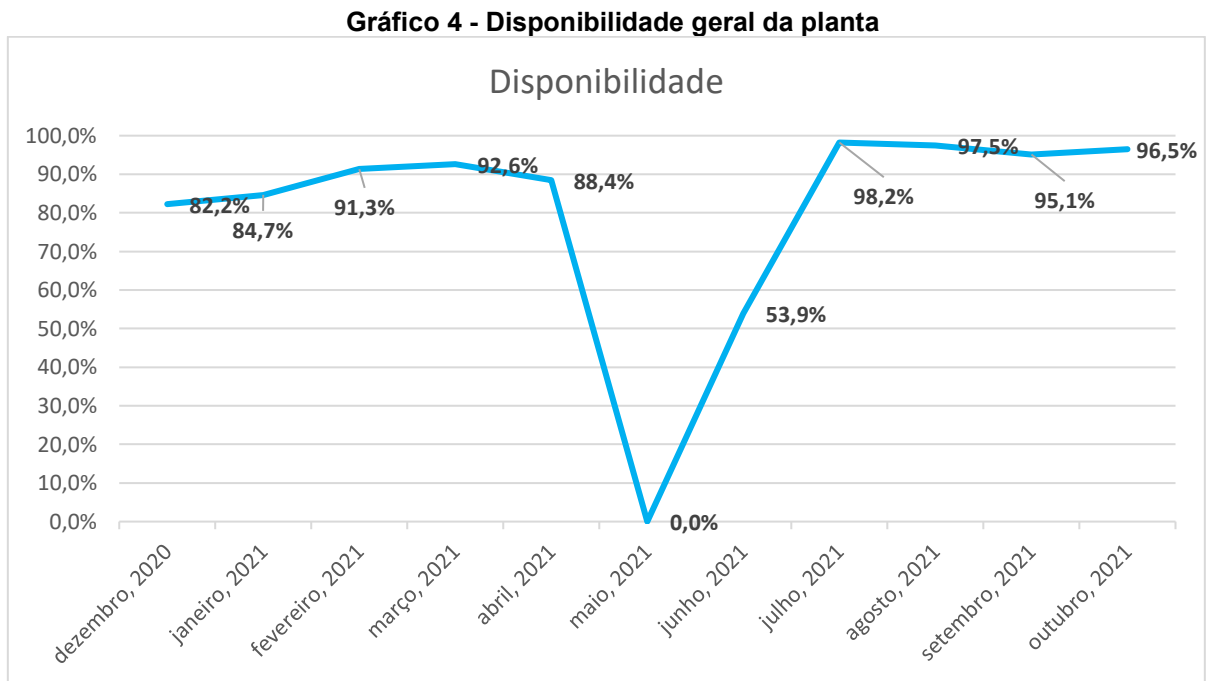
Fotografia 3 - Novo Layout Almoxarifado



Fonte: Autoria própria (2021)

Antes da implantação do controle de estoque eram recorrentes as reclamações de atraso nos serviços por conta da falta de materiais. Tendo sido concluída a gestão de estoque, as reclamações quase que cessaram. Outro fator evidente, era a compra de materiais que já estavam em estoque e eram encontrados apenas após a compra ter sido efetuada.

Após 11 meses de acompanhamento, a disponibilidade média subiu de 86,1% nos três primeiros meses, para 96,4% nos últimos três meses do estudo. Esses números representam aumento percentual de 12%, transcrevendo essa diferença em horas durante um ano, o valor é de 902,3 horas/ano, ou ainda, 37 dias a mais de produção. Durante os meses de maio e junho a disponibilidade foi baixa devido à uma quebra da turbina. Houve uma falha eletrônica que levou à quebra do equipamento e o tempo para reparo foi de aproximadamente 45 dias.



Fonte: Autoria própria (2021)

5. CONCLUSÕES

Diante do propósito deste trabalho, é nítida a influência do setor de Planejamento e Controle de Manutenção dentro de qualquer organização industrial. O preceito desse era de que com a implantação do PCM dentro da empresa a disponibilidade geral da produção aumentaria e essa hipótese foi confirmada. Com a disponibilidade subindo na faixa de 12% em relação ao período anterior. Este percentual, traduzido em dias, é equivalente à 37 dias a mais de produção no ano.

Além da disponibilidade, outros reflexos da implantação do PCM puderam ser observados: diminuição de horas extras no setor da manutenção, melhor divisão de horas trabalhadas por colaborador, maior facilidade para busca de informações e o auxílio de lembretes periódicos - via CMMS - de calibrações e medições periódicas de segurança e meio ambiente necessárias para liberação de alvará de funcionamento.

A diminuição de horas extras se deu por conta da diminuição de manutenções de cunho corretivo. Além da redução de horas extras, outro impacto direto foi a redução da equipe de manutenção de 9 para 7 mantenedores. Este corte no quadro da manutenção, advém da melhor divisão de tarefas para cada colaborador.

Com a implantação do PCM, houve uma melhora no acervo de informações. A organização e digitalização de manuais de equipamentos e estudos de proteção, a criação de procedimentos técnicos para a realização de determinadas atividades, a separação de certificados de calibração de válvulas de segurança e inspeção da caldeira, tiveram impacto direto na facilidade pela busca destes. Com isso, pôde-se perceber um melhor aproveitamento do tempo do setor.

Por estar em contato direto com o setor de compras e almoxarifado, o PCM melhorou os fluxos de estoque e deu maior solidez aos processos de compras. As requisições de materiais e o acompanhamento junto ao almoxarifado dos estoques mínimos, reduziram os desperdícios de materiais e garantiram a reposição imediata dos componentes vitais dos equipamentos da planta. Estas melhorias, impactaram diretamente na redução de custos, desde a redução de desperdícios, até a organização da compra, conferindo ao comprador maior tempo para negociação dos itens.

Conclui-se, portanto, que o Planejamento e Controle da Manutenção tem atuação direta nos resultados do setor da manutenção e por conseguinte no faturamento final da empresa. Foi provado por meio deste processo descrito no

decorrer do texto que a disponibilidade geral da planta aumentou e acarretou maior produção.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. NBR 5462: 1994. **Confiabilidade e Manutenibilidade**. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

CALLIGARO, C. **Proposta de fundamentos habilitadores para a gestão da manutenção em indústrias de processamento contínuo baseada nos princípios da manutenção classe mundial**. Dissertação (Mestrado profissional em engenharia) —Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

Disponível em:

<<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/3977/000395549.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 15 abr. 2021

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobras, 2009.

RUSSO, R. **Determinando Intervalos de Relubrificação**. [s.d.]. Disponível em: <<https://www.mobilindustrial.com.br/topicos-tecnicos/dicas-post/determinando-intervalos-de-relubrificacao/>>. Acesso em: 15 mar. 2021.

SOARES, A. M. **Planejamento e controle da manutenção como alavanca de resultados: implantação em uma indústria de carcinicultura**. 2019. 139 f. Dissertação (Mestre em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019. Disponível em:

<<https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/26978>>. Acesso em: 13 mar. 2021.

TELES, J. **Como implantar o PCM – Planejamento de controle de manutenção**. Engeteles. [s.d.]. Disponível em: <<https://engeteles.com.br/como-implantar-o-pcm/>>. Acesso em: 3 abr. 2021.

TELES, J. **PCM Planejamento de controle da manutenção: Melhores práticas**. Engeteles. [s.d.]. Disponível em: <<https://engeteles.com.br/pcm-planejamento-e-controle-da-manutencao/>>. Acesso em 3 abr. 2021.

VIANA, H. R. G. **Manual de gestão da manutenção**. Brasília: ENGETELES Editora, 2020.

VIANA, H. R. G. **Planejamento e controle da manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

VIANA, H. R. G. **Fatores de sucesso para gestão da manutenção de ativos: um modelo para elaboração de um plano de diretor de manutenção**. 2013. 158 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/96509/000911121.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 20 fev. 2021.

WIREMAN, T. **Developing performance indicators for managing maintenance**. 2. ed. New York: Industrial Press, 1998. Disponível em: <<http://dl.mpeia.ir/e->

books/10[Terry-Wireman]Indicators-for-Managing-Maintenance[mpedia.ir].PDF>.
Acesso em: 22 mar. 2021.