

CENTRO UNIVERSITÁRIO FACVEST
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA 10ª FASE – (3910N)
DIONATA DE ANDRADE VELHO



**ESTABELECIMENTO DO PLANO DE MANUTENÇÃO PARA UM
TAMBOR ENGROSSADOR DE UMA
INDÚSTRIA DE PAPEL E CELULOSE**

LAGES
2019

DIONATA DE ANDRADE VELHO



**ESTABELECIMENTO DO PLANO DE MANUTENÇÃO PARA UM
TAMBOR ENGROSSADOR DE UMA
INDÚSTRIA DE PAPEL E CELULOSE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário UNIFACVEST, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Paulo Fernando Schmidt Spieker.

Co-Orientador: Prof. Reny Aldo Henne.

DIONATA DE ANDRADE VELHO



centro universitário facvest
unifacvest

**ESTABELECIMENTO DO PLANO DE MANUTENÇÃO PARA UM
TAMBOR ENGROSSADOR DE UMA
INDÚSTRIA DE PAPEL E CELULOSE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário UNIFACVEST, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Paulo Fernando Schmidt Spieker.

Co-Orientador: Prof. Reny Aldo Henne.

Lages, SC ____/____/2019. Nota _____

Paulo Fernando Schmidt Spieker.

Prof. Rodrigo Botan, Coordenador do Curso de Engenharia Mecânica.

LAGES
2019

*“O sucesso não está nas boas ideias,
mas sim nas boas práticas”.*
Aurélio Fidêncio

AGRADECIMENTOS

Agradeço por primeiro a Deus pelo dom da vida e me proporcionar este momento. A minha família e esposa por toda dedicação e paciência contribuindo diretamente para que eu pudesse ter um melhor desenvolvimento, todo meu esforço, garra e dedicação vêm deles também.

Agradeço a todos os professores que sempre estiveram sempre dispostos a repassar os conhecimentos e dando as devidas sugestões, acompanhando em cada etapa dando as orientações que possibilitaram para que eu chegasse onde cheguei.

A Universidade UniFacvest e ao Departamento de Engenharia de Manutenção da empresa Klabin e a área de celulose pela oportunidade concedida para realização desta pesquisa.

ESTABELECIMENTO DO PLANO DE MANUTENÇÃO PARA UM TAMBOR ENGROSSADOR DE UMA INDÚSTRIA DE PAPEL E CELULOSE

Dionata de Andrade Velho¹

RESUMO

Atualmente as empresas com alta produtividade buscam eficiência e eficácia em sua produção. O consumo/cliente exige e faz com que as indústrias invistam constantemente no seu desenvolvimento, primando pelas exigências do mercado. Diante do exposto, as empresas necessitam de um processo eficiente, com poucas falhas ou quebras em seus equipamentos. Deste modo, estabelecer um plano de manutenção preventiva é uma ferramenta fundamental para a eficiência deste processo, desenvolvendo as melhores técnicas de manutenção com enfoque na manutenção preventiva reduzindo, assim, as falhas, quebras e paradas não programadas que impactam diretamente nos custos e nos índices de produção. O presente trabalho tem o propósito de apresentar o estabelecimento do plano de manutenção para um tambor engrossador de uma indústria de papel e celulose. O tambor engrossador de massa ou recuperador é um equipamento usado para recuperação de fibras, ele faz parte do processo inicial da massa celulose, é um equipamento construído de uma armação de um material corrosivo, seu corpo é revestido de uma tela metálica fina. Este equipamento está localizado na empresa Klabin, unidade de Otacílio Costa. A metodologia utilizada foi o desenvolvimento deste plano, desde a observação no setor como o planejamento e a prática do mesmo, através de ferramentas como limpeza, lubrificação do equipamento, bem como registros em documentos e arquivos no sistema SAP. A proposta iniciou no fim do ano de 2018 e teve início em 2019. Da análise dos resultados obtidos, pode-se concluir que realizar plano de manutenção preventiva é garantir desempenho e segurança no processo produtivo.

Palavras-chave: Plano de manutenção. Tambor engrossador. Controle de lubrificação. Planejamento.

¹ Acadêmico do Curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário UNIFACVEST, 2019.

ESTABLISHMENT OF THE MAINTENANCE PLAN FOR AN OVERHEAD DRUM PAPER AND CELLULOSE INDUSTRY

ABSTRACT

Today, companies with high productivity are looking for efficiency and effectiveness in their production. Consumption / customer demands and causes industries to constantly invest in their development, prioritizing the demands of the market. Given the above, companies need an efficient process, with few failures or breaks in their equipment. In this way, establishing a preventive maintenance plan is a fundamental tool for the efficiency of this process, developing the best maintenance techniques with a focus on preventive maintenance, reducing unscheduled failures, breaks and shutdowns that have a direct impact on costs and indices of production. The present work has the purpose of presenting the establishment of the maintenance plan for a thickening drum of a pulp and paper industry. The mass-boosting drum or stove is an equipment used for fiber recovery, it is part of the initial process of the cellulose mass, it is an equipment built of a frame of a corrosive material, its body is coated with a thin metal screen. This equipment is located in the company Klabin, unit of Otacilio Costa. The methodology used was the development of this plan, from the observation in the sector as the planning and the practice of the same, through tools such as cleaning, lubrication of the equipment, as well as records in documents and files in the SAP system. The proposal began at the end of 2018 and began in 2019. From the analysis of the results obtained, it can be concluded that carrying out a preventive maintenance plan is to guarantee performance and safety in the production process.

Keywords: Maintenance plan. Thickening drum. Lubrication control. Planning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Tambor engrossador de massa.....	22
Figura 2 - Klabin Unidade de Otacílio Costa	23
Figura 3 - Moto Redutor e Redução do Cilindro.....	24
Figura 4 - Acionamento do repolpador.....	25
Figura 5 - Sistema tipo raspa	26
Figura 6 - Desgaste na coroa do cilindro	27
Figura 7 - Ordem de Serviço	29
Figura 8 - Lista de estrutura.....	29
Figura 9 - Plano de manutenção	32
Figura 10 - Criticidade no sistema engrossador	35
Figura 11 - Plano de manutenção	36
Figura 12 - Gráfico de Benefícios do Plano de Manutenção.....	37
Figura 13 - Visor para inspeção.....	39
Figura 14 - Rolamento SKF 22217 EK/C3	41
Figura 15 - Manutenção Preditiva	42
Figura 16 - Relatório de Manutenção RM.....	43
Figura 17 - Gráfico de Falhas em rolamento	44
Figura 18 – Lubrificação	46
Figura 19 - Manutenção da Raspa	47
Figura 20 - Gráfico Evolução de Notas de Manutenção	53
Figura 21 - Manutenção Preditiva	56
Figura 22 - Layout Resultado Diagnóstico.....	57
Figura 23 – Gráfico de Evolução de Produção após o Plano Aplicado.....	60
Figura 24 – Gráfico de Disponibilidade de máquina.....	61
Figura 25 – Resíduo de Massa no Equipamento	63

LISTA DE SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

SC - Santa Catarina

CV - Cavalo a Vapor

V - Volts

FRM - Fabricação de Rolamentos e Mancais

PSM - Programa Semanal de Manutenção

PCM - Planejamento e Controle da Manutenção

MTBF - Período Médio entre Falha

D - Diário

S - Semanal

M - Mensal

SM - Semestral

A - Anual

BA - Bianual

MTTR - Tempo Médio para Reparo

SIGMA - Software de Gerenciamento da manutenção

SAP - Sistemas Aplicativos e Produtos

ISO - Organização Internacional para Padronização

N - Newton

RM - Relatório de manutenção

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Programa Semanal OS.....	28
Tabela 2 - Plano de Manutenção para Engrossador	31
Tabela 3 - Criticidade no Sistema Engrossador	34
Tabela 4 - Check List de Rotina Operacional.....	35
Tabela 5 - Referência de Especificação.....	40
Tabela 6 - Relatório de Manutenção RM	43
Tabela 7 - Plano de Lubrificação.....	45
Tabela 8 - Valores Rolamento Repolpador	49
Tabela 9 - Dinâmica Equivalente	50
Tabela 10 - Dinâmica Equivalente	51
Tabela 11 - Manutenção do Rolamento.....	52
Tabela 12 – Dados da Pesquisa	53
Tabela 13 - Notas.....	54
Tabela 14 - Notas/Ano.....	55
Tabela 15 - Manutenção Preditiva.....	57
Tabela 16 – Dados de Produção`	59

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Apresentação do Tema	14
1.2 Problematização.....	15
2 OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo geral	16
2.2 Objetivos específicos	16
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO.....	17
3.1 Manutenção Preventiva	17
3.2 Manutenção Preditiva	19
3.3 Engrossador de Massa	21
3.3.1 Conceito.....	21
3.3.2 Processo de manutenção do tambor engrossador	21
4 MATERIAIS E MÉTODOS	23
4.1 Local do Estudo.....	23
4.1.1 Klabin Unidade De Otacílio Costa.....	23
4.1.2 Procedimentos Metodológicos	24
4.2 Demonstração das peças e equipamentos	24
4.2.1 Moto Redutor e Redução do Cilindro RF-900	24
4.2.2 Acionamento do Repolpador.....	25
4.2.3 Sistema Tipo Raspa.....	26
4.3 Planejamento do Plano de Manutenção	26
4.3.1 Necessidade da Implementação da Manutenção Preventiva.....	26
4.3.2 Estratégia do Plano de Manutenção	26
4.3.3 Plano de Manutenção	27
4.3.3.1 Manutenção Preventiva na Coroa de Bronze	27
4.4 Elaboração do Plano de manutenção.....	30
4.5 Criticidades dos Equipamentos	32
4.6 Aplicação de Criticidade no Sistema Engrossador.....	33
4.7 Desenvolvimento e Controle das Manutenções	35
4.8 Benefício do Plano de Manutenção Preventiva.....	37

4.9 Ações de Manutenção Preventiva	38
4.10 Relatório de Manutenção	42
4.11 Planejamento da Manutenção/Lubrificação	44
4.12 Manutenção da Raspa.....	46
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
5.1 Cálculo do Rolamento Repolpador	49
5.2 Evolução de Notas gerada pelos Operadores	52
5.3 Manutenção Preditiva.....	55
5.4 Feedback do Preenchimento do Check List	58
5.5 Lubrificação.....	58
5.6 Crescimento da Produção	59
5.7 Comparativo de Crescimento e Evolução	60
5.8 Disponibilidade do Engrossador de Massa.....	60
6 CONCLUSÃO	62
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63
REFERÊNCIAS	64

1 INTRODUÇÃO

Em todo processo industrial é necessário tomar medidas para o bom funcionamento dos equipamentos, tendo em vista a redução das falhas e a paralização indesejada da produção. Essas paradas indesejadas na produção são vistas como um ponto negativo dentro das finanças da empresa, pois implica em perda de produção. A manutenção é uma das formas mais utilizadas para solucionar esses problemas.

É fato que acidentes acontecem, porém com a evolução e a alta tecnologia é fundamental que haja aperfeiçoamento da mão-de-obra e medidas de segurança sejam tomadas. Nesse sentido, as empresas veem buscando alternativas e ideias funcionais para a melhoria e qualidade da produção.

Para tanto foi realizado neste trabalho de conclusão de curso uma pesquisa qualitativa com estudo de caso na empresa Kablin de Otacílio Costa, propondo o Estabelecimento do Plano de Manutenção em um equipamento denominado tambor engrossador de massa.

A coleta de dados foi desenvolvida a partir da observação e conversa registrada com colaboradores do setor onde está localizado o equipamento.

Deste modo, através da observação, percebe-se que com o tempo, cada parte da máquina ou equipamento sofre desgastes durante a operação. Estes desgastes podem ser dos mais diversos tipos como: abrasão, corrosão, erosão, envelhecimento, contaminação, dano, erro de funcionamento, entre outros. Os desgastes possuem um limite em cada equipamento e toda vez que este limite é ultrapassado, o equipamento quebra. A única atividade que é capaz de corrigir estas condições é a manutenção, que consegue restaurar os desgastes e condição inicial dos equipamentos, mantendo os mesmos em níveis satisfatórios que garantem a operação da planta. (SILVEIRA, 2018).

Definir o tipo de manutenção que garante melhor custo benefício não é tarefa simples, mas sem dúvida a definição de criticidade das máquinas é crucial para a correta manutenção, sendo assim conveniente criar quadros de criticidade dos equipamentos correlacionando o tempo entre falhas que os mesmos possuem.

Diante disto, o estágio foi uma boa oportunidade para se adquirir o conhecimento necessário para o aprimoramento profissional e pessoal.

Deste modo, este trabalho de conclusão apresenta o Estabelecimento do Plano de Manutenção para um Tambor Engrossador de uma Indústria de Papel e Celulose, desde seu projeto inicial até a aplicação do mesmo.

1.2 Apresentação do Tema

O engrossador de massa tem como finalidade reaproveitar resto de papel gerado do refilo que sobra das laterais do rebobinamento do papel, também é reaproveitado papel de fornecedores. Este papel é diluído no equipamento Pulper, logo após, é transferido por bomba centrífuga até o engrossador, onde o mesmo tem a finalidade de deixar a massa concentrada e retornar para o processo da fabricação do papel.

Este equipamento engrossador foi substituído em agosto 2018, o mesmo não tinha mais condição de uso, devido ser um equipamento muito antigo e não ter mais sobressalentes, sendo assim, dificultando a manutenção e seu tempo disponível em operação. Foi realizado um levantamento de dados com a área de projetos e controladoria, onde aprovou uma aquisição de um novo equipamento com novas tecnologias para suprir o processo.

Deste modo, as empresas buscam melhorias através de equipamentos, tecnologia e formação profissional de modo que todos os itens se relacionem, para que os resultados sejam positivos, tanto na produtividade, como também na questão ambiental.

Assim, este trabalho tem como escopo desenvolver um plano de manutenção para o equipamento tambor engrossador, eficiente e eficaz visando diminuir os custos gerados por quebra e prevenir as máquinas de defeitos e falhas que podem prejudicar a produção e causar acidentes, a fim de ter o melhor rendimento possível e da forma mais segura, aumentando a produção e a qualidade dos serviços prestados pelos manutentores.

Realizar a manutenção preventiva é evitar problemas e prejuízos futuros, é analisar quais as principais variáveis presentes que possam causar impactos na máquina de papel, influenciando em custos, variabilidade de processo e qualidade do produto, bem como na definição do melhor alcance de controle das mesmas, otimizando mecanismos como: rolamentos, eixos, motores de acionamento, redutores, e diminuição de custo gerado pela manutenção dos equipamentos.

O plano de manutenção preventiva tem o propósito de manter o equipamento com maior disponibilidade de trabalho evitando quebras que possam comprometer a produção, sendo assim evitando a manutenção corretiva e o alto custo em sua realização.

1.2 Problematização

Ao pensar nos diferentes modos de manter uma máquina em seu pleno funcionamento, pode se elaborar planos de manutenções, focando em evitar com que a máquina tenha uma quebra repentina de seus componentes integrados prejudicando a produção.

Neste sentido, quais vantagens e benefícios podem trazer para a empresa a realização de um plano de manutenções preventiva pra aperfeiçoar os mecanismos, tais como rolamentos, eixos, motores de acionamento, e redutores?

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Propor um plano de manutenção preventiva, que garanta a prevenção das máquinas de defeitos e falhas que podem prejudicar a produção, a fim de ter o melhor rendimento possível e da forma mais segura, aumentando a produção e a disponibilidade do engrossador com qualidade dos serviços prestados pelos manutentores.

2.2 Objetivos específicos

Dentre o objetivo geral do trabalho, enumeram-se os seguintes objetivos específicos:

1. Apresentar equipamentos que fazem parte do engrossador;
2. Desenvolver uma estratégia para o plano de manutenção;
3. Aplicar um plano de manutenção que registre todas as atividades do equipamento,
4. Criar uma classe de criticidades do equipamento.
5. Elaborar documentos utilizando o programa SAP para controlar o desenvolvimento dos planos de manutenção e lubrificação;
6. Disponibilizar para o corpo técnico da empresa o plano de manutenção.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Atualmente as empresas tem se preocupado constantemente com a qualidade dos produtos, serviços e gerenciamento ambiental e isso se deve a globalização e aos avanços tecnológicos.

Nesse sentido, a manutenção dos equipamentos é fundamental para evitar prejuízos como: quebra de máquinas e equipamentos, atraso na entrega dos produtos, diminuição de produção, insatisfação dos clientes, entre outros.

3.1 Manutenção Preventiva

A manutenção sempre existiu, porém foi a partir da Revolução Industrial que ela começou a desempenhar importância dentro das organizações e no período pós Segunda Guerra Mundial ela veio a se firmar como necessidade.

Com a intensa concorrência, os prazos de entrega dos produtos passaram a ser relevantes para todas as empresas. Com isso, surgiu a motivação para se prevenir contra as falhas de máquinas e equipamentos. Essa motivação deu origem à manutenção preventiva (WEBER et ali, 2008, p. 4).

Manutenção preventiva pode ser conceituada como um monitoramento com antecedência de equipamentos e máquinas, com objetivo de evitar acidentes ou causar danos e prejuízos. De acordo com Schoeps (1994) apud Carvalho (2011), “é uma técnica que mantém controle contínuo sobre os equipamentos, executando as operações julgadas adequadas para manter o bom funcionamento dos mesmos” (SCHOEPS, 1994, apud CARVALHO, 2011, p. 27).

A manutenção preventiva é um procedimento adotado por todas as empresas, desde a operação mais simples até as mais complexas.

A manutenção preventiva é aquela que auxilia a corretiva, através de aplicação de uma técnica que envolve o conhecimento dos equipamentos e suas instalações e é, ainda, responsável pela intervenção no processo que poderá interromper ou não a produção de forma planejada e programada (COSTA, 2013, p. 17).

Diante do exposto, a manutenção preventiva garante confiabilidade. Ela deixa o equipamento com aspecto de novo e com as mesmas condições.

Podemos entender manutenção como o conjunto de cuidados técnicos indispensáveis ao funcionamento regular e permanente de máquinas, equipamentos, ferramentas e instalações. Esses cuidados envolvem a conservação, a adequação, a restauração, a substituição e a prevenção (WEBER et ali, 2008, p. 4).

Os objetivos da manutenção é garantir a produção e a qualidade dos produtos por meio da manutenção de máquinas e equipamentos em perfeitas condições, bem como prevenir de falhas e quebras de equipamentos.

A manutenção preventiva requer um planejamento. “A manutenção preventiva consiste no conjunto de procedimentos e ações antecipadas que visam manter a máquina em funcionamento” (WEBER et ali, 2008, p. 5).

Desta maneira, é fundamental desenvolver um planejamento para monitorar o equipamento, bem como tempo e horários definidos para essa manutenção.

“A manutenção preventiva deve, também, ser sistematizada para que o fluxo dos trabalhos se processe de modo correto e rápido. Sob esse aspecto, é necessário estabelecer qual deverá ser o sistema de informações empregado e os procedimentos adotados” (WEBER et ali, 2008, p. 15).

Desta maneira, as informações sobre a manutenção preventiva deverá apresentar todas as ações de maneira clara, objetiva e organizada para que todos os envolvidos tenham conhecimento e responsabilidades ao desenvolver a mesma.

Ainda para o mesmo autor, a manutenção preventiva não deve ser considerada apenas como “um conjunto de atividades de verificações e trocas periódicas de peças”. (COSTA, 2013, p. 17).

Deste modo, deve-se pensar em planos e estratégias antes de falhas ou danos em equipamentos e máquinas.

A manutenção preventiva exige, também, um plano para sua própria melhoria. Isto é conseguido por meio do planejamento, execução e verificação dos trabalhos que são indicadores para se buscar a melhoria dos métodos de manutenção, das técnicas de manutenção e da elevação dos níveis de controle . Esta é a dinâmica de uma instalação industrial (WEBER et ali, 2008, p. 15).

“Pode-se classificar como manutenção preventiva todo serviço de manutenção realizado em máquinas que não estejam em falha, estando, com isto, em condições operacionais ou em estado zero de defeito” (VIANA, 2012, apud FREITAS, 2014, p. 19).

Definir uma estratégia para facilitar e justificar a ideia da Manutenção Preventiva é tarefa do Gerente de Manutenção da empresa e os argumentos deverão ser adotados com base nas ações que envolvam menor custo para a empresa e maior produtividade. Estes resultados podem ser obtidos em curto prazo, pela implantação metódica e organizada de um sistema de manutenção preventiva, adotando-se, inicialmente, planos de inspeção, lubrificação, calibração e limpeza e, em último momento, é que se deve partir para adoção de um plano de troca de componentes (SOUZA, 2009, p. 37).

De acordo com as normas da Associação Brasileira de normas Técnicas (ABNT, 1994), “Manutenção Preventiva é definida como a manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de faltas ou a degradação”.

“O planejamento e a organização, fornecidos pelo método preventivo, são uma garantia aos homens da produção que podem controlar, dentro de uma faixa de erro mínimo, a entrada de novas encomendas” (WEBER et ali., 2008, p. 14).

Assim, além de planejar, a manutenção preventiva, serve para tomar medidas antecipadamente para evitar futuros problemas.

Toda manutenção preventiva deve ser planejada e prevista, portanto, não haverá imprevistos na manutenção preventiva. O imprevisto será, na realidade, uma ação corretiva e deverá ser registrada como tal, identificando o verdadeiro sintoma, sua causa e a ação necessária para eliminar a causa da falha (SOUZA, 2009, p. 39)

Enfim, na manutenção preventiva é fundamental que o serviço a ser executado deva estar com suas metas bem definidas e com todas as atividades pré-estabelecidas, como por exemplo: equipamentos, materiais necessários, mão-de-obra, entre outros.

3.2 Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva, assim como a preventiva, é uma manutenção planejada. É uma ação preventiva fundamentada nas informações das condições das máquinas e equipamentos.

Manutenção preditiva é aquela que indica as condições reais de funcionamento das máquinas com base em dados que informam o seu desgaste ou processo de degradação. Trata-se da manutenção que prediz o tempo de vida útil dos componentes das máquinas e equipamentos e as condições para que esse tempo de vida seja bem aproveitado (WEBER et al., 2008, p. 22).

Para a realização da manutenção preditiva é necessário “coletar dados ao longo do tempo por uma instrumentação específica, verificando e analisando a tendência de variáveis do equipamento” (SOUZA et al., 2014, p. 4).

Dessa forma, através dos dados coletados, é possível trabalhar num contexto probabilístico.

Esse tipo de manutenção caracteriza-se pela previsibilidade da deterioração do equipamento, prevenindo falhas por meio do monitoramento dos parâmetros principais, com o equipamento em funcionamento. A manutenção preditiva é a execução da manutenção no momento adequado, antes que o equipamento apresente falha, e tem a finalidade de evitar a falha funcional ou evitar as consequências desta (MOUBRAY, 1997 apud SOUZA et al., 2014, p.4).

A manutenção preditiva é o estágio mais avançado que a preventiva, ela encontra-se no processo quando o equipamento apresenta mudanças na sua condição.

É aquela que indica as condições reais de funcionamento das máquinas com base em dados que informam o seu desgaste ou processo de degradação. Trata-se da manutenção que prediz o tempo de vida útil dos componentes das máquinas e equipamentos e as condições para que esse tempo de vida seja bem aproveitado. Na Europa, a manutenção preditiva é conhecida pelo nome de manutenção condicional e nos Estados Unidos recebe o nome de preditiva ou previsional (BANDEIRA, ABREU E GIANELLI, 2010, p. 21)

Partindo deste pressuposto, pode-se dizer que muitos operadores já praticam a manutenção preditiva, mesmo desconhecendo o método. Para a realização da manutenção preditiva é necessário ter uma equipe especializada e pessoal orientado por meio de treinamentos.

Kardec e Nascif (2009), explicam os objetivos da manutenção preditiva:

Seu objetivo é prevenir falhas nos equipamentos ou sistemas através de acompanhamento de parâmetros diversos, permitindo a operação contínua do equipamento pelo maior tempo possível. Na realidade, o termo associado à Manutenção Preventiva é o de predizer as condições dos equipamentos. Ou seja, a Manutenção Preditiva privilegia a disponibilidade à medida que não promove a intervenção nos equipamentos ou sistemas, pois as medições e verificações são efetuadas com o equipamento produzindo (KARDEC E NASCIF, 2009, apud FREITAS, 2016, p. 45).

A manutenção preditiva trabalha a partir da instabilidade e traz como vantagens “as previsões dos defeitos com maior antecedência, assim trazendo uma redução dos custos de manutenção, e melhorando o funcionamento dos equipamentos” (MIRSHAWKA, 1991 apud REIS et al. 2010, p. 19).

Deste modo, na manutenção preditiva, são usadas algumas técnicas, e as mais usadas são: inspeções sensitivas, análise de vibrações, termográfica e ferrografia.

- Inspeção sensitiva: através dos sentidos (visão, audição, olfato e tato);
- Análise de vibração: medições periódicas;
- Termográfica: uso de radiação infravermelho;
- Ferrografia: quantificação e análise da morfologia das partículas de desgaste.

A técnica da manutenção preditiva consiste em acompanhar os equipamentos em funcionamento evitando quebras, e planejando as paradas para os reparos.

A manutenção preditiva é a manutenção que oferece melhores resultados, mas necessita de equipamentos de inspeção para poder aplicar a mesma.

3.3 Engrossador de Massa

3.3.1 Conceito

A preparação da celulose é um processo bem amplo e que exige uma série de cuidados e atenção para que não haja prejuízos.

Deste modo, nesse processo, os equipamentos precisam estar em perfeito estado, pois qualquer falha pode acarretar danos.

O tambor engrossador de massa é utilizado para aumento de consistência de massas fibrosas. A suspensão entra no equipamento através de um distribuidor.

Esse distribuidor pode ser pressurizado ou com pressão do ambiente com uma consistência de entrada de até 3,0%. As telas instaladas na superfície do tambor seguram a parte fibrosa no externo o filtrado penetra para o interno do tambor. A consistência é elevada até 4-6%. O filtrado é conduzido pelos laterais do equipamento. A fibra engrossada sai por um transbordo. Para um aumento da consistência ainda maior, o equipamento pode ser equipado com um rolo compressor (EMPRESA GEASA).

Esta máquina usada como recuperador de fibras, é formada de um tambor cilíndrico, construído de uma armação, tendo seu corpo revestido de uma tela metálica fina, normalmente tela usada da máquina de papel. Este tambor gira dentro de uma caixa quase sempre com duas cabeceiras de ferro fundido ou chapa, e corpo de madeira, ou em alguns casos, construída em alvenaria e revestida de azulejos. A água de recuperação que é alimentada na parte externa do tambor, ao atravessar a tela, forma um depósito de fibras sobre a superfície da mesma, que passa a servir como camada filtrante. Na parte superior do tambor é colocado um rolo de borracha, fazendo-se ligeira pressão sobre o mesmo. A camada de

fibras passa então do tambor para o rolo continuamente, sendo retirada do último por uma raspa, caindo em uma calha, de onde vai normalmente para o tanque de mistura. Rotineiramente o trabalho do recuperador é intermitente, funcionando automaticamente em função do nível na caixa externa (PANUCARMI).

3.3.2 Processo de manutenção do tambor engrossador

Equipamentos de depuração exigem condições adequadas para o seu funcionamento. Representam investimentos relativamente altos, tanto na implantação como no funcionamento. Pelo tipo de trabalho a que são submetidos, devem ser minuciosamente analisados, a fim de reduzir ao mínimo possível à eliminação de matéria prima, pois além das perdas econômicas, carregariam sobremaneira o tratamento de efluentes, podendo trazer danos ao meio ambiente.

Nesse sentido,

alguns tipos de rejeitos fiáveis podem obstruir a passagem de peneiramento, aumentando assim a pressão interna e comprometendo as gaxetas de vedação. Quando isto ocorrer pare o equipamento e proceda a limpeza da peneira (CAMPOS, 2011, p. 87).

O processo de manutenção do tambor engrossador deve ser feito periodicamente ou sempre que necessário.

Figura 01 – Tambor engrossador de massa



Fonte: DOCPLAYER²

² Disponível em: <http://docplayer.com.br/116064564-Rua-azize-joao-scorsoni-702-zona-industrial-i-cep-andorinhas-cosmopolis-sp-55-19-19.html>. Acesso em: jun. de 2019.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia tem por objetivo explicar todo o procedimento, de maneira minuciosa, expondo com transparência os procedimentos realizados no decorrer do trabalho. Para Lakatos e Marconi (2003), a metodologia é uma técnica por meio da qual a investigação do problema proposto torna-se viável, possibilitando que os objetivos almejados sejam realmente alcançados.

Para realização do trabalho, optou-se pelo estudo de caso, com abordagem qualitativa, que tem, como característica básica, o ambiente natural como sua fonte de coleta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento.

4.1 Local do Estudo

4.1.1 Klabin Unidade De Otacílio Costa

Inaugurada em 01 de março de 1958, com o nome de Olinkraft Celulose e Papel Ltda., essa unidade já tinha como especialidade a fabricação de papéis para embalagens. Ela também pertencia a Igaras Papéis e Embalagens S.A., sendo absorvida pela Klabin em outubro de 2000. Em 1970, iniciou-se a produção de sacos industriais que tinha como cliente a Cia. Catarinense de Cimento Portland, do Grupo Votorantim. Um ano depois, a máquina de papel nº 2 foi inaugurada para produção de Cartão Liner.

A empresa Klabin está situada na Avenida Olinkraft, 6.602, Bairro Igaras, em Otacílio Costa, SC.

Figura 2- Klabin Unidade de Otacílio Costa



Fonte: Klabin³

³ Disponível em: <https://www.klabin.com.br/memoria-klabin/>. Acesso em: mai. de 2019.

4.1.2 Procedimentos Metodológicos

De acordo com LÜDKE (1986, p.1), “para se realizar uma pesquisa é preciso promover o confronto entre os dados, as evidências, as informações coletadas sobre determinado assunto e o conhecimento teórico acumulado a respeito dele”.

Desta maneira, para abordar o tema, foi adotado o método qualitativo, pois o estudo qualitativo se dá numa situação natural, rico em dados descritivos, plano acessível e flexível, focalizando a realidade de forma contextualizada e completa.

Sendo assim, o procedimento metodológico foi dividido em etapas, as quais demonstram o processo de manutenção e como foi desenvolvido:

4.2 Demonstração das peças e equipamentos

4.2.1 Moto Redutor e Redução do Cilindro RF-900.

Composto por mancal e carcaça fabricados em aço carbono, coroa em bronze com núcleo em ferro fundido, mancais, tampas de aço carbono, guarnições, chaveta, anéis, bucha de Celeron, eixo sem fim para o acionamento do filtro, rolamentos, flange, gaxetas, retentores, vedação de borracha e itens de fixação. Com motorização WEG e redutor SEW, acoplamento e protetor, o moto redutor do acionamento tem como finalidade rodar a redução do cilindro engrossador.

- Motor Weg 25CV 4 Polos, Carcaça 160L – 440v;
- Redutor SEW RX107 C/ AM160;

Figura 3 - Moto Redutor e Redução do Cilindro



Fonte: Acadêmico/Klabin⁴

⁴ Fonte: foto tirada pelo acadêmico Klabin/Otacílio Costa

Os mancais suportam o peso do tambor e dos munhões, e permitem ao tambor girar livremente quando em operação, o mancal da outra extremidade é chamado mancal posterior ou da válvula. Em ambos os lados os mancais são compostos de Caixa de Rolamento SN3044 de fofo e Rolamento de Rolos Cônicos 23044CC4 e Buchas de Fixação OH-3044H.

4.2.2 Acionamento do repolpador

Acionamento do Eixo repolpador é completo por motor WEG e redutor SEW.

- Motor Weg 10Cv 4 Polos, Carcaça 132M – 440v;
- Redutor SEW KA77 C/ AM132S/M + Braço de torque;
- Mancal 517 FRM
- Bucha H309
- Arruela de trava
- Porca km 17
- Rolamento 10222

Figura 4 – Acionamento do repolpador



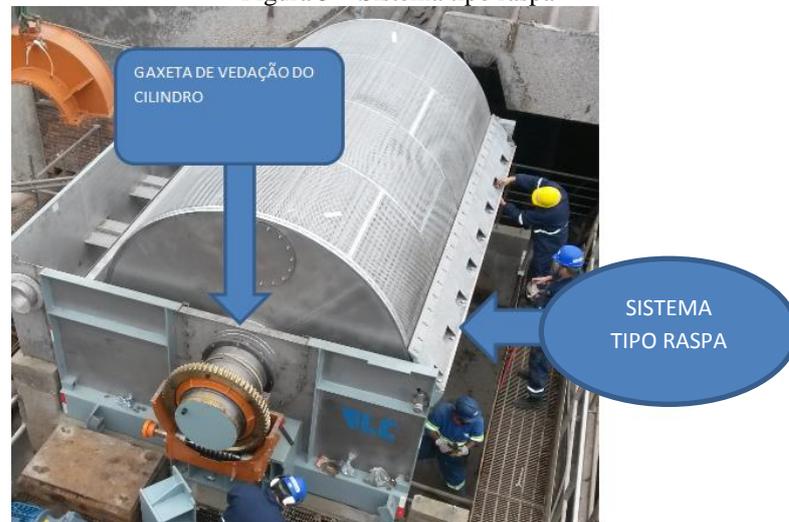
Fonte: FLEXASEAL⁵

Após massa ter passado pelo cilindro e retirado a água da massa, ela chega em sua consistência ideal, no repolpador acontece a fragmentação da polpa, que logo cai no tanque de estocagem.

⁵ Disponível em: <http://www.flexaseal.com.br/aplicacoes-especiais/selos-mecanicos-aplicacoes-especiais-meco-para-industria-de-papel-e-celulose.html>. Acesso em: mia. de 2019.

4.2.3 Sistema Tipo Raspa.

Figura 5 – Sistema tipo raspa



Fonte: DOCPLAYER⁶

O sistema do tipo raspa seca, é composto basicamente por um raspador metálico instalado transversalmente na descarga da massa, a uma distância mínima de 6mm em relação as fitas metálicas de travamento da tela, complementando o descascamento da tora e descarregando-o a para o repolpador.

4.3 Planejamento do plano de manutenção

4.3.1 Necessidade da Implementação da Manutenção Preventiva

Esta proposta de implementação tem como objetivo principal fazer manutenções preventivas no equipamento, a fim de evitar paradas não programadas, devido às manutenções corretivas, que afetam a produção. Assim, pode-se aumentar a disponibilidade do maquinário através de manutenções preventivas, que são realizadas em tempo pré-estabelecido, não atrapalhando o processo produtivo, diminuindo o percentual de indisponibilidade dos equipamentos, ou seja, os equipamentos trabalham o tempo todo, dentro dos seus limites.

4.3.2 Estratégia do Plano de Manutenção

Um plano de manutenção pode ser criado com o auxílio de várias ferramentas, algumas podem elevar ou diminuir a produtividade da construção, execução e gestão do

⁶ Disponível em: <http://docplayer.com.br/116064564-Rua-azize-joao-scorsoni-702-zona-industrial-i-cep-andorinhas-cosmopolis-sp-55-19-19.html>. Acesso em: mai. de 2019.

plano, mas independente da ferramenta escolhida, o que é e sempre será mais importante dentro do plano de manutenção, são as informações nele contidas.

Para harmonizar todos os processos que interagem na manutenção preventiva, é fundamental a existência de um plano de manutenção que contenha as seguintes informações:

1. Que serviços serão realizados;
2. Quando os serviços serão realizados;
3. Quem são os responsáveis pela execução dos serviços (Nome, Cargo ou Função);
4. Quanto tempo será gasto em cada serviço;
5. Que materiais serão aplicados.

4.3.3 Plano de manutenção

4.3.3.1 Manutenção preventiva na coroa de bronze

Através de uma inspeção visual foi identificado a necessidade da troca da coroa de bronze do acionamento do cilindro, o equipamento sofreu um desgaste devido à falta de lubrificação.

Figura 6 – Desgaste na coroa do cilindro



Fonte: Acadêmico /Klabin⁷

As atividades relacionadas à manutenção do setor central de aparas onde está o engrossador massa serão realizadas através de uma programação semanal nela contém os itens citados acima como: item dois quando os serviços serão realizados, item três quem são os responsáveis pela manutenção, item quatro qual o tempo para realização de cada atividade.

⁷ Fonte: foto tirada pelo acadêmico Klabin/Otacílio Costa

Tabela 1 – Programação Semanal PS

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K		
10/06/2019	Setor:	Manutenção	 Programação Semanal - PCM  Klabin								 Klabin	
	Planejador:	Deiwis										
	Área:	Central										
	Semana:	Mês 5										
Item	Programado	Data INI	Data FIM	Responsável	Nota	Ordem	Texto Breve	Loc. Instalação	Custo Real	Custo Plan		
1	Programado	14/05/2019	14/05/2019	ALCIONE / GAZANIGA	5000222062	2001132760	LAV2-REC. PARAF.BASE COJT.ROT DEPUR 01	OTA1-202-058-001-M	0,00	605,45		
2	Programado	16/05/2019		FABLO / VILMAR	5000222774	2001132776	VIVEIRO-DESATIVAR FILTRO ÁGUA RECOM NR13	OTA1-132-001-001-M	0,00	1.210,90		
3	Programado	14/05/2019		ALCIONE / GAZANIGA	5000223644	2001132800	COZI-FIXAR SUPORTE RODA GUIA MESA 2	OTA1-202-070-006-M	0,00	2.119,07		
4	Programado	14/05/2019		MONPAF - FIBRAS	2000459954	1000883133	COZI-TROCAR TABUAS PASSARELA DO TC-100	OTA1-202-068-001-M	8.850,90	33.458,00		
7	Programado	14/05/2019	15/05/2019	MONTEC - EDSON	1000921178	2000998287	G07-LAV4-VERIF VAZ DRENO CANALE PISO SUP	OTA1-204	0,00	12.000,81		
8	Programado	14/05/2019		MONTEC - PMAD	1001001294	2001101618	PMAD-VERIF ESCOVA VEDAÇÃO PENEIRA KONE	OTA1-150-069-001-M	0,00	605,45		
12	Programado	16/05/2019		MONTEC - EDSON		2001130853	COZI-SUBST TUBULACAO SAIDA TEREINTINA	OTA1-202-120-006-M	0,00	42.839,70		
13	Programado	14/05/2019	16/05/2019	MVA - TONINHO		2001127222	COZI-REMOÇÃO DO TANQUE DE MEDIDAS	OTA1-202C	1.062,21	41.896,94		
14	Programado	16/05/2019		ALCIONE / GAZANIGA	1001056136	2001136117	LAV2-TROCAR POSIÇ SUPORTE MANGUEIRA AGUA	OTA1-202-052-008-M	0,00	605,45		
1	Programado	22/05/2019	23/05/2019	MONTEC - EDSON		2001130853	COZI-SUBST TUBULACAO SAIDA TEREINTINA	OTA1-202-120-006-M	0,00	42.839,70		
2	Programado	17/05/2019	17/05/2019	FABLO / GAZANIGA	5000218	2001115298	PMAD-TROCAR TELA PENEIRA KONE	OTA1-150-069-001-M	0,00	1.442,26		
3	Programado	17/05/2019	17/05/2019	MONPAF - FIBRAS	2000459954	1000883133	COZI-TROCAR TABUAS PASSARELA DO TC-100	OTA1-202-068-001-M	8.850,90	33.458,00		

Fonte: Klabin⁸

Os materiais que serão utilizados para troca da coroa deverão ser requisitados no almoxarifado, a requisição é feita pelo planejador, no programa SAP, é gerado uma ordem para cada serviço, nela irá conter uma lista de estrutura do equipamento informando quais os sobressalentes em estoque e quantidade.

- **ORDEM DE SERVIÇO**

Para cada manutenção a ser realizada no engrossador tem que ser gerada uma ordem de serviço, através da ordem podemos realizar a requisição dos materiais necessários para execução.

⁸ Fonte: Klabin Otacílio Costa

Figura 7 – Ordem de Serviço

Nota 2000470885 M2 CAPA- MANUTENÇÃO PREVENTIVA NO ENGROSSAD

Status MSPN NORM

Ordem

Responsabilidades

Grp.plnj.PM I01 / OIA1 Fibras/Cav (Mec)

Cen.Trab.respon. CIM206 / OIA1 MEC C. Prazo Geral e Plantao

Responsável

Notificador RWIGGERS Data da nota 16.05.2019 18:11:20

Objeto de referência

Loc.instalação OIA1-160-056-001-M FILTRO ENGROSSADOR DE MASSA N°1

Equipamento 66795 FILTRO ENGROSSADOR

Datas-base

Início desejado 16.05.2019 18:11:20 Prioridade Rotina

Concl.desejada 16.05.2019 18:11:20 Parada

Revisão OIA1

Origem da Nota

Origem OPER OPERAÇÃO

Ficha Técnica Ficha Análise Risco Geral

Fonte: Klabin⁹

- LISTA DE ESTRUTURA

Dentro da ordem temos a opção de visualizar através de uma lista de estrutura os materiais utilizados no engrossador como: a quantidade disponível, e código gerado para cada peça.

Figura 8 – Lista de estrutura

Equipamento 66795 Vál.desde 16.05.2019

Denominação FILTRO ENGROSSADOR

66795	FILTRO ENGROSSADOR			
• 657474	COROA ACIONADOR DENTADA FILTRO ENGROSSAD	L	1	CDA
• 657517	LAMINA RASPADORA FILTRO ENGROSSADOR Ø 9,	L	1	CDA
• 657481	PLACA DESGASTE FILTRO ENGROSSADOR Ø 9,5'	L	1	CDA
• 657513	PLACA SETOR FILTRO ENGROSSADOR Ø 9,5' X	L	1	CDA
• 657514	BICO LAVAGEM FILTRO ENGROSSADOR Ø 9,5' X	L	25	CDA
• 657475	ROSCA SEM FIM INVERTIDO FILTRO ENGROSSAD	L	1	CDA

Fonte: Klabin

⁹ Fonte: Klabin/Otacílio Costa

4.4 Elaboração do plano de manutenção

O primeiro passo para implantação do Plano de Manutenção Preventiva é a coleta de dados que estão presentes na rotina da empresa. A maior parte destas informações é fácil de serem recolhidas, porém a empresa não percebe isso por que não tem nenhum instrumento de coleta desses.

Esses documentos precisam ser elaborados de acordo com a rotina do setor de manutenção, mas seguindo padrões pré-estabelecidos para tais fins. Deve-se tomar cuidado para que não se crie uma quantidade exagerada de documentos e as pessoas passem a enxergar estes como fim e não como meio de atingir um determinado objetivo.

As informações devem ser criadas e implantadas pouco a pouco, de acordo com a adequação da equipe a essa nova metodologia de trabalho, bem como devem passar por revisões periódicas, com a finalidade de aumentar a quantidade e a qualidade dos dados colhidos.

Os principais documentos para o setor de PCM são:

- Ordens de Serviço: Fornecem os principais dados para a boa gestão da manutenção, como: Tempo demandado a atividade, anomalias encontradas, ações tomadas, causas dos problemas, funcionários envolvidos e materiais utilizados;
- Relatórios de Inspeção: Os Relatórios de Inspeção realizados pela manutenção são primordiais para se definir o real estado de conservação dos equipamentos e instalações. Pois até então, antes da implantação do PCM, não se tem qualquer histórico. Esses relatórios também são muito úteis para início das manutenções preventivas;
- Fichas Técnicas: As Fichas Técnicas servem para sabermos o que temos em campo, em nível de peças e componentes. Com base nas informações levantadas, deve-se começar o trabalho de gestão de compras e estoque das peças de reposição para suprimento das manutenções preventivas e corretivas;
- Fluxogramas: Devem ser claros quanto aos novos métodos de trabalho, processos e posição hierárquica de toda a equipe;
- Requisições e Solicitações: Tudo que é pedido ao setor de manutenção, deve ser feito por meio de um documento, para que dessa forma o PCM consiga controlar a demanda gerada através dessas solicitações.

Um plano de manutenção preventiva é um documento (ou série de documentos) que registram todas as atividades de manutenção preventiva, bem como a sua frequência,

periodicidade, localização do equipamento, materiais e peças que deverão ser utilizados e quem são os profissionais responsáveis pela execução das atividades.

O plano de manutenção preventiva deve ser elaborado em forma de roteiro, em que servirá de apoio para que todos os profissionais envolvidos com a manutenção possam realizar as tarefas de forma padronizada, segura e com alto índice de qualidade.

No plano de manutenção preventiva devem constar todas as informações que instruem os colaboradores de forma intuitiva e sirvam de base para tomada de decisões em tempo hábil.

Toda e qualquer tarefa do setor de manutenção deve ser planejada previamente, o planejamento de ações está relacionado diretamente com a redução de custos de manutenção e elevação de indicadores importantes como MTBF tempo médio entre falha, Confiabilidade e Disponibilidade.

Tabela 02 – Plano de Manutenção para Engrossador

DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES	D	S	M	S M	A	B A
Inspeção visual do equipamento	X					
Lubrificação dos mancais de rolamento		X				
Verificação do nível de óleo do acionamento		X				
Verificação do nível de óleo gotejador		X				
Drenagem de condensado do acionamento			X			
Inspeção visual da coroa			X			
Substituição da Coroa						X
Substituição do Eixo sem fim						X
Substituição dos rolamentos do acionamento RF-900						X
Substituição dos Casquilhos						X
Teste de estanqueidade do tambor						X
Teste de estanqueidade tubulação de filtrado						X
Substituição rolamentos do repolpador						X
Substituição da lamina da raspa seca						X
Substituição do óleo dos redutores					X	
Substituição dos bicos do chuveiro lava tela						X
Análise termográfica				X		
Análise de óleo dos redutores				X		
Análise de Vibração dos motores/redutores				X		
Substituição das gaxetas						X

D:Diário S: Semanal M:Mensal SM: Semestral A:Anual BA: Bianual

Fonte: Acadêmico¹⁰

¹⁰ Fonte: Acadêmico

Figura 9 – Plano de manutenção



Fonte: Acadêmico / Klabin¹¹

Todas as atividades destinadas a prevenção de falhas, panes e quebras são encaradas como Manutenção Preventiva. Exemplo: Inspeções, Reaperto, Substituição de Itens Desgastados, Limpezas, Lubrificação, Ajustes, por ser um equipamento novo está sendo feito as manutenções preventiva, até o momento não tivemos nenhuma parada no equipamento para realizar manutenção corretiva.

4.5 Criticidades dos equipamentos

Para se obter técnicas para definir com facilidade as melhores maneiras de realizar uma estratégia de periodicidade vamos usar conceitos simples e comum.

Passo 1: Ter uma base de dados com informações sobre todas as intervenções dos ativos que estão no plano de manutenção Preventiva. Essa base de dados é fundamental para entender as particularidades de problemas ou incidências de algumas necessidades de cada tipo de ativo. São informações que fornecem subsídios para uma tomada de decisão sobre as melhores estratégias de manutenção.

Passo 2: Fazer uma divisão da máquina em conjuntos, ou seja, toda máquina normalmente tem partes distintas que a compõe. Isso já deve ser comum para efeito dos controles dos indicadores de cada tipo de ativo. Esse formato de divisão de uma máquina em conjunto facilita e muito o entendimento da Manutenção sobre as suas estratégias de ação.

¹¹ Fonte: foto tirada pelo acadêmico Klabin/Otacílio Costa

Passo 3: Elaborar um plano de manutenção para cada conjunto da máquina de forma que contemple todas as partes possíveis, que geram desgastes e/ou deterioração baseada no tempo de uso. Com base no passo 1, tem a possibilidade de entender que para cada item do plano desse conjunto tem uma probabilidade mais assertiva de alguns problemas.

Passo 4: Com base nos passos anteriores, produzir se for o caso, um plano de preventiva parcial. Ou seja, determinam-se períodos diferentes para os diversos conjuntos conforme o entendimento e a necessidade identificada nesses passos. Nesses casos, pode ter uma determinada máquina que pelo seu porte ou complexidade, definir duas ou três paradas.

O método da classificação ABC é muito importante na Gestão da Manutenção, nos interesses do processo e na boa governança da Organização. Ao término dessa classificação, a Gestão de Manutenção define o seu nível de atuação para cada tipo de classe:

- Classe A: Máquinas e equipamentos com prioridade alta equipamento cuja parada interrompe o processo produtivo.
- Classe B: Máquinas e equipamentos com prioridade média – equipamento que participa do processo produtivo, porém sua parada por algum tempo não interrompe a produção.
- Classe C: Máquinas e equipamentos com prioridade baixa – equipamento que não participa do processo produtivo.

4.6 Aplicação de criticidade no sistema engrossador

A curva ABC é um método de classificação de informações que separa os itens de maior importância ou impacto, que são normalmente em menor número. Trata-se de uma classificação estatística de materiais, baseada no princípio de Pareto, em que considera-se a importância dos materiais, baseada nas quantidades utilizadas e no seu valor. Este sistema é também aplicável ao estabelecimento de prioridades, como o caso em questão, a fim de permitir a classificação de máquinas e equipamentos conforme seu grau de importância para o setor produtivo. Trata-se de uma classificação determinante para desenvolvimento de uma política de manutenção adequada, com a avaliação da criticidade das máquinas frente ao impacto de suas falhas ao processo produtivo, este método de classificação ABC foi adaptado JIPM - Japan Institute of Plant Maintenance, em 1195, que recomenda sua utilização como ferramenta para avaliação da criticidade de equipamentos através do uso de um fluxograma do tipo decisório, conforme Figura 10 a seguir. Para sua utilização, é necessário uma base de critérios de criticidade que nos permite definir uma classificação em classes (A, B ou C). A Tabela 03, apresenta os critérios determinando o fluxograma.

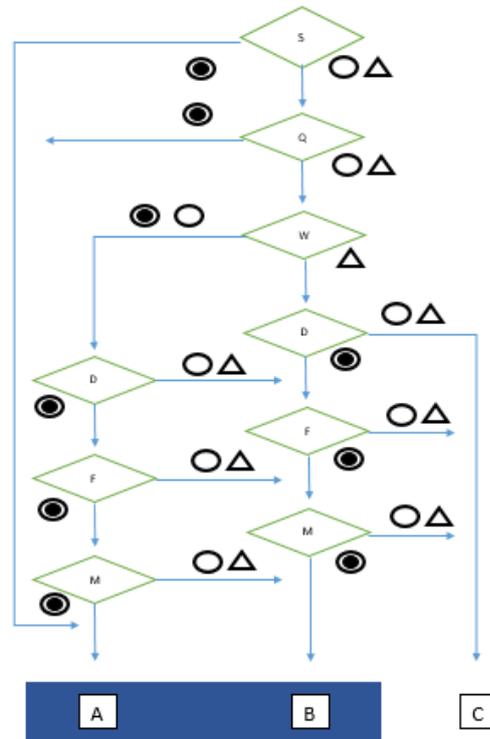
Tabela 3 – Criticidade no Sistema Engrossador

	Símbolos de Classificação		
			
S Segurança e saúde	Efeito Forte	Efeito Medio	Nenhum Efeito
Q Qualidade	Efeito sgnificativo	Efeito Medio	Nenhum Efeito
W Condição de Operação	24h/ Dia	8 a 24h/Dia	8h/Dia
E Condição de Entrega	As quebras provocam interrupções da linha ou perdas de produção	Raramente as quebras provocam interrupções da linha ou perdas de produção	As quebras não provocam interrupções da linha ou perdas de produção
P Indices de Parada	3 quebras/ mês Para 1 Quebra/Bimestre	1 Quebra/Bimestre Para 1 Quebra/Semestre	Menos de 1 quebra a cada 6 meses.
M Manutenibilidade	MTTR > 4 horas Custo > 500\$	MTTR 1 > 4 HORAS Custo 150 - 500\$	MTTR < 1hora Custo < 150\$

Fonte: SIGMA Software de Gerenciamento da manutenção¹²

¹² Fonte: SIGMA Software de Gerenciamento da Manutenção

Figura 10 – Criticidade no sistema engrossador



Fonte: Klabin¹³

Seguindo os conceitos básicos através do fluxograma para definir as criticidade do engrossador de massa, definimos que o mesmo tem a criticidade classe B, pois o equipamento participa do processo produtivo, porém sua parada por algum tempo não interrompe a produção do papel. Em uma manutenção preventiva da troca da coroa e eixo sem fim, ou a troca do redutor de acionamento do cilindro que pode se alongar certo tempo maior de parada não implicará no processo produtivo, pois temos um engrossador de massa N°2 reserva que está disponível para suprir a necessidade da manutenção do N°1.

4.7 Desenvolvimento e Controle das Manutenções

O sistema integrado de gestão empresarial SAP (em alemão: “Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung”. Em português, o termo significa “Sistemas, aplicativos e Produtos para Processamento de Dados” (SOUSA, 2016.).

¹³ Fonte: Acadêmico Klabin / Otacílio Costa

SAP irá fazer o controle de todo o processo de manutenção, onde é configurado todo o plano para serem geradas as ordens de manutenção, a fim de realizar o controle de todas as execuções de planos e de ordens de manutenção. No sistema é cadastrado com todos os passos e ponto necessário nele é definido a periodicidade, a fim de realizar o controle das manutenções necessárias, seguindo sempre o calendário pré-programado pelo setor de planejamento da empresa.

Figura 11 - Desenvolvimento do Plano de manutenção



Fonte: Klabin¹⁴

O sistema SAP, consegue gerenciar todo o processo das manutenções, nele é feito o controle das emissões de notas, ordens e planos. O sistema realiza um controle juntamente com os planejadores do setor, fazendo com que eles realizem os controles das execuções dos serviços. Eles têm a tarefa de verificar se os serviços foram concluídos, ou se ficaram pendentes, após isso cadastrando-os no sistema, a fim de informar para o mesmo se a tarefa necessitará rodar novamente ou não.

O SAP também consegue realizar a comunicação entre o setor de almoxarifado e a manutenção, a fim de fornecer todo o material que será utilizado nas manutenções, tanto para a execução da manutenção preventiva, ou até mesmo fornecendo o material de reposição caso haja uma quebra, entrando assim em operação a manutenção corretiva. Dentro das ordens de

¹⁴ Fonte: foto tirada pelo acadêmico Klabin/Otacílio Costa

manutenção emitidas pelo sistema, consegue fazer o controle de todos os dados, que são formados por executor da tarefa, horário, materiais necessários, abrindo a reserva, entre outras várias informações.

4.8 Benefício do Plano de Manutenção Preventiva

O principal benefício do Plano de Manutenção Preventiva é a redução de desperdícios. Seja desperdício de mão de obra, tempo ou materiais. Se você não planeja qualquer atividade, seja ela ligada à manutenção ou não, você com certeza estão desperdiçando algum desses recursos.

Sabe-se que em uma atividade realizada sem planejamento, existem 65% de desperdício de tempo. Ou seja, dentro das 8 horas normais de trabalho, apenas 2,8 horas são de fato aproveitadas. Esse número é assustador e a causa disso é explicada no infográfico abaixo:

Figura 12 – Gráfico de Benefícios do Plano de Manutenção



Fonte: AUVO¹⁵

¹⁵ Disponível em: <https://conteudo.auvo.com.br/lp-infografico-planejamento-e-controle-da-manutencao>. Acesso em: jun. de 2019.

Para minimizar ao máximo essa perda de tempo dentro das atividades de manutenção, o melhor a se fazer é implantar corretamente sistemáticas de Planejamento e Controle da Manutenção. Dessa forma, podemos dimensionar de forma assertiva o volume de atividades que devem ser feitas para manter os ativos disponíveis e confiáveis.

Após a implantação do Plano de Manutenção Preventiva, a expectativa é que o Tempo Produtivo de Trabalho suba de 35% para no mínimo 65%. Em um primeiro momento essa já é uma elevação gigantesca na produtividade da equipe, consiste basicamente em elevar o tempo produtivo de 2,8 horas para 5,2 horas.

4.9 Ações de Manutenção Preventiva

INSPEÇÃO – é uma forma simples de aplicação da manutenção preventiva, pode ser realizada pelo pessoal envolvido na manutenção ou até mesmo pelo próprio operador da máquina. É uma parte importante, que utiliza os sentidos humanos – visão, tato, olfato e audição, dando resultados rápidos e eficazes.

BASEADA NO TEMPO – tem como objetivo substituir, ou restaurar, em intervalos determinados, peças e componentes que têm tendência a falhar à medida que envelhecem. Uma vez que seu limite de tempo foi atingido, essas ações são executadas independentes do estado que a peça se encontre no dia da troca. Lembrando que as ações baseadas no tempo só serão eficazes quando existir uma relação entre a idade do componente ou peça e sua probabilidade de falha.

BASEADA NA CONDIÇÃO – estas ações preventivas são tomadas com base nos resultados de inspeções periódicas, e delas é feito um acompanhamento e tiradas conclusões que iram detectar sinais de falhas e anomalias em peças e componentes de todas as máquinas e equipamentos do local. Assim, as falhas podem ser monitoradas, permitindo agir antes que elas aconteçam.

- **Inspeção Operacional**

É de suma importância que os operadores garantam em cada turno com responsabilidade o preenchimento de verificação do equipamento engrossador, nele consta informações necessária a serem realizado pelos operadores tais como, limpeza, níveis de óleo, distancia da raspa entre a tela, se o mesmo visualizar alguma anomalia irá repassar as informações pro seu gestor imediato, em seguida abrir uma nota no sistema SAP que será encaminhado para o setor de manutenção que irá executar o reparo.

Tabela 4 – Check List de Rotina Operacional¹⁶

CHECK LIST DE ROTINA OPERACIONAL			
EMPRESA: KLABIN	ÁREA: CENTRAL DE APARAS		DATA:
RESPONSÁVEL:	FUNÇÃO:		
ROTINAS DIÁRIAS	C	NC	COMENTÁRIOS
VERIFICAR NIVEL DE ÓLEO DO REDUTOR LA			
VERIFICAR NIVEL DE ÓLEO DO REDUTOR LC			
VERIFICAR NIVEL DA TINA			
VERIFICAR POSICIONAMENTO DOS CHUVEIROS DA TELA			
INSPECIONAR AJUSTE DA RASPA ENTRE A FITA 6mm			
INSPECIONAR VISUALMENTE A TELA			
REALIAZAR LIMPEZA DA ÁREA			
VERIFICAR NIVEL DE ÓLEO DO COPO CONTA GOTA			
Obs. O COLABADOR DA OPERAÇÃO DE CADA HORÁRIO IRÁ REPASSAR POR E-MAIL A CADA INICIO DE TURNO O CHECK-LIST PRO LIDER DA MANUTENÇÃO.			
Obs. O LIDER DE TURNO DA MANUTENÇÃO IRÁ EXECUTAR O REPARO, E REPASSAR TODAS AS INFORMAÇÕES OCORRIDO EM SEU TURNO DE TRABALHO VIA E-MAIL PRO TÉCNICO RESPONSÁVEL DA ÁREA.			

C:CONFORME NC: NÃO CONFORME

Fonte: Acadêmico

É importante gerar no trabalhador que tem contato com as máquinas industriais um sentimento de propriedade e de responsabilidade com seu equipamento.

Ao realizar a inspeção na redução do cilindro houve a necessidade de melhoria, pois cada intervenção tinha que retirar a tampa para ter acesso na transmissão.

Figura 13 – Visor para inspeção



Fonte: Acadêmico/ Klabin¹⁷

Para inspeção ser mais precisa foi criado uma janela onde podemos visualizar se contem óleo lubrificante entre as engrenagens ou desgaste gerado pelo trabalho teve um grande ganho nesta ação, por ela podemos analisar a necessidade de uma manutenção preventiva.

- Baseado no tempo

A manutenção do rolamento do repolpador será realizada através do cálculo de vida útil do rolamento conforme a norma ISO 281:2007, esta norma especifica métodos de cálculo

¹⁶ Fonte: Acadêmico Klabin/Otacílio Costa

¹⁷ Fonte: foto tirada pelo acadêmico Klabin/Otacílio Costa

da classificação de carga dinâmica básica de rolamentos dentro das faixas de tamanho, fabricadas a partir de aço temperado de alta qualidade contemporâneo, comumente usados, de acordo com as boas práticas de fabricação e basicamente concepção no que diz respeito à forma das superfícies de contato rolantes.

Equação:

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^p$$

Onde:

L_{10} - Vida útil básica com 90% de confiabilidade – [10^6 revoluções]

C- Capacidade de carga dinâmica do rolamento (índice r= radial ou a = axial) – [N]

P- Carga dinâmica equivalente aplicada ao rolamento (índice r= radial ou a = axial) - [N]

p- Expoente relativo ao tipo de rolamento, se o rolamento de esfera $p = 3$, se o rolamento de rolos $p = 10/3$.

Pode-se ter uma ideia da vida útil conforme tabela de referência de especificação de vida útil do rolamento para diferentes tipos de máquina, nela consta em horas de trabalho para cada máquina em seu tempo em operação.

Tabela 5 – Referência de Especificação

Tipo de máquina	Especificação da vida útil Horas de operação
Máquinas domésticas, máquinas agrícolas, instrumentos, equipamento técnico para uso médico	300 ... 3.000
Máquinas usadas por períodos curtos ou intermitentemente: ferramentas elétricas manuais, guincho de elevação em oficinas, equipamentos e máquinas de construção	3000 ... 8.000
Máquinas usadas por períodos curtos ou intermitentemente onde é necessária uma alta confiabilidade operacional: elevadores, guindastes para mercadorias embaladas ou suspensão de tambores, etc.	8.000 ... 12.000
Máquinas para uso 8 horas ao dia, mas nem sempre utilizadas por completo: transmissões de engrenagens para uso geral, motores elétricos para uso industrial, britadores rotativos	10.000 ... 25.000
Máquinas para uso 8 horas ao dia e utilizadas por completo: máquinas-ferramenta, máquinas para trabalho em madeira, máquinas para o setor de engenharia, guindastes para material a granel, ventiladores, esteiras transportadoras, equipamentos de impressão, separadores e centrifugas	20.000 ... 30.000
Máquinas para uso contínuo durante 24 horas: unidades de engrenagens de laminadores, máquinas elétricas de médio porte, elevadores de minas, bombas, máquinas têxteis	40.000 ... 50.000
Máquinas de energia eólica, que incluem eixo principal, guinada, redutores de engrenagens de afastamento, rolamentos de geradores	30.000 ... 100.000
Máquinas para trabalhos com água, fomalhas rotativas, máquinas de estiramento de cabos, máquinas de propulsão para embarcações oceânicas	60.000 ... 100.000
Grandes máquinas elétricas, usina de geração de energia, bombas de minas, ventiladores de minas, rolamentos de túneis de	100.000 ... 200.000

Fonte: FLEXASEAL¹⁸

¹⁸ Disponível em: <http://www.flexaseal.com.br/aplicacoes-especiais/selos-mecanicos-aplicacoes-especiais-meco-para-industria-de-papel-e-celulose.html>. Acesso em: jun. de 2019.

Figura 14 - Rolamento SKF 22217 EK/C3



Fonte: Acadêmico / Klabin¹⁹

O rolamento usado no mancal do repolpador é um 22217 auto compensador de rolos com folga C3, Conforme orientação de especificação de vida útil do rolamento o fabricante recomenda para o engrossador de massa que tem um contato direto com água uma vida útil estimado de 60.000 a 10.000 mil horas de trabalho.

- Baseado na condição

Os redutores industriais também sofrem desgaste em seus componentes durante sua operação e, em alguns casos, precisam de manutenção ou monitoramento constante de suas condições.

É possível conferir o estado do redutor, prolongando sua vida útil e principalmente permitindo que o equipamento onde ele esteja instalado tenha um fator elevado de operação, pela análise de:

- Vibrações;
- Inspeções visuais;
- Temperatura de trabalho;
- Análise do óleo.

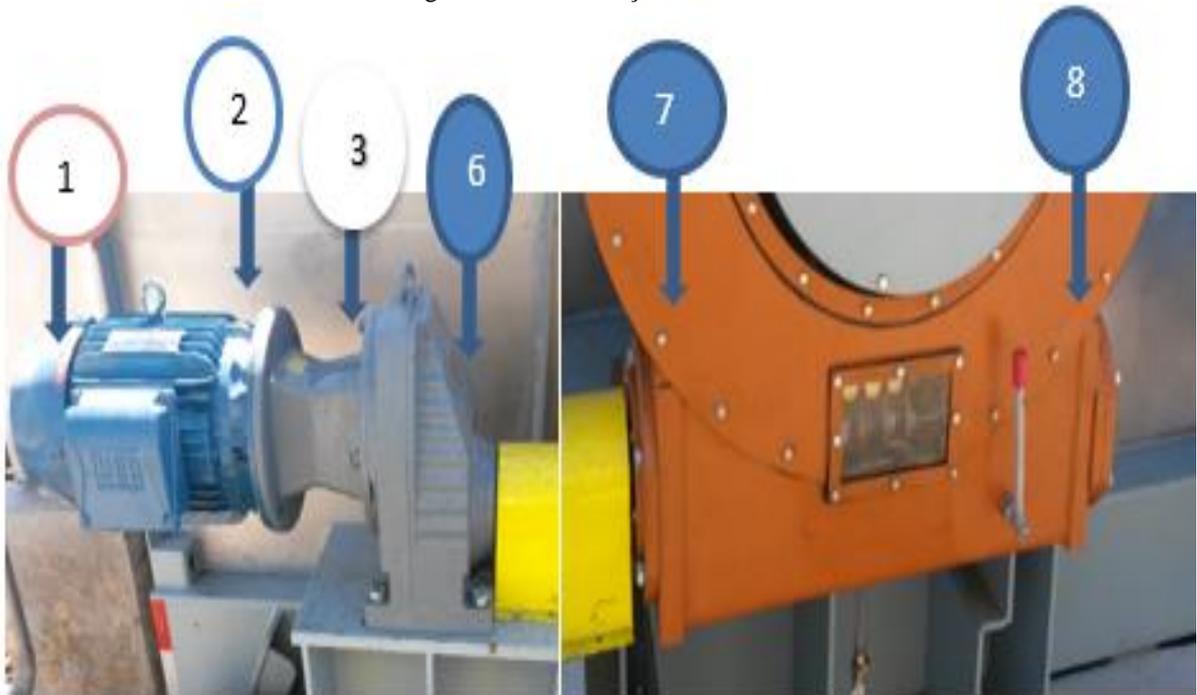
Para garantir a disponibilidade do engrossador, e executar uma manutenção com qualidade nos redutores em tempo hábil, foi realizada a aquisição de um moto redutor reserva

¹⁹ Fonte: Foto tirada pelo acadêmico Klabin/ Otacílio Costa

em estoque no almoxarifado, se o problema identificado for motor a manutenção é realizada por empresas terceirizadas, e seu tempo de concerto é muito maior, nessa situação tem a opção retirar só o motor do equipamento reserva.

Pensando em prolongar a vida do equipamento foi realizada uma manutenção preditiva através de análise de vibração pelo programa Next para verificar alguma anomalia. Foram definidos 8 pontos para avaliar, conforme figura 15.

Figura 15 – Manutenção Preditiva



Fonte: Acadêmico / Klabin²⁰

4.10 Relatório de Manutenção

Nos mais diversos segmentos industriais os Relatórios de Manutenção (RM) são de fundamental importância tanto para a otimização quanto para alcançar a excelência no funcionamento das máquinas e equipamentos.

Um conjunto de procedimentos deve ser elaborado e executado, visando manter sempre a periodicidade das tarefas de manutenção preventiva, sendo sempre descrito antes e depois da execução. O responsável pela manutenção deve descrever, de forma detalhada, no RM qual procedimento de manutenção foi realizado, como troca de rolamentos, elementos de

²⁰ Fonte: Foto tirada pelo Acadêmico Klabin/Otacílio Costa

transmissão, engrenagens, motores entre outros, ou seja, toda e qualquer troca de peça deve ser descrita.

Tabela 6 – Relatório de Manutenção RM



Relatório de Manutenção - RM

GME - Gerência de Manutenção e Engenharia

Data	27/02/2019	Nº Ordem	3000844707	Nº Plano	23168
Código do Equipamento	7439	Descrição Equipamento	FILTRO ENGROSSADOR - DORR OLIVER		
Código da Localização	OTA1-160-056-001-M	Descrição da Localização	FILTRO ENGROSSADOR DE MASSA N°1		

Classificação	Instrumentos Utilizados	Documentos Referência	Responsável pela Inspeção
	MAQ. FOTOGRAFICA	TROCAR GAXETA	
1 - Não se Aplica			Nome : <u>Dionata Velho</u>
2 - Normal			Cracha : <u>6041</u>
3 - Aceitável c/ Comentários			
4 - Não Aceitável			

Fonte: Klabin²¹

Figura 16 – Relatório de Manutenção RM

Parâmetros Visuais	Vazamento		Desgaste		Obstrução		Fixação		Corrosão		Trincas	
	antes	após	antes	após	antes	após	antes	após	antes	após	antes	após
Bucha do eixo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Gaxeta	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	2	2
Mancais e Rolamentos	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Polias/Correias/Acoplamentos	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Raspa Destacadora	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Tela	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Coroa / Sem-Fim	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Munhão	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2




Fonte: Klabin²²

Comentários:

²¹ Fonte: Klabin/Otacílio Costa

²² Idem

Através do relatório de manutenção foi verificada a necessidade da troca das gaxetas de vedação do acionamento do cilindro, conforme FIG. 11 foi elaborado o plano de manutenção, onde descreve a troca anual, porém a gaxeta sofre um desgaste devido ao seu aperto excessivo, parando o equipamento para realização da manutenção preventiva.

4.11 Planejamento da Manutenção – Lubrificação

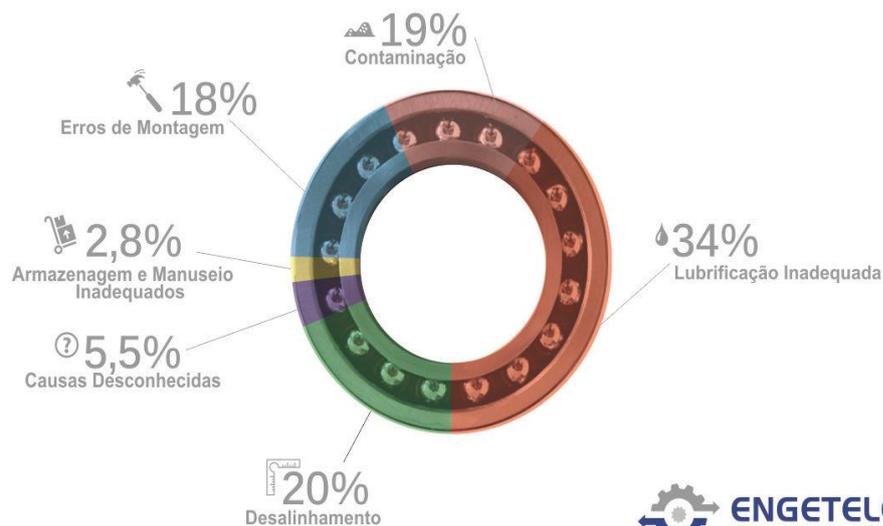
A lubrificação é uma peça fundamental dentro do PCM Planejamento e Controle da Manutenção, suas atividades devem ser controladas através de planos da mesma forma que se faz com as atividades de manutenção preventiva e preditiva.

A cada 10 falhas de rolamentos, 5 foram causadas por falhas de lubrificação. Por isso é dever do PCM Planejamento e Controle da Manutenção garantir, através de um plano, que todos os equipamentos da fábrica sejam lubrificados da forma correta, na frequência correta e com o lubrificante correto.

Figura 17 – Gráfico de Falhas em rolamento



Principais causas de falhas em rolamentos.



Fonte: ENGETELES²³



²³ Disponível em: file:///D:/Documents/Downloads/tecnicas_de_analise_de_defeito_em_rolamentos%20(2).pdf . Acesso em: jun. de 2019.

Muitas pessoas definem um plano de lubrificação como uma lista completa de todo o equipamento lubrificado com óleo e graxa, com uma recomendação de produto apropriada listada ao lado de cada componente.

Nos últimos anos, dentro do PCM Planejamento e Controle da Manutenção de grandes empresas tem havido uma tendência crescente no estabelecimento de programas de gerenciamento de lubrificação, e essas organizações estão colhendo as recompensas.

Para que um plano de lubrificação seja efetivo, todas essas áreas devem ser avaliadas e as melhorias feitas para adaptar as práticas atuais às práticas recomendadas da indústria, se necessário. O processo elaboração do plano de lubrificação e análise de óleo é uma abordagem incremental para avaliar os pontos fortes e fracos de um programa de lubrificação das plantas e traça um caminho para melhoria contínua.

Tabela 7 – Plano de Lubrificação

PLANO DE LUBRIFICAÇÃO DO ENGROSSADOR DE MASSA N°1			
Loc. Inst. Oper	DESCRIÇÃO	CICLO	Lubrificante
OTA1-160-056-001-BM	LUB. MANCAIS ROLO REPOLPADOR 2PT 20GR CD	Semanal	GRAXA RONEX
OTA1-160-056-001-AM	TROCAR ÓLEO REDUTOR S/FIM 40L	Anual	ÓLEO 600 XP 680
OTA1-160-056-001-AM	VERIF. NÍVEL ÓLEO REDUTOR S/FIM	Semanal	ÓLEO 600 XP 680
OTA1-160-056-001-M	TROCAR ÓLEO REDUTOR REPOLPADOR 5L	Anual	ÓLEO 600 XP 680
OTA1-160-056-001-M	VERIF. NIVEL ÓLEO REDUTORREPOLP ADOR	Semanal	ÓLEO 600 XP 680

Fonte: Acadêmico²⁴

O planejador de lubrificação tem a responsabilidade de organizar através de um plano de lubrificação os locais e rotas em que o lubrificador devera seguir, no plano contem o local em que o equipamento esta, sua descrição e ciclo, nele aponta o tipo de lubrificante e a quantidade necessaria para cada ponto.

²⁴ Fonte: Acadêmico Klabin/Otacílio Costa

Figura 18 – Lubrificação

Quadro de Apontamentos Lubrificação

Gravar

Encerrar ordem(ns)

Nº pessoal	Trabalho da	Unidade de	Local de in	Ponto de m	Denominaç	Item de me	Valor de me	Unidade Me	Verificação
	0,0	H	OTA1-202-	87776	Graxa Sabã	LUBRIFICAR	0,040	KG	
	0,0	H	OTA1-202-	87777	Graxa Sabã	LUBRIFICAR	0,200	KG	
	0,0	H	OTA1-202-	87778	Graxa Sabã	LUBRIFICAR	0,050	KG	
					Graxa Sabã	LUBRIFICAR	0,030	KG	
					Graxa Sabã	LUBRIFICAR	0,040	KG	
					Graxa Sabã	LUBRIFICAR	0,040	KG	
					Graxa Sabã	LUBRIFICAR	0,200	KG	
					Graxa Sabã	LUBRIFICAR	0,050	KG	
					Graxa Sabã	LUBRIFICAR	0,030	KG	
					Graxa Sabã	LUBRIFICAR	0,040	KG	
					Graxa Sabã	LUBRIFICAR	0,040	KG	
	0,0	H	OTA1-202-	87793	Graxa Sabã	LUBRIFICAR	0,200	KG	
	0,0	H	OTA1-202-	87794	Graxa Sabã	LUBRIFICAR	0,050	KG	
	0,0	H	OTA1-202-	87817	Graxa Sabã	LUBRIFICAR	0,050	KG	
	0,0	H	OTA1-202-	87827	Graxa Sabã	LUBRIFICAR	0,020	KG	
	0,0	H	OTA1-202-	87829	Graxa Sabã	LUBRIFICAR	0,160	KG	
	0,0	H	OTA1-202-	87832	Óleo Miner	VERIFICAR	0,000	ML	0
	0,0	H	OTA1-202-	87836	Graxa Sabã	LUBRIFICAR	0,000	KG	
	0,0	H	OTA1-202-	87845	Graxa Sabã	LUBRIFICAR	0,020	KG	
	0,0	H	OTA1-202-	87848	Graxa Sabã	LUBRIFICAR	0,020	KG	
	0,0	H	OTA1-202-	87851	Graxa Sabã	LUBRIFICAR	0,020	KG	
	0,0	H	OTA1-202-	87864	Lub Seco A	LUBRIFICAR	0,100	KG	
	0,0	H	OTA1-202-	87866	Graxa Sabã	LUBRIFICAR	0,060	KG	
	0,0	H	OTA1-273-	87896	Graxa Sabã	LUBRIFICAR	0,130	KG	
122380	0,0								

Informar Data/Hora Lubrificação

data atual: 04.12.2018

Hora: 08:45:59

Fonte: Klabin²⁵

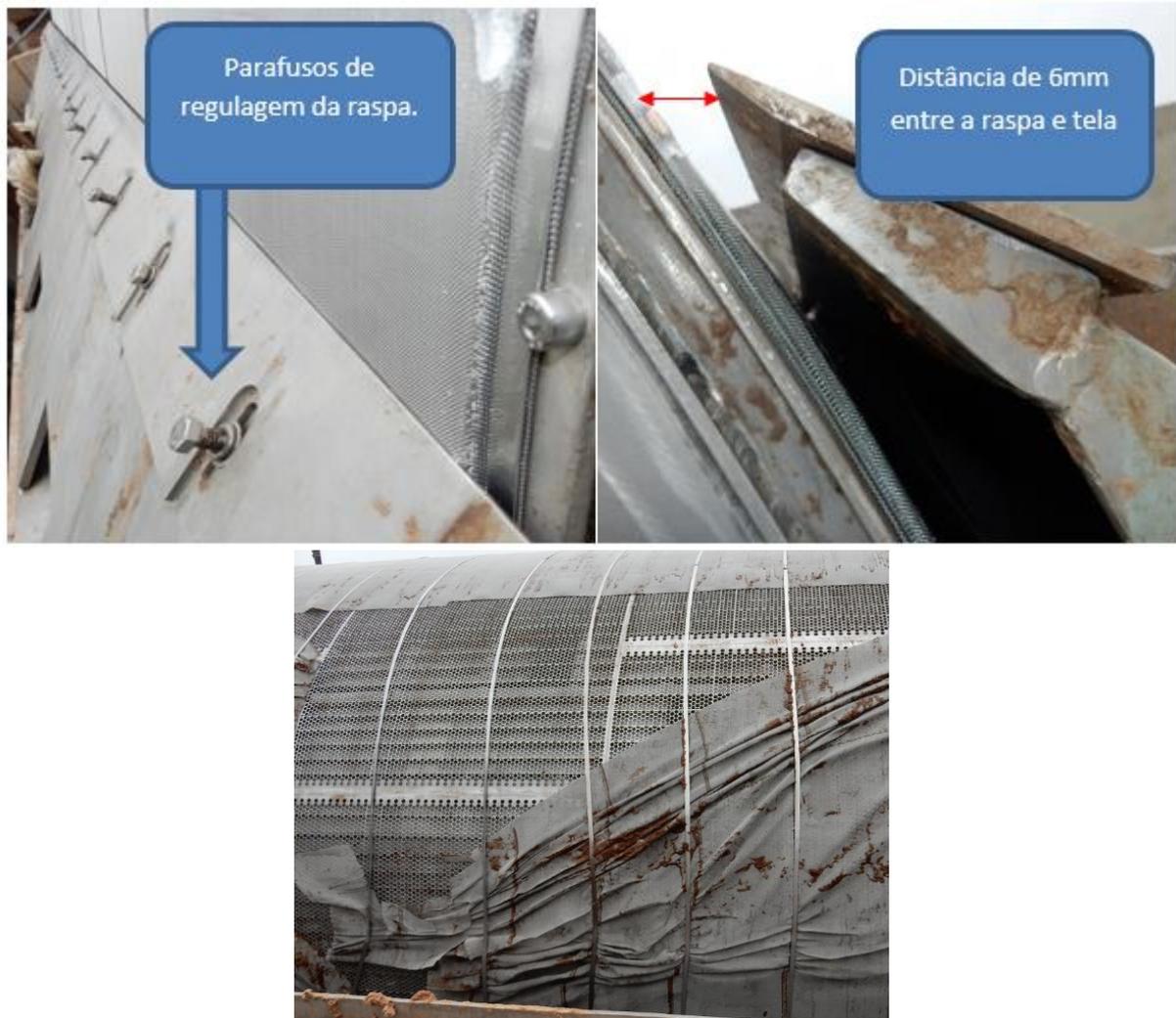
Depois de concluído a reposição dos lubrificantes as informações serão passadas para o planejador, o mesmo ira apontar as informações no sistema SAP, da quantidade utilizada no equipamento, e a data de execução, como alguns pontos são semanal o programa executará toda segunda feira o plano, o planejador imprime uma guia pro manutentor realizar sua rotina semanal.

4.12 Manutenção da raspa

É importante manter a manutenção preventiva do sistema da raspa, através de aperto dos parafusos de regulagem podemos ajustar a raspa entre a tela, conforme o fabricante indica essa distância tem que ficar aproximadamente 6 mm.

²⁵ Fonte: Klabin Otacílio Costa

Figura 19 – Manutenção da Raspa

Fonte: Klabin²⁶

Se aplicarmos rigorosamente essa manutenção preventiva em cada início de turno estaremos garantindo o desempenho da retirada de massa do cilindro, o não cumprimento desse procedimento ocorrerá danos à tela do filtro, o tempo necessário para cada inspeção será em um intervalo de 8 horas, no total de 3 inspeções diárias.

²⁶ Fonte: Acadêmico Klabin/Otacílio Costa

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interpretação é o resultado do estudo com base na revisão bibliográfica, na observação e na coleta de dados, de acordo com os objetivos definidos no projeto deste.

Portanto, as informações foram selecionadas com base em uma análise de conteúdo.

De acordo com Moraes,

A análise de conteúdo constitui uma metodologia de pesquisa usada para descrever e interpretar o conteúdo de toda classe de documentos e textos. Essa análise, conduzindo a descrições sistemáticas, qualitativas ou quantitativas, ajuda a reinterpretar as mensagens e a atingir uma compreensão de seus significados num nível que vai além de uma leitura comum (MORAES, 1999, p. 7).

Primeiramente, em conversa com colaboradores e com coordenadores do setor, juntamente com a teoria da graduação pensou-se num tema que tivesse relação entre ambos, para desenvolver um estudo que demonstrasse a teoria à prática de maneira benéfica para graduando e a empresa selecionada.

Nesse sentido, o estudo realizado partiu de uma observação no setor onde está localizado o tambor engrossador de massa na Klabin, unidade de Otacílio Costa.

O tambor engrossador de massa serve para recuperar fibras, é moderno, foi adquirido pela empresa no ano passado, em 2018.

De acordo com os colaboradores da empresa, a ideia de propor um plano de manutenção preventiva para este equipamento é prevenir, porque por mais nova que seja a máquina, é pensar em evitar prejuízos e danos futuros, aumentando a qualidade de durabilidade do equipamento, bem como paradas indesejáveis devido à má utilização ou descuido do mesmo.

Deste modo, primeiramente foi descrever o equipamento, como ele funciona, suas especificidades e como ele é composto, para em seguida o planejamento de um plano de manutenção preventiva para o tambor engrossador de massa.

Assim, o plano começou a ser desenvolvido, atendendo a demanda solicitada para quem trabalha no setor, bem como uma sugestão de melhoria.

A implantação do plano se baseou na necessidade de evitar paradas não programadas. Para tanto, foi realizada uma estratégia com auxílio de várias ferramentas, garantindo a validade e aplicabilidade do mesmo.

5.1 Cálculo do Rolamento Repolpador

Para melhor aplicação da vida útil do rolamento do repolpador foi calculado através de informações do rolamento como forças e carga de trabalho, a melhor resposta para executarmos a manutenção preventiva.

Equação da vida útil do rolamento

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^p$$

Onde:

L10- Vida útil básica com 90% de confiabilidade – [10⁶ revoluções]

C- Capacidade de carga dinâmica do rolamento (índice r= radial ou a = axial) – [N]

P- Carga dinâmica equivalente aplicada ao rolamento (índice r= radial ou a = axial) - [N]

p- Expoente relativo ao tipo de rolamento, se o rolamento de esfera p = 3 , se o rolamento de rolos p = 10/3.

Dados:

- L10=? Co= 32,500
- C= 244000 Mt = 1500 n.m saída
- P= 70 KN p=10/3
- E= 0,22

1. Passo descobrir força axial

$$\frac{Fa}{Ca} = e \quad \frac{Fa}{32500} = 0,025 \quad Fa=8125 \text{ N}$$

Tabela 8 – Valores Rolamento Repalpador

TABELA 16.7 Valores das constantes X e Y para diversos tipos de folgas radiais internas									
(F/C ₂)	Folga normal			Folga C3			Folga C4		
	e	X	Y	e	X	Y	e	X	Y
0,025	0,22	0,56	2,0	0,31	0,46	1,75	0,40	0,44	1,42
0,04	0,24	0,56	1,8	0,33	0,46	1,62	0,42	0,44	1,36
0,07	0,27	0,56	1,6	0,36	0,46	1,46	0,44	0,44	1,27
0,13	0,31	0,56	1,4	0,41	0,46	1,30	0,46	0,44	1,16
0,25	0,37	0,56	1,2	0,46	0,46	1,14	0,53	0,44	1,05
0,50	0,44	0,56	1,0	0,54	0,46	1,00	0,56	0,44	1,00

Fonte: CUNHA, 2005

2. Passo descobrir Força radial.

$$M_t = F \cdot R$$

$$1500 = F_r \cdot 0,0425$$

$$F_r = 35,294$$

3. Passo descobrir a carga dinâmica equivalente.

$$P = 0,92 \cdot F_r + Y_2 \cdot F_a$$

$$P = 0,92 \cdot 35294 + 4,6 \cdot 8125$$

$$P = 70 \text{ KN}$$

Tabela 9 – Dinâmica Equivalente 1

Dimensões principais	Capacidades de carga		Carga limite de fadiga P_u	Velocidades de referência		Massa	Designações			
	dinâm. C	estát. C_0		Lubrificação graxa	óleo		Rolamentos com furo cilíndrico	furo cônico		
d	D	B	N	N	r/min	kg	-	-		
60	110	28	122 000	146 000	16 300	4 000	5 000	1,10	22212 CC	22212 CCK
	110	28	140 000	173 000	19 000	4 300	5 300	1,15	22212 E	22212 EK
	130	31	161 000	200 000	23 200	3 000	3 800	1,95	21312 CC	21312 CCK
	130	46	235 000	280 000	30 000	3 000	3 800	2,95	22312 CC	22312 CCK
	130	46	271 000	335 000	36 500	2 800	3 600	2,90	22312 E	22312 EK
65	120	31	148 000	183 000	21 200	3 800	4 800	1,45	22213 CC	22213 CCK
	120	31	176 000	216 000	24 000	3 800	4 800	1,50	22213 E	22213 EK
	140	33	184 000	240 000	27 000	2 800	3 600	2,45	21313 CC	21313 CCK
	140	48	253 000	300 000	32 000	2 600	3 400	3,55	22313 CC	22313 CCK
	140	48	299 000	360 000	38 000	2 600	3 400	3,55	22313 E	22313 EK
70	125	31	148 000	186 000	21 200	3 600	4 500	1,55	22214 CC	22214 CCK
	125	31	179 000	228 000	25 500	3 600	4 500	1,55	22214 E	22214 EK
	150	35	207 000	260 000	29 000	2 600	3 400	3,00	21314 CC	21314 CCK
	150	51	311 000	380 000	40 000	2 400	3 200	4,30	22314 CC/W33	22314 CCK/W33
	150	51	345 000	430 000	45 000	2 200	3 000	4,30	22314 E	22314 EK
75	130	31	158 000	208 000	23 600	3 400	4 300	1,65	22215 CC	22215 CCK
	130	31	184 000	240 000	26 500	3 400	4 300	1,70	22215 E	22215 EK
	160	37	235 000	300 000	32 500	2 400	3 200	3,55	21315 CC	21315 CCK
	160	55	345 000	430 000	44 000	2 200	3 000	5,25	22315 CC/W33	22315 CCK/W33
	160	55	385 000	475 000	48 000	2 200	3 000	5,25	22315 E	22315 EK
80	140	33	176 000	228 000	26 000	3 200	4 000	2,05	22216 CC	22216 CCK
	140	33	207 000	270 000	29 000	3 200	4 000	2,10	22216 E	22216 EK
	170	39	258 000	335 000	36 000	2 200	3 000	4,20	21316 CC	21316 CCK
	170	58	374 000	455 000	46 500	2 000	2 800	6,20	22316 CC/W33	22316 CCK/W33
	170	58	431 000	540 000	54 000	2 000	2 800	6,20	22316 E	22316 EK
85	150	36	210 000	270 000	31 000	3 000	3 800	2,55	22217 CC/W33	22217 CCK/W33
	150	36	244 000	325 000	34 500	2 800	3 600	2,65	22217 E	22217 EK
	180	41	293 000	375 000	40 000	2 000	2 800	5,00	21317 CC	21317 CCK
	180	60	420 000	520 000	52 000	1 900	2 600	7,25	22317 CC/W33	22317 CCK/W33
	180	60	477 000	620 000	61 000	1 900	2 600	7,25	22317 E	22317 EK

Fonte: SKF²⁷²⁷ Fonte: Catálogo da SKF

Tabela 10 – Dinâmica Equivalente 2

Outras dimensões						Dimensões de encostos			Fatores de carga			
d	d ₂	D ₁	r _{1,2} min	b	K	d _a min	D _a max	r _a max	e	Y ₁	Y ₂	Y ₀
mm												
60	72,7	96,6	1,5	-	-	69	101	1,5	0,24	2,8	4,2	2,8
	71,6	98	1,5	5,5	3	69	101	1,5	0,24	2,8	4,2	2,8
	79,7	113	2,1	-	-	72	118	2	0,24	2,8	4,2	2,8
	74,9	109	2,1	-	-	72	118	2	0,35	1,9	2,9	1,8
	77,9	112	2,1	5,5	3	72	118	2	0,35	1,9	2,9	1,8
65	79,4	106	1,5	-	-	74	111	1,5	0,24	2,8	4,2	2,8
	77,5	107	1,5	5,5	3	74	111	1,5	0,25	2,7	4	2,5
	86	119	2,1	-	-	77	128	2	0,24	2,8	4,2	2,8
	82	118	2,1	-	-	77	128	2	0,35	1,9	2,9	1,8
	81,7	120	2,1	8,3	4,5	77	128	2	0,35	1,9	2,9	1,8
70	84,6	111	1,5	-	-	79	116	1,5	0,23	2,9	4,4	2,8
	83	112	1,5	5,5	3	79	116	1,5	0,23	2,9	4,4	2,8
	92,6	127	2,1	-	-	82	138	2	0,24	2,8	4,2	2,8
	88	127	2,1	8,3	4,5	82	138	2	0,35	1,9	2,9	1,8
	90,3	130	2,1	8,3	4,5	82	138	2	0,33	2	3	2
75	89,7	116	1,5	-	-	84	121	1,5	0,22	3	4,6	2,8
	87,8	117	1,5	5,5	3	84	121	1,5	0,22	3	4,6	2,8
	99,1	135	2,1	-	-	87	148	2	0,23	2,9	4,4	2,8
	94,2	134	2,1	8,3	4,5	87	148	2	0,35	1,9	2,9	1,8
	92,7	136	2,1	8,3	4,5	87	148	2	0,35	1,9	2,9	1,8
80	95,1	124	2	-	-	90	130	2	0,22	3	4,6	2,8
	94,2	127	2	5,5	3	90	130	2	0,22	3	4,6	2,8
	105	145	2,1	-	-	92	158	2	0,23	2,9	4,4	2,8
	100	144	2,1	8,3	4,5	92	158	2	0,35	1,9	2,9	1,8
	99,2	144	2,1	8,3	4,5	92	158	2	0,35	1,9	2,9	1,8
85	100	132	2	5,5	3	95	140	2	0,22	3	4,6	2,8
	101	135	2	5,5	3	95	140	2	0,22	3	4,6	2,8
	111	153	3	-	-	99	166	2,5	0,23	2,9	4,4	2,8
	106	154	3	8,3	4,5	99	166	2,5	0,33	2	3	2
	108	155	3	8,3	4,5	99	166	2,5	0,33	2	3	2

Fonte: SKF²⁸

4. Passo calcular a vida do rolamento.

$$L_{10} = \left(\frac{244000}{70000} \right)^{0,33}$$

$$L_{10} = 64.000 \text{ horas}$$

Através do cálculo da vida útil do rolamento definimos que o nosso rolamento tem o tempo de trabalho de 64.000 horas.

²⁸ Fonte: Catálogo da SKF

Tabela 11 – Manutenção de Rolamento

TABELA PARA REALIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO DO ROLAMENTO		
Início de operação	Tempo estimado de operação	Data para troca do rolamento
20/08/2018 13:00 h	64.000 horas	20/12/2025

Fonte: Acadêmico²⁹

Com este cálculo podemos se passear em uma manutenção preventiva baseado no tempo, desconsiderando alguma anomalia gerada no processo como contaminação do lubrificante, ou uma vedação que tenha danificado com o tempo de uso, os resultados através do cálculo nos mostra que o rolamento é uma peça fundamental no processo e tem um tempo estimado de trabalho, para mantermos este tempo pré-estabelecido iremos seguir com o plano de manutenção preventiva, se cumprir todos os pontos citados no decorrer do trabalho rigorosamente iremos alcançar o tempo estimado de 64.000 horas de operação.

5.2 Evolução de notas gerada pelos operadores

Realizado levantamentos de notas e ordens abertas pelos colaboradores de operação, os dados foram coletados através do SAP no período de janeiro de 2017 a maio de 2019.

Neste período de 2017 a 2018 apresenta um grande crescimento de notas abertas para manutenção executar suas atividades.

O histórico mostrou que neste período foi realizada várias manutenções corretivas, pois o equipamento engrossador passava por um estado de degradação. O equipamento estava em fase final de sua vida, não era mais viável realizar a manutenção, pois o custo em sua realização era muito alto.

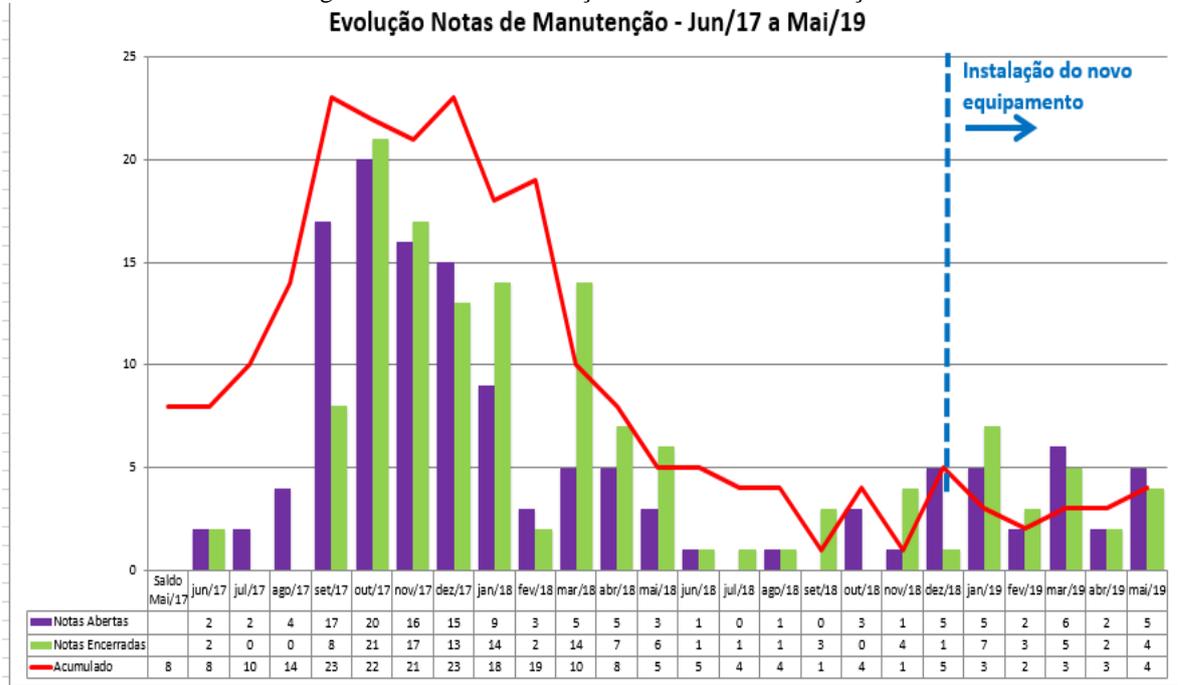
Em agosto de 2018, pode se observar uma decaída no gráfico. Neste período a empresa comprou um novo engrossador, ainda através do gráfico, nota-se um aumento nas notas abertas. Em março visualiza-se um crescimento e até o momento a tendência está crescendo.

Algumas divergências foram encontradas que demonstra o crescimento das notas. Através de estudo no engrossador; identifica-se um erro de projeto, onde o motor do acionamento esta superaquecendo devido à rotação do tambor ser lento, dando pouca

²⁹ Fonte: Acadêmico Klabin/ Otacílio Costa

ventilação pra refrigerar o motor, desarmando. Cada vez que o equipamento para, o operador lança uma nota no sistema para rearmar, sendo um dos motivos do aumento no gráfico.

Figura 20 – Gráfico Evolução de Notas de Manutenção
Evolução Notas de Manutenção - Jun/17 a Mai/19



Fonte: Klabin³⁰

Na figura 12 mostra a forma como foi elaborado os dados da pesquisa da evolução das ordens, através da transação IW28 no SAP, foram filtrada a data, o mês e o local que se encontra cada componente do engrossador, e o custo real em sua realização.

Tabela 12 - Dados da Pesquisa

Mês	Ordem	Tipo Ordem	Data Ordem	Local de Instalação	Texto breve	GPM	CTM	Prioridade	Criado por	Nota	CustoReal
8/2018	1000802570	1	20/08/2018	OTA1-160-056-001-M	CAPA02- ELIMINAR VAZAM ENGROSSADOR 2	I01	CTM201	Planta Oper- ALTA	OC1_GME_TCME	2000437071	R\$ 872,50
10/2018	1100285529	11	09/10/2018	OTA1-160-056-001-M	CENTRAL- TROCAR TELA ENGROSSADOR 01	I01	CTM201	Planta Parada-ALTA	OC1_GME_TCME	2000443231	R\$ 14.681,22
11/2018	1000833050	1	05/11/2018	OTA1-160-056-001-M	CAPA1- TELA RASGADA DO ENGROSSADOR 1	I01	CTM202	Planta Oper- MEDIA	OC1_GME_TCME	2000446417	R\$ 0,00
11/2018	1000834007	1	07/11/2018	OTA1-160-056-001-E	CENTRAL 1 REARMAR MOTO ENGROSSADOR 1	I08	CTM206	Planta Oper- ALTA	OC1_GME_PLME	2000446200	R\$ 0,00
12/2018	1000843742	1	02/12/2018	OTA1-160-056-001-E	CAPA-1 DESACOPLAR MOTOR ENGR01	I01	CTM206	Planta Oper- MEDIA	OC1_GME_PLME	2000449763	R\$ 1.622,55
12/2018	1000854326	1	28/12/2018	OTA1-160-056-001-M	CAPA1 - DESENT CHUVEIRO TELA ENGR/01	I01	CTM201	Planta Oper- BAIXA	OC1_GME_TCME	2000452240	R\$ 7,48
12/2018	1000854327	1	28/12/2018	OTA1-160-056-001-M	CAPA- 1-SOLDAR TELA DO ENGR/01	I01	CTM201	Planta Oper- ALTA	OC1_GME_TCME	4000563633	R\$ 0,00
1/2019	1000860574	1	15/01/2019	OTA1-160-058-001-AM	CAPA1-REARMAR REPOUPADOR ENGROSSADOR1	I08	CTM221	Planta Parada-ALTA	OC1_GME_PLEL	2000454102	R\$ 682,76
1/2019	1000861949	1	18/01/2019	OTA1-160-056-001-E	CAPA 01 REARMAR ENGROSSADOR 01	I08	CTM221	Planta Oper- MEDIA	OC1_GME_PLEL	2000455123	R\$ 880,84
1/2019	1000863855	1	23/01/2019	OTA1-160-058-001-M	CAPA1-TROCAR ROLAMENTO REPOUPADOR	I01	CTM206	Planta Parada-ALTA	OC1_GME_PLME	2000455877	R\$ 2.846,19
2/2019	1000868647	1	04/02/2019	OTA1-160-058-001-AM	CAPA1-REARMAR O MOTOR REPOUPADOR	I08	CTM221	Planta Oper- ALTA	OC1_GME_PLEL	2000457243	R\$ 578,28
2/2019	2001110122	2	28/02/2019	OTA1-160-056-001-M	CAPA1-ABRIR CHUVEIRO LAVAÇÃO FILTRO ENGR0	I01	CTM201	Planta Oper- MEDIA	DMEURER	1001032260	R\$ 1.496,89
3/2019	1000881905	1	10/03/2019	OTA1-160-056-001-M	CAP1-COMPLETAR OLHO ENGROSSADOR 2	I01	CTM206	Planta Oper- MEDIA	OC1_GME_PLME	2000462069	R\$ 0,00
3/2019	100085819	1	20/03/2019	OTA1-160-058-001-AM	CAPA1- REARMA REPOUPADOR ENGROSSADOR/01.	I08	CTM221	Rotina	OC1_GME_PLEL	2000463409	R\$ 543,76
3/2019	1000887457	1	25/03/2019	OTA1-160-058-001-E	CAPA1-REARMAR MOTOR REPOUPADOR ENGR01	I08	CTM221	Parada Setorial	OC1_GME_PLEL	2000463405	R\$ 543,76
4/2019	1000891161	1	03/04/2019	OTA1-160-058-001-AM	CAPA1-REARMAR O MOTOR REPOUPADOR	I08	CTM221	Planta Oper- ALTA	OC1_GME_PLEL	2000465222	R\$ 561,23
5/2019	1000905372	1	14/05/2019	OTA1-160-056-001-E	CAPA1-REARMAR O MOTOR DO ENGROSSADOR 1	I08	CTM221	Planta Oper- ALTA	OC1_GME_PLEL	2000470370	R\$ 531,55
5/2019	1000906364	1	16/05/2019	OTA1-160-056-001-M	CAPA01= VERIFICAR MOTOR FILTRO ENGR 01.	I08	CTM221	Rotina	OC1_GME_PLEL	2000470734	R\$ 531,55
5/2019	1000906807	1	17/05/2019	OTA1-160-056-001-M	CAPA1-SOLDAR TELA ENGROSSADOR 1	I01	CTM206	Rotina	OC1_GME_INS3	2000470885	R\$ 0,00
5/2019	1000910578	1	29/05/2019	OTA1-160-058-001-E	CAPA 01-ENGROSSADOR- REPOUPADOR	I08	CTM221	Rotina	OC1_GME_PLEL	2000472461	R\$ 222,66

Fonte: Sistema SAP³¹

³⁰ Fonte: Klabin /Otacílio Costa

Tabela 13 - NOTAS

Mês	Qtade Notas Manut	Qtade Ordens Manut
	Fonte: SAP	Fonte: SAP
Jan/17	1	1
Fev/17	5	4
Mar/17	7	1
Abr/17	2	1
Mai/17	4	0
Jun/17	2	1
Jul/17	2	0
Ago/17	4	6
Set/17	17	13
Out/17	20	13
Nov/17	16	15
Dez/17	15	12
Jan/18	9	5
Fev/18	3	3
Mar/18	5	6
Abr/18	5	2
Mai/18	3	2
Jun/18	1	1
Jul/18	0	0
Ago/18	1	2
Set/18	0	0
Out/18	3	1
Nov/18	1	2
Dez/18	5	3
Jan/19	5	3
Fev/19	2	2
Mar/19	6	3
Abr/19	2	1
Mai/19	5	4

Fonte: Acadêmico³²³¹ Fonte: Sistema SAP / Klabin Otacílio Costa³² Fonte: Klabin Otacílio Costa

Tabela 14 – Notas / Ano

Ano	Qtade Notas Manut	Qtade Ordens Manut
	Fonte: SAP	Fonte: SAP
2017	95	67
2018	36	27
2019	20	13

Fonte: Acadêmico³³

Pode-se observar que no ano de 2019, as notas abertas para manutenção eram 20 relatos, e foram gerados 13 ordem pelo planejador para serem executadas, ficaram 7 notas acumuladas para realização. Desta forma, percebe-se que os operadores estão com dificuldades ao realizar as notas, havendo erro em seu preenchimento, colocando o taque do engrossador em outro equipamento.

Com a aplicação das melhorias aqui elaboradas, será feito um acompanhamento da manutenção por meio dos indicadores, proporcionando um comparativo numérico sobre antes e depois de sua implantação e serão estabelecidas metas numéricas para os indicadores apontados. Espera-se que com a implantação das melhorias propostas, haja verificação de um melhor desempenho da manutenção, através dos resultados dos indicadores e a organização perceba razões para dar continuidade à gestão da manutenção.

5.3 Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva em uma empresa é uma peça fundamental, pois através dela se pode verificar o estado do equipamento sem parar a planta aproveitando o máximo de rendimento. O objetivo desta manutenção é avaliar através de acompanhamentos de parâmetros o comportamento do trabalho.

Para manutenção dos motoredutores, necessita de um tempo muito maior, pois seus componentes como rolamento, engrenagem e retentores são de difícil acesso. O equipamento é transportado para Oficina Central da empresa, onde é realizado em bancadas apropriadas, com dispositivos corretos, a desmontagem e montagem.

Conforme mostra a figura 9, foi realizado no motoredutor, análise de vibração. Através do programa Next foram definidos 8 pontos de coleta, sendo eles na radial, axial e horizontal, cada ponto exibido pelo software gera um resultado em mm/s.

³³ Fonte: Acadêmico Klabin / Otacílio Costa

Figura 21 – Manutenção Preditiva

Fonte: Klabin³⁴

A avaliação dos resultados obtidos através do nível de vibração, é definido pelo critério de estado da máquina, que são definidos por quatro classes, bom, adequado, admissível, inadmissível.

O julgamento desses critérios são baseado pela norma ISO 10816-3, o motor que está em operação é de 20 cv, no ponto 6 a vibração de velocidade é constante, teve-se a resposta de 0,20 mm/s onde indica que o redutor está bom.

Tabela 15 – Manutenção preditiva

³⁴ Fonte: Klabin / Otacílio Costa

CRITÉRIO PARA JULGAMENTO DE ESTADO DE MÁQUINAS 10 a 1000 Hz RMS				
Nível de Vibração (mm/s)	Até 20 CV	De 20 CV Até 100 CV	> 100 CV Base Rígida	> 75 CV B. Flexível
0,28	Bom	Bom	Bom	Bom
0,45				
0,71				
1,12	Adequado	Adequado	Adequado	Adequado
1,8				
2,8	Admissível	Admissível	Admissível	Admissível
4,5				
7,1	Inadmissível	Inadmissível	Admissível	Admissível
11,2				
18			Inadmissível	Inadmissível
28				
45				

Fonte: Acadêmico³⁵

Após todos os resultados de vibração concluído, o software habilita o layout de diagnóstico informando a classe obtida em cada ponto, como Electric motor (motor), Gearbox (engrenagens), shaft (eixo).

Se houver qualquer problema detectado, o próprio sistema recomenda tomar alguma decisão, como, desalinhamento entre eixo, dente da engrenagem quebrada, ou rolamento.

Figura 22 - Layout Resultado Diagnóstico

Fonte: Klabin³⁶

+

³⁵ Fonte: Acadêmico / Klabin

³⁶ Fonte: Klabin / Otacilio Costa

5.4 Feedback do Preenchimento Check List

O check list é uma ferramenta importante a ser preenchida, pois garante que sempre saberemos em quais situações o equipamento se encontra.

Com a coleta diária das informações, feita pelo operador, é possível analisar como o equipamento se encontra no dia a dia e quais as eventualidades que se pode evitar.

Um ponto a ser relatado, foi o preenchimento efetivado correto e a atitude do operador no início do turno, realizando o check list, verificando que a folga entre a raspa e tela estava entre 3mm. De imediato, o mesmo parou o equipamento, e contactou o pessoal da manutenção para ajustar a raspa. Se não tivesse prestado a devida importância ao procedimento, poderia ter danificado a tela do engrossador, causando um prejuízo de perda de produção e um alto custo de 14,682 reais para a troca.

O feedback do check list foi responsável por relatar estes defeitos a equipe de manutenção, o combate a essas causas foi essencial para que erros mais graves não acontecessem.

5.5 Lubrificação

O plano de lubrificação, que foi desenvolvido nos componentes do engrossador, assume um papel de suma importância. Devido a sua necessidade para a conservação dos elementos mecânicos, de máquinas e equipamentos, a manutenção adequada de todo o maquinário da indústria é uma precisão constante, para prolongar a vida útil de peças e equipamentos. Somente a prática da lubrificação correta, efetuada de forma contínua e permanente, garante esta base.

Através da execução do plano de lubrificação corretamente, evita-se o desgaste prematuro nas partes mecânica do engrossador, pois antes da aplicação do plano não tinha uma rota a ser seguida. A lubrificação foi definida como semanal e anual. A troca semanal garantiu a verificação e reposição do óleo e graxa, os componentes ficam expostos ao sol e chuva proporcionando que os retentores e vedações sofram desgaste, acarretando em vazamento e contaminação, já a troca dos lubrificantes anual garante uma vida útil muito maior, pois os componentes mecânicos geram atrito e calor perdendo sua viscosidade. Com o atrito e a perda da viscosidade algumas partículas começam a serem geradas proporcionando o desgaste muito maior. Para garantir essa situação os lubrificantes devem ser trocados anualmente mesmo que a olho nu o nível e suas características estejam boas .

Diante do exposto, foram minuciosamente detalhados nesse plano de manutenção, todos os serviços prestados, bem como a responsabilidade, tempo, durabilidade e materiais.

Para a elaboração e realização, foi necessário contar com apoio da empresa, dos colaboradores do setor, seguindo padrões estabelecidos para os fins.

Este plano é constituído de vários documentos, no qual estão descritos todos os procedimentos para realizar e sua frequência. Nele também consta uma classe de criticidade e documentos para controlar a manutenção e lubrificação, através do programa SAP.

Desta maneira, o intuito de evitar desperdício de mão-de-obra, materiais e tempo foi o objetivo da implantação do plano.

Exigiu-se planejamento, estudo, orientação, porém os objetivos proposto foram alcançados no trabalho.

O Plano de Manutenção no tambor engrossador de massa encontra-se a disposição na empresa Klabin unidade de Otacílio Costa SC.

5.6 Crescimento da Produção

Pode-se observar um grande ganho na produção após a montagem do novo engrossador, conforme estudo pode-se notar algumas alteração como vazão de entrada e saída, produzindo em toneladas horas.

A finalidade do engrossador é retirar a água da massa , a vazão de entrada do antigo era de 898,2 m³/h com 0,67% de fibras, o resto é água, a vazão de saída era 150 m³/h , com uma consistência de saída 4,00% , sua produção mensal era de 6,02 t/h.

Com o novo processo e aplicação da manutenção preventiva, a vazão de entrada atual é de 1200 m³/h com 0,67% de fibras o resto é água, a vazão de saída 80 m³/h , ou seja, a consistência de saída aumentou de 4,00% para 10,00% e uma produção de 8,04 t/h.

Tabela 16 - Dados de produção

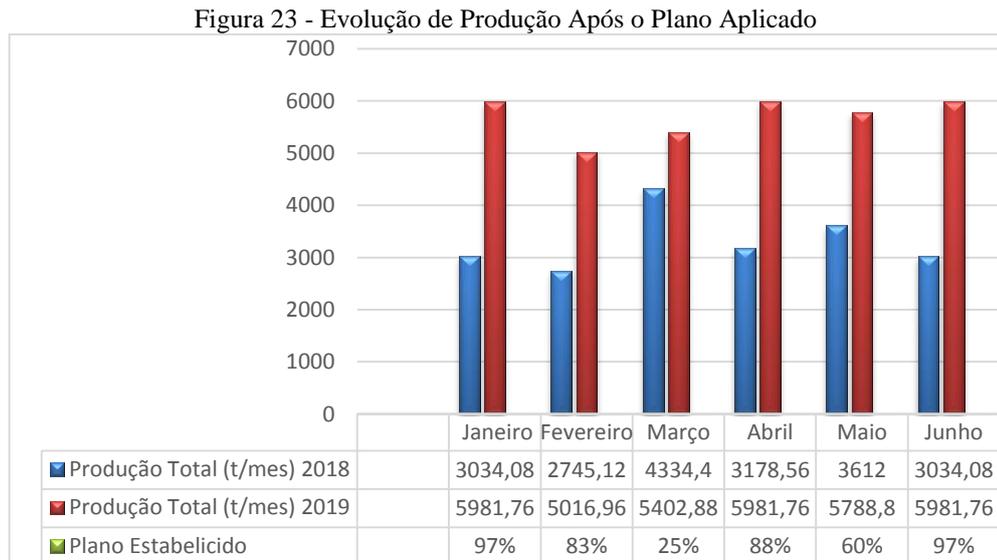
Dados de Produção - Central de Aparas	Engrossador Velho	Engrossador Novo
Vazão de entrada (m ³ /h)	898,2	1200
Consistência de entrada	0,67%	0,67%
Vazão de Saída para Torre (m ³ /h)	150	80
Consistência de Saída	4,00%	10,00%
Produção t/h	6,02	8,04

Fonte: Acadêmico³⁷

³⁷ Fonte: Acadêmico Klabin/Otacílio Costa

5.7 Comparativo de Crescimento e Evolução

Um bom controle da manutenção e as novas tecnologias proporcionam um grande ganho nos processos em uma indústria. Com base no desenvolvimento do trabalho na aplicação do plano manutenção preventiva, houve um aumento na produção do engrossador, comparativos revelam o crescimento da produção comparado com o ano 2018.



Fonte: Acadêmico³⁸

Através do gráfico pode-se comparar os meses de 2018 e 2019. Em janeiro de 2018 com várias paradas, devido a falta de manutenção, também por não conter peças reservas para realização. A produção foi de 3034,08 t/h, já em 2019 com todo o processo novo e a aplicação da manutenção preventiva rodando, teve uma produção 5981,76 t/h. 97% de aumento comparado a 2018.

O mesmo não se repete para o mês de março, pois aconteceram algumas eventualidades de manutenção e erros de projetos, mesmo assim, alcançou-se 25% a mais que o ano anterior, assim segue para os demais períodos.

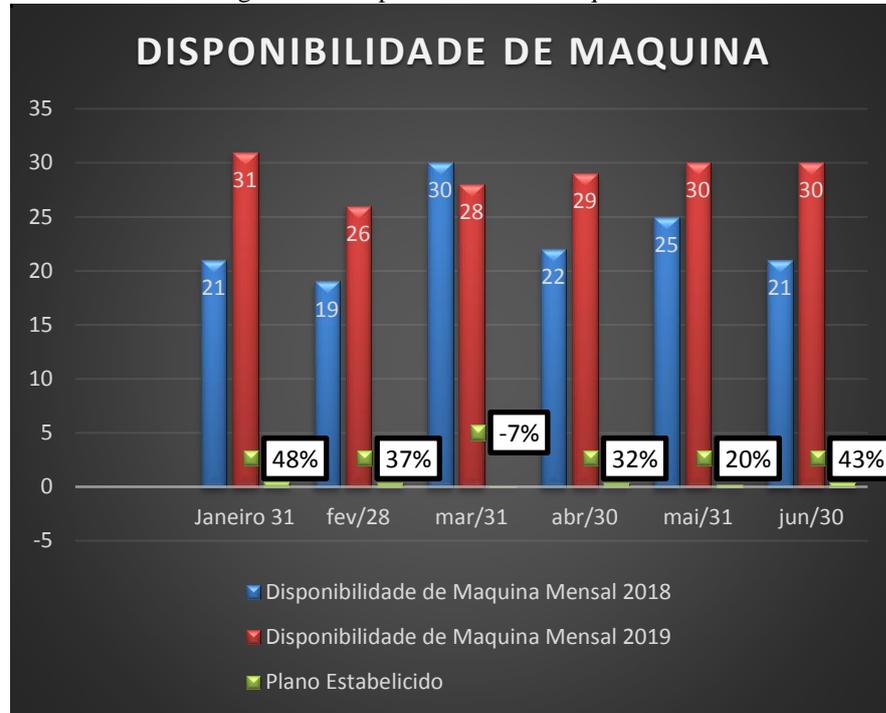
5.8 Disponibilidade do Engrossador de Massa

Em um processo de produção pode se deparar com vários problemas, tais como defeito de fabricação, quebras por tempo de trabalho, o mau uso do operador, e a falta de manutenção. Manter o equipamento em perfeito estado de conservação e disponibilidade não

³⁸ Fonte: Acadêmico Klabin/ Otacílio Costa

é tarefa simples, mais através de todos os planos elaborados neste trabalho como plano de lubrificação, manutenção preventiva e preditiva obteve o porcentual de disponibilidade.

Figura 24 - Disponibilidade de máquina



Fonte: Acadêmico³⁹

Deste modo, ao analisar o gráfico, houve um ganho em 2019 em questão de disponibilidade comparado a 2018, esse ganho é reflexo de um bom resultado da aplicação do sistema de manutenção preventiva.

A disponibilidade de máquina no mês de janeiro entre o ano 2018 e 2019 foi de 48% positivo, nos demais período foi de 37%, -7%, 32%, 20%, 43%. Vale destacar março que comparando a disponibilidade foi negativa devido a uma manutenção com tempo de parada maior.

³⁹ Fonte: Acadêmico Klabin/Otacílio Costa

6 CONCLUSÃO

A manutenção de qualquer equipamento é essencial para a continuidade de um processo industrial, uma parada na produtividade por situações de má utilização ou algum dano nos equipamentos, podem trazer grandes desperdícios e prejuízos para a produtividade.

Deste modo, até o presente momento podemos afirmar que a manutenção preventiva existente dentro de uma empresa tem sua importância pois com ela traz grandes desenvolvimentos no processo, com isso se a empresa aceitar seguir corretamente os planos descrito neste trabalho, ela estará garantido desempenho e segurança em seu processo produtivo, com maior disponibilidade oferecida pelo bom controle da manutenção preventiva.

Os objetivos previstos neste estudo na implantação de um plano preventivo no tambor engrossador de massa, na empresa Klabin de Otacílio Costa foram alcançados.

A manutenção realizada durante o desenvolvimento do trabalho, teve como intuito de interferir antes que o problema aconteça.

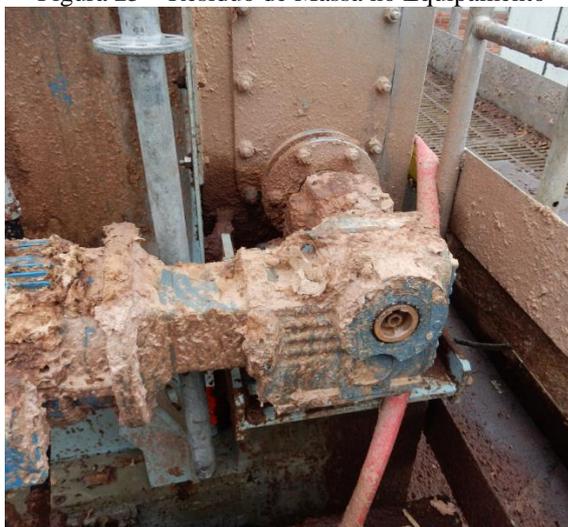
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o estágio foi identificado para estudos futuros uma manutenção autônoma voltada para os operadores, classificado como limpeza.

A importância de uma limpeza garante grandes resultados e previne acidentes por falta de manutenção, visto que a limpeza é item importante e essencial nesse processo.

Uma máquina limpa realiza com maior eficiência sua atividade, pois estará menos suscetível ao acúmulo de sujeira e de detritos que podem causar falhas na regulagem e interrupções não programadas.

Figura 25 – Resíduo de Massa no Equipamento



Fonte: Acadêmico, 2019.

A limpeza facilita a visualização de eventuais defeitos e é uma das responsáveis por prevenir anormalidades no equipamento. Essa foto mostra que o motoredutor está em péssimas condições visuais, podendo haver aquecimento no motor e danos futuros.

Um equipamento que não atinge condições plenas de funcionamento por falta de limpeza, pode vir a dificultar a visualização de problemas, visto que ele passa a esconder (com a sujeira), é de grande importância que durante o dia de trabalho por turno, o operador realize limpeza no equipamento.

REFERÊNCIAS

BANDEIRA, Guilherme; ABREU, Guilherme de; GIANELLI, Rafael. **Vibração e Ruído em Manutenção Preditiva**. Bauru, 2010. Disponível em: http://www.wp.feb.unesp.br/jcandido/manutencao/Grupo_12.pdf. Acesso em: jun. de 2019.

CAMPOS, Edison da Silva. **Curso Básico de fabricação de papel e celulose**. Apostila 01. 2011. Disponível em: <http://docplayer.com.br/67779922-Curso-basico-de-fabricacao-de-celulose-e-papel.html>. Acesso em: mar. de 2019.

CARVALHO, Edgar Gomes Germano de. **Análise da viabilidade de implantação da manutenção preventiva dos equipamentos móveis em uma indústria cimenteira localizada na região centro-oeste de Minas Gerais**. Publicado em 2011. Disponível em: bibliotecadigital.uniformg.edu.br:21015/xmlui/bitstream/handle/123456789/114/EdgarGomesG_Carvalho_EP.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: mai. de 2019.

COSTA, Mariana de Almeida. **Gestão Estratégica da Manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional**. Juiz de Fora, 2013. Disponível em: http://www.ufjf.br/engenhariadeproducao/files/2014/09/2012_3_Mariana.pdf. Acesso em: jun. de 2019.

CUNHA, Lamartine Bezerra da. **Elementos de máquina**.

Disponível em:

<https://www.passeidireto.com/arquivo/37891141/lamartine-bezerra-da-cunha-elementos-de-maquinas>.

Acesso em: Mai. de 2019

FREITAS, Hayanne Coelho Damasceno de. **Proposta para implantação de manutenção mecânica preventiva no setor de britagem: estudo realizado na pedreira Tocantins**. Palmas 2014. Disponível em: [file:///D:/Documents/Downloads/document56e87c3342896%20\(1\).pdf](file:///D:/Documents/Downloads/document56e87c3342896%20(1).pdf). Acesso em: mai. de 2019.

FREITAS, Laís Fulgêncio. **Elaboração de um Plano de Manutenção em Pequena Empresa do Setor Metal Mecânico de Juiz de Fora com Base nos Conceitos de Manutenção Preventiva e Preditiva**. Juiz de Fora, 2016. Disponível em: <http://www.ufjf.br/mecanica/files/2016/07/TCC-La%C3%ADs-Fulg%C3%Aancio-Freitas.pdf>. Acesso em: jun. de 2019.

GEASA, EMPRESA GEASA. **Tambor Engrossador de Massa**. Disponível em: <http://www.geasa.com.br/desaguamento/tamborengrossador.html>. Acesso em: abr. de 2019.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Maria de Andrade, **Fundamentos da Metodologia Científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LÜDKE, M. e ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MORAES, Roque. **Análise de conteúdo**. Revista Educação, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

PANUCARMI, **Preservação, Conservação e restauro Documental**. Glossário Fábrica de papel. Disponível em: <http://panucarmi2.wikidot.com/glossariofabricacaopapel>. Acesso em: abr. de 2019.

SIGMA. **Fluxos Básicos para Controle de Manutenção**. CENTRAL SIGMA. Disponível em http://www.centalsigma.com.br/arquivos/ebooks/Fluxos_Basicos_para_Controlde_de_Manutencao.pdf. Acesso em: Jun. de 2019.

SILVEIRA, Cristiano Berlucci. 2018. **Os 6 tipos de manutenção na indústria**. Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/tipos-manutencao-industria/>. Acesso em: mai. de 2019.

SOUSA, Stella. **Significado de SAP**. Publicado em 2016. Disponível em: <http://www.significados.com.br/sap/>. Acesso em: mai. de 2019.

SOUZA, Valdir Cardoso. **Organização e Gerência da Manutenção – Planejamento, Programação e Controle da Manutenção**. 3ª Ed, revisada. São Paulo: All Print, 2009.

SOUZA, Alien Vlgâno; GOMES, Jonas Canesin; FERNANDES, Rodrigo Sorbo; FERNANDES, João Cândido. **Manutenção e Lubrificação de Equipamentos. Qualidade da mão-de-obra na manutenção**. UNESP, FEB, BLUMENAU, 2014. Disponível em: http://www.feb.unesp.br/jcandido/manutencao/Grupo_5.pdf. Acesso em: jun. de 2019.

WEBER, Abílio José; AMARAL, Dario do; ALEXANDRE JR., João Pedro; CUNHA, José Antônio Peixoto; ARAUJO, Pedro. **Apostila Curso Técnico de Mecânica. Manutenção Industrial**. SENAI, Contagem /MG, 2008.