



UNIDADE DE ENSINO SUPERIOR DE FEIRA DE SANTANA

ERICK JEFFERSON DE OLIVEIRA GALLINDO

**PROJETO E IMPLANTAÇÃO DE UM PPCM EM UMA MÁQUINA DE
CONVERSÃO DE PAPEL TISSUE**

FEIRA DE SANTANA

02 de março de 2022

ERICK JEFFERSON DE OLIVEIRA GALLINDO

**PROJETO E IMPLANTAÇÃO DE UM PPCM EM UMA MÁQUINA DE
CONVERSÃO DE PAPEL TISSUE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de
Engenharia Elétrica, da Unidade de
Ensino Superior de Feira de Santana, em
cumprimento às exigências para obtenção
do grau de Bacharel em Engenharia
Elétrica.

Orientador: Prof. Me. Márcio da Silva
Pereira Bove.

FEIRA DE SANTANA

02 de março de 2022

ERICK JEFFERSON DE OLIVEIRA GALLINDO

**PROJETO E IMPLANTAÇÃO DE UM PPCM EM UMA MÁQUINA DE
CONVERSÃO DE PAPEL TISSUE**

Feria de Santana, 02 de março de 2022

Banca Examinadora:

Prof. Me. Márcio da Silva Pereira Bove
Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana
Orientador

Prof. Me. Reginaldo Barnabé Gonzalez Grimaldi
Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana
Avaliador

Prof. Me. Flávio Couvo Teixeira Maia
Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana
Avaliador

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus, em primeiro lugar, pela nossa vida e pelo dom da perseverança, que nos permitiu concluir este trabalho.

Agradecemos também aos nossos pais, por terem se esforçado tanto para nos proporcionar uma boa educação, por terem nos alimentado com saúde, força e coragem, as quais foram essenciais para a superação de todas as adversidades ao longo desta caminhada.

Agradecemos também a nossa família que, com todo carinho e apoio, não mediu esforços para nos motivar a chegar nesta etapa de nossas vidas.

Agradecemos ao nosso orientador, Prof. Me. Márcio da Silva Pereira Bove, pela paciência e conhecimentos passados para a execução deste trabalho.

“O ser humano vivencia a si mesmo, seus pensamentos como algo separado do resto do universo – numa espécie de ilusão de ótica de sua consciência. E essa ilusão é uma espécie de prisão que nos restringe a nossos desejos pessoais, conceitos e ao afeto por pessoas mais próximas. Nossa principal tarefa é a de nos livrarmos dessa prisão, ampliando o nosso círculo de compaixão, para que ele abranja todos os seres vivos e toda a natureza em sua beleza. Ninguém conseguirá alcançar completamente esse objetivo, mas lutar pela sua realização já é por si só parte de nossa liberação e o alicerce de nossa segurança interior.”

(Albert Einstein)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Principais etapas da fabricação de papel. Fonte: Autores.	14
Figura 2 Principais etapas da conversão de papel tissue. Fonte: Autores.	16
Figura 3 Fluxo de Programação de Manutenção. Fonte: Autores.	18
Figura 4 Estrutura Hierárquica da Manutenção Conversão. Fonte: Autores.	27
Figura 5 Estrutura Hierárquica do subsetor Mecânica. Fonte: Autores.	28
Figura 6 Estrutura Hierárquica do subsetor PPCM. Fonte: Autores.	28
Figura 7 Estrutura Hierárquica do subsetor Elétrica. Fonte: Autores.	28
Figura 8 Procedimento de Situações Emergenciais. Fonte: Autores.	28
Figura 9 Procedimento de Solicitações de serviço. Fonte: Autores.	29
Figura 10 Cadastro de Tipos de Manutenção. Fonte: Sistema IFS da OL Papéis.	30
Figura 11 Cadastro das Prioridades no sistema. Fonte: Sistema IFS da OL Papéis.	31
Figura 12 Estrutura do código Tag. Fonte: Autores.	31
Figura 13 Cadastro de equipamentos no sistema IFS. Fonte: Sistema IFS da OL Papéis.	31
Figura 14 Quadro de MTBF mais críticos. Fonte: Sistema IFS da OL Papéis.	33
Figura 15 Quadro de MTTR mais críticos. Fonte: Sistema IFS da OL Papéis.	33
Figura 16 Indicadores de Disponibilidade mais críticas. Fonte: Autores.	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Contagem do Plano Preventivo. Fonte: Autores.	33
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PPCM – *Planejamento, Programação e Controle de Manutenção*

LOG – *Rolo de papel antes de ser cortado em rolos menores.*

5S – *Programa Lean Manufacturing*

OS – *Ordens de serviços*

SUMÁRIO

1.	Introdução	12
2.	Fundamentação Teórica	13
2.1.	Planejamento	13
2.2.	Programação.....	13
2.3.	Controle.....	13
2.4.	Produção do papel	14
2.5.	Fabricação do papel.....	14
2.5.1.	Etapa de desagregação	14
2.5.2.	Etapa de depuração.....	15
2.5.3.	Etapa de refinação	15
2.5.4.	Etapa de preparo da receita	15
2.5.5.	Etapa de caixa de entrada	15
2.5.6.	Etapa de formação da folha	15
2.5.7.	Etapa de prensagem.....	15
2.5.8.	Etapa de secagem	15
2.5.9.	Etapa de crepagem	15
2.5.10.	Etapa de enrolamento	15
2.6.	Qualidade do papel.....	15
2.7.	Conversão do papel	16
2.7.1.	Etapa de desenrolamento.....	16
2.7.2.	Etapa de gofragem.....	16
2.7.3.	Etapa de rebobinagem	16
2.7.4.	Etapa de acumulador	16
2.7.5.	Etapa de corte	16
2.7.6.	Etapa de empacotamento.....	16
2.7.7.	Etapa de enfardamento	16
2.8.	Planos de ação da manutenção	17
2.8.1.	Organização e padronização de fluxos de manutenção	17
2.8.2.	Estrutura hierárquica	17
2.8.3.	Atribuições e funções dos colaboradores do setor	17
2.8.4.	Fluxos dos processos de manutenção	18
2.8.5.	Definição dos dados de manutenção	18
2.8.5.1.	Estrutura de equipamentos	18
2.8.5.2.	Prioridade de atendimento.....	19
2.8.5.3.	Criticidade de equipamento.....	19
2.8.5.4.	Criticidade de material	19

2.8.5.5.	Tipos de manutenção.....	20
2.9.	Treinamento e orientação	20
2.10.	Programação de serviços	20
2.11.	Plano de manutenções preventivas e rotineiras	20
2.11.1.	Ações preventivas	20
2.11.1.1.	Inspeções sensitivas.....	21
2.11.1.2.	Inspeções preditivas	21
2.11.1.3.	Lubrificações.....	21
2.11.2.	Ações rotineiras.....	21
2.12.	Planejamento de materiais.....	21
2.13.	Indicadores de manutenção	22
3.	Métodos.....	22
3.1.	Análise e classificação de métodos de manutenção	22
3.2.	Organização de dados de manutenção.....	23
3.2.1.	Tagueamento e montagem de estrutura hierárquica dos equipamentos	23
3.2.2.	Fluxograma de serviços.....	24
3.2.3.	Solicitações de serviços.....	24
3.3.	Integração do <i>software</i> de manutenção	26
3.4.	Planos de Manutenção – Preventivas e Ações por Periodicidade	26
3.5.	Programações de serviço	26
3.6.	Análise dos indicadores de desempenho utilizados	26
3.7.	MTBF	26
3.8.	MTTR.....	26
3.9.	Disponibilidade	26
4.	Resultados	26
4.1.	Organização e padronização dos fluxos de manutenção	27
4.1.1.	Instruções de trabalho e hierarquia do setor de manutenção	27
		28
4.1.2.	Procedimentos de manutenção	28
4.1.3.	Integração do <i>Software</i> Corporativo IFS à manutenção.....	29
4.1.4.	Tipos de manutenção.....	29
4.1.5.	Criticidade	30
4.1.6.	Construção da TAG.....	31
4.1.7.	Construção da ordem de serviço	32
4.2.	Treinamento e orientação	32
4.3.	Programação de serviços.....	32
4.4.	Plano de manutenções preventivas e rotineiras	32

4.5.	Planejamento de materiais.....	33
4.6.	Indicadores de manutenção	33
5.	Conclusão.....	34
6.	Referências.....	34

PROJETO E IMPLANTAÇÃO DE UM PPCM EM UMA MÁQUINA DE CONVERSÃO DE PAPEL TISSUE

ERICK JEFFERSON DE OLIVEIRA GALLINDO, LUCAS SOARES BASTOS

Departamento de Engenharia Elétrica, Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana,
Feira de Santana, Bahia, Brasil.

Abstract: Maintenance is one of several very important sectors for production processes, designed to increase reliability, profitability and competitiveness in the market. This work aims to design and implement a sector of planning, programming and maintenance control in a paper converting industry of the company OL Papéis, active in the tissue sector of toilet paper, paper towels, napkins and diapers in the city of Feira de Santana, for this purpose, management tools and concepts of the PPCM (Planning, Programming and Control of Maintenance) were used, proposing preventive maintenance actions consistent with the current situation of the company and training to promote the concepts and pillars of the sector. Based on the main pillars of the PPCM, it was possible to create a strategic plan, which will guide us around the sector's implementation process. It is expected that from the implementation of Planned Maintenance, the company will already reach positive results, which will help the company to maintain its future cash flow, remaining competitive in the long term.

Keywords: Maintenance. Maintenance Planning, Scheduling and Control. Planned Maintenance. Maintenance plan.

Resumo: A manutenção é um dos vários setores muito importantes para os processos produtivos, designado em buscar o aumento da confiabilidade, lucratividade e competitividade no mercado. O presente trabalho visa projetar e implementar um setor de planejamento, programação e controle da manutenção em uma indústria de conversão de papel da empresa OL Papéis, atuante no ramo tissue de papel higiênico, papel toalha, guardanapos e fraldas da cidade de Feira de Santana. Para tal utilizou-se ferramentas de gestão e conceitos do Planejamento, Programação e Controle de Manutenção, propondo ações de manutenção preventiva condizentes com a atual situação da empresa e treinamento para fomentar os conceitos e pilares do setor. A partir dos pilares principais do PPCM foi possível a criação do planejamento estratégico, que irá nos orientar em torno do processo de implementação do setor. Espera-se que a partir da implementação da Manutenção Planejada a empresa já alcance resultados positivos, que ajude a empresa a manter seu fluxo de caixa futuro, mantendo-se competitiva no longo prazo.

Palavras-chave: Manutenção. Planejamento, Programação e Controle da Manutenção. Manutenção Planejada. Plano de Manutenção.

1. Introdução

Segundo Moubray (1997, p. 6) “manutenção significa assegurar que os ativos físicos continuem a fazer o que seus usuários querem que eles façam”. Em outras palavras, a manutenção é qualquer atividade que mantém o equipamento em condições aceitáveis de uso, procurando conferir confiabilidade de uso, segurança nas operações e continuidade. Um planejamento de forma estratégica de manutenção oferece as ferramentas necessárias para redução de desperdícios

associados ao processo produtivo. (ENGETELES, 2017).

No âmbito industrial, a manutenção garante a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender um processo de produção com segurança e custos adequados (KARDEC E NASCIF, 2009), e quando feita de forma planejada, selecionam-se os recursos mais adequados para cada ação (PALADINI, 2000), o que reduzirá o níveis de gastos, assim diminuindo o valor do produto final.

O Planejamento, Programação e Controle da Manutenção (PPCM) é um programa que tem como objetivo a confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos, otimizando todos os recursos da manutenção (TELES, 2019), além de ser a interface entre os setores de produção, logística, almoxarifado, entre outros, para averiguar qual o momento mais oportuno para aplicar a manutenção (SOARES, 2019). O PPCM representa uma reformulação de como são feitos os trabalhos de manutenção desde a identificação do serviço até as ações posteriores, tomadas ao término da atividade, e acaba gerando mudanças em outros setores por se tornar a ponte da manutenção para a gestão da produção, reposições de peças e sobressalentes do almoxarifado, fechamentos de dados com a contabilidade, gerenciamento de mão de obra com o departamento pessoal, cuidados a mão de obra junto ao recursos humanos, cumprimentos determinados pela segurança do trabalho (SOUZA, 2008), entre outras atividades que deverão ser realizadas implantando fluxos padronizados de procedimentos assertivos para aumentar a eficiência da equipe e consequentemente das máquinas produtivas proporcionalmente (BARBOSA ET AL., 2009).

Define-se como papel tissue produtos fabricados com baixa gramatura, crepe seco e alguns papéis não crepados, como papel higiênico, toalhas de cozinha, lenços de papel, papel facial, guardanapos, toalhas (TISSUE ONLINE, 2019), nos quais são usados para fins higiênicos ou sanitários.

Existem diversas máquinas de conversão de papel; a que será abordada neste trabalho é uma máquina da linha Perini Mile 5.1 que se trata de uma linha personalizável de alta tecnologia que permite a produção de rolos de papel higiênico e papel toalha com velocidades de 550m/min (TISSUE ONLINE, 2018). Deste modo este trabalho destina-se a implantação

de um PPCM aplicado a máquinas de conversão de papel, visando avaliar a performance do acúmulo Tempo Médio entre Falhas, do inglês *Mean Time Between Failures* (MTBF), Tempo Médio para Reparo, do inglês *Mean Time to Repair* (MTTR) e Disponibilidade.

A organização do artigo está estruturada do seguinte modo: no segundo capítulo apresentam-se os fundamentos do PPCM e as etapas que envolvem os processos de fabricação e conversão do papel tissue. O terceiro capítulo apresenta os métodos utilizados pelo PPCM e suas definições. No quarto são apresentados os resultados após a implantação da metodologia. Por fim, no quinto capítulo apresenta-se a conclusão.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Planejamento

Quando um futuro desejado é traçado, e meios eficazes para alcançá-lo, um planejamento é realizado (ACKOFF, 1978). Então o planejamento é traçar um rumo, tomando as decisões antecipadamente do que será feito e como e quando a ação será realizada.

2.2. Programação

Programar é realizar a distribuição das tarefas planejadas. O planejamento não necessariamente indica o dia e a hora, e sim o período para realização das ações, enquanto a programação define a data concreta para tal, juntamente com os recursos necessários para realização da atividade (TELES, 2019).

2.3. Controle

Quando um planejamento é feito, decisões são tomadas e controlar é avaliar essas decisões (ACKOFF, 1978). O controle monitora como está sendo a execução do planejamento e programação,

analisando os desvios, comparando-os, e caso não esteja de acordo com as metas traçadas, são tomadas ações para corrigi-los (TURNER, 1993).

2.4. Produção do papel

No processo até o papel chegar ao seu destino final existem 3 grandes etapas distintas até o produto acabado:

- Produção de Celulose: etapa onde o eucalipto é cozido, lavado, deslignificado, branqueado e secado até se tornar celulose (PIOTTO, 2003);
- Produção de Papel: etapa onde a celulose ou papel reciclado é preparado na gramatura desejada e transformada em grandes bobinas de papel (TISSUE ONLINE, 2019);
- Conversão do Papel: etapa onde o papel é desenrolado e convertido no produto desejado para venda, seja papel higiênico, toalha, guardanapos, etc (TISSUE ONLINE, 2019).

A conversão de papel é a última etapa antes do produto ser transportado até o mercado. As máquinas mais utilizadas atualmente para tal são as linhas automáticas de conversão de papel tissue, que fazem com que o papel fabricado passe por uma série de operações, tais como: desenrolamento, gofragem, rebobinagem, corte e embalagem para posteriormente ser transportado até seu destino (VIEIRA, CARTA, GALLI, COSTA, FIADEIRO, 2020). São denominadas linhas por se tratar de um conjunto de máquinas unidas, cada uma senda responsável por uma das etapas mencionadas.

Do processo da produção da celulose até a conversão do papel existem diversas

etapas envolvidas em cada processo já mencionado, onde nem todas as fábricas possuem todos os processos integrados em seu ramo. Focando no processo de fabricação do papel tissue em diante, as principais etapas que o compõem estão demonstradas na Figura 1 (CAMPOS, 2012).

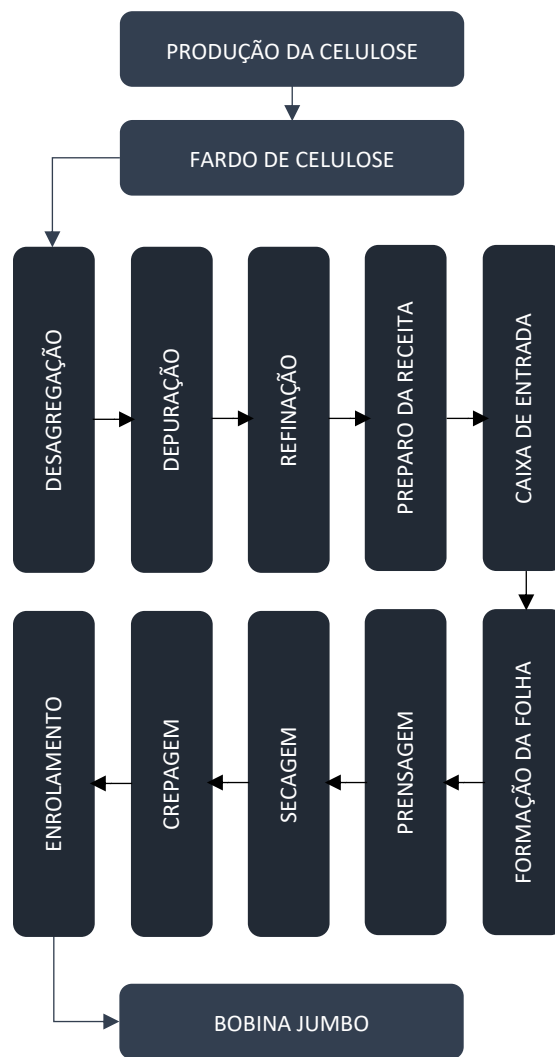


Figura 1 Principais etapas da fabricação de papel. Fonte: Autores.

2.5. Fabricação do papel

2.5.1. Etapa de desagregação

O desagregador é um equipamento semelhante a um liquidificador gigante, destinado a mistura de matéria prima com água. Deste modo o desagregador destina-

se a dissolver a matéria prima, umedecendo-a, cortando-a e afrouxando suas ligações fibrosas. Ao final desta etapa a matéria prima se torna uma massa de papel (CAMPOS, 2012).

2.5.2. Etapa de depuração

A etapa de depuração tem como objetivo retirar todos os tipos de materiais que são indesejáveis para o processo (PIOTTO, 2003), podendo ser realizada por peneiramento ou centrifugação da massa.

2.5.3. Etapa de refinação

A refinação é considerada como uma das etapas mais importantes na fabricação de papel. Esta etapa irá melhorar a união das fibras tornando a folha de papel mais homogênea e resistente para as demais etapas da máquina de papel e posteriormente na conversão de papel (CAMPOS, 2012).

2.5.4. Etapa de preparo da receita

A massa refinada vai para um tanque de mistura onde são adicionados e misturados aditivos que compõem a receita do papel de acordo com o objetivo do produto final (PIOTTO, 2003).

2.5.5. Etapa de caixa de entrada

A caixa de entrada une a última etapa da preparação de massa com a máquina de papel. Cabe a caixa de entrada introduzir e distribuir a quantidade de massa correta em fluxo com volume e pressão constante para a próxima etapa (CAMPOS, 2012). Após esta etapa, o processo da máquina destina-se a enxugar o papel no seu formato conhecido.

2.5.6. Etapa de formação da folha

Este processo é destinado a retirar boa parte da quantidade de água que está no papel. A massa que sai da caixa de entrada

é transferida para uma tela formadora, onde atuadores e rolos estão apoiados a ela com o objetivo de desaguar e guiar o papel para que as fibras fiquem retidas na superfície da tela e a água escoar (PIOTTO, 2003).

2.5.7. Etapa de prensagem

Após o papel ser formado, ele será prensado para retirar a maior quantidade de água possível antes da próxima etapa, além de reduzir o seu volume deixando o papel mais rígido (PIOTTO, 2003).

2.5.8. Etapa de secagem

No processo de secagem é utilizado o cilindro “Yankee”, através do processo de evaporação, além de proporcionar a cura das resinas adicionadas no processo. Vapor saturado na faixa de 158 até 170 °C percorrem o cilindro realizando este processo (PIOTTO, 2003).

2.5.9. Etapa de crepagem

Nesta etapa o papel é raspado por uma lâmina do cilindro “Yankee”, isto proporciona ao papel um enrugamento provocando a quebra das ligações entre as fibras, deixando o papel macio, volumoso e absorvente (CRUZ, 2021).

2.5.10. Etapa de enrolamento

Ao ser raspado do “Yankee”, o papel parte para ser enrolado no formato de bobinas, conhecidas como bobinas jumbo, com seu diâmetro variando de acordo com as necessidades dos clientes.

2.6. Qualidade do papel

Por conta da finalidade do papel tissue, que precisa ter em suas características: absorção de líquidos, maciez, porosidade e capacidade de reter materiais em sua superfície de estrutura (FOELKEL, 2015), eles são fabricados com baixa gramatura, que fica entre 15 até 40 g/m². Após estes

processos citados acima, as bobinas jumbos são destinadas aos setores de conversão de papel para suas aplicações.

2.7. Conversão do papel

Por fim, as bobinas jumbo são encaminhadas para os setores de conversão de papel, onde se pode ter diferentes máquinas para conversão de papel higiênico, fraldas, guardanapos que possuem partes e processos distintos de conversão. Este trabalho focou em uma máquina capaz de converter papel higiênico e toalha, onde suas etapas estão demonstradas na Figura 2 (CRUZ, 2021).

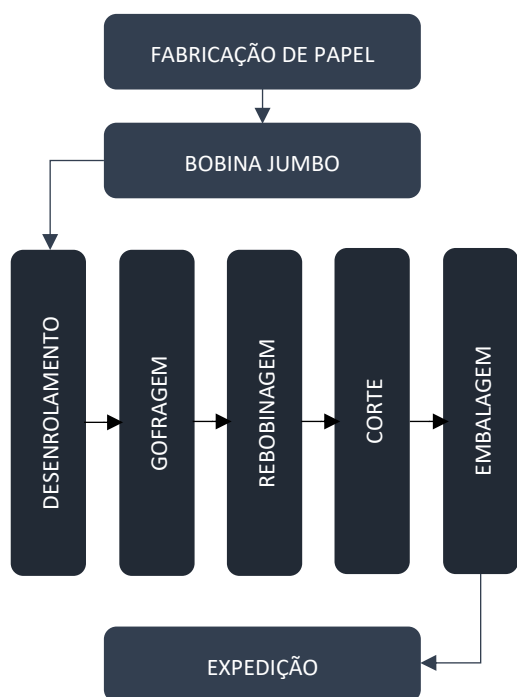


Figura 2 Principais etapas da conversão de papel tissue. Fonte: Autores.

2.7.1. Etapa de desenrolamento

O processo se inicia quando a bobina jumbo é posicionada no desenrolador, onde um conjunto de correias desbobina e encaminha o papel para a próxima etapa. O número de bobinas posicionadas corresponde ao número de folhas do papel (CRUZ, 2021).

2.7.2. Etapa de gofragem

O papel é guiado até dois rolos denominados rolos gofradores, que irão aplicar uma pressão localizada. Nesta etapa é gravado um padrão de decoração que irá contribuir para aumentar o volume, maciez e capacidade de absorção de líquidos (R. SPINA E B. CAVALCANTE, 2018).

2.7.3. Etapa de rebobinagem

Na rebobinadeira a folha é enrolada e colada em um tubo de maculatura, denominado mandril, obtendo-se assim um rolo com o acabamento desejado (CRUZ, 2021).

2.7.4. Etapa de acumulador

Os rolos são temporariamente armazenados em uma parte da máquina chamada de acumulador, ela é responsável por evitar interrupções nas etapas adjacentes caso ocorra alguma falha no processo (CRUZ, 2021).

2.7.5. Etapa de corte

Os logs que saem do acumulador são direcionados para a cortadeira, onde ele é cortado em rolos menores, nos tamanhos conhecidos de papel higiênico e toalha.

2.7.6. Etapa de empacotamento

Os rolos cortados são encaminhados para uma empacotadora onde um filme de polietileno ou polipropileno irá embalar uma quantidade de rolos formando o pacote (CRUZ, 2021).

2.7.7. Etapa de enfardamento

Os pacotes com os rolos vão para uma enfardadora, que irá revestir uma quantidade de pacotes com um filme de baixa densidade formando o fardo de papel. Os fardos de papel então são paletizados

para poderem ser expedidos ao seu destino final.

Com isso, considerando todas essas etapas citadas na conversão do papel, e a quantidade de grupos e subgrupos que as compõem, o planejamento das ações tomadas nas grandes variedades de materiais e funcionamentos é elaborado de forma a possibilitar uma operação e um resultado de produção mais eficaz.

2.8. Planos de ação da manutenção

Os planos de ação da manutenção são um conjunto de informações necessárias para orientação perfeita das atividades de manutenção. Na prática, são informações estratégicas que geram ações em prol da manutenção, considerando a disposição no tempo, no espaço e na qualidade das instruções visando a melhor performance e disponibilidade de máquinas e equipamentos (VIANA 2002). Assim, o método empregado para obter-se o nível de manutenção planejada, considera seis etapas para assegurar PPCM:

- I. Organização e padronização dos fluxos de manutenção;
- II. Treinamento e Orientação;
- III. Programação de Serviços;
- IV. Planos de Manutenções Preventivas e Rotineiras;
- V. Planejamento de Materiais;
- VI. Indicadores de Manutenção.

Para adotar uma estratégia que gera resultados, é importante avaliar o cenário cultural da produção e manutenção, examinar controles já existentes, documentos internos, formulários, instruções de trabalho, entre outros (VIANA, 2002).

2.8.1. Organização e padronização de fluxos de manutenção

A padronização do setor de uma empresa serve para fixar o conhecimento e a formulação de mudanças de forma que garanta o cumprimento da missão organizacional e o atendimento das estratégias empresariais ou propriamente do setor (VALLE; OLIVEIRA, 2010). Dentre os principais itens da organização e padronização da manutenção, destacam-se:

- Estrutura hierárquica, de acordo ao cargo do colaborador;
- Atribuições e funções dos colaboradores do setor;
- Fluxos dos processos de manutenção;
- Definição dos dados de manutenção;
- Criação de formulários de auxílio ao PPCM.

2.8.2. Estrutura hierárquica

Existem processos complexos que envolvem várias pessoas e processos simples que necessitam pouco do tempo daqueles que o executam. Diante disso, é necessário estabelecer uma hierarquia (HARRINGTON, 1993). Cada um dos cargos na manutenção tem sua função, sendo necessário definir e separar as atribuições para que cada um saiba qual o seu papel dentro do setor.

2.8.3. Atribuições e funções dos colaboradores do setor

Os processos são compostos por um número de atividades, que são as ações necessárias para produzir um resultado em particular, e essas por sua vez compreendem uma determinada quantidade de tarefas que são executadas por pessoas ou pequenas equipes, constituindo os menores enfoques do processo (HARRINGTON, 1993). Com isso, é necessário dividir cada uma dessas tarefas,

não criando dependências de uma pessoa no processo.

Na Figura 3 é ilustrado o processo macro de programação de ordem de serviço (OS) de manutenção, considerando o fluxo percorrido da OS, “o processo precisa ser dividido e definido para que se chegue a um resultado” (HARRINGTON, 1993). Dessa forma o fluxo irá ocorrer de forma organizada e irá diminuir a incidência de possíveis erros ou esquecimento das atividades.

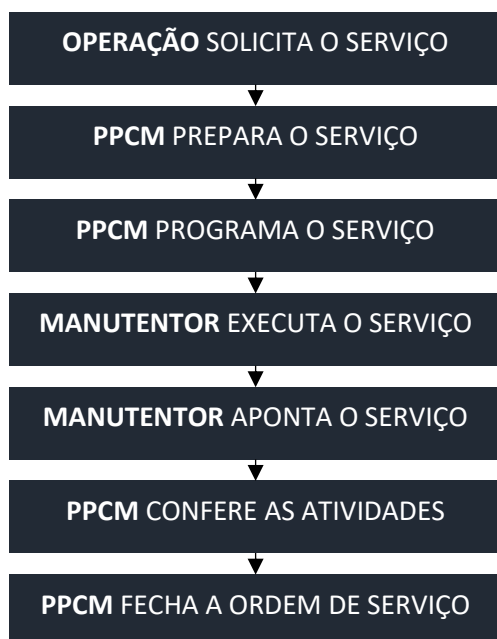


Figura 3 Fluxo de Programação de Manutenção. Fonte: Autores.

2.8.4. Fluxos dos processos de manutenção

Os processos são divididos em duas categorias: o produtivo e o empresarial. O primeiro é aquele que entra em contato físico com o produto ou serviço que será fornecido para um cliente externo, até o ponto em que o produto é embalado. O segundo é aquele que gera serviços e os que dão apoio aos processos produtivos, ou seja, o grupo de atividades relacionadas de forma lógica, fazendo uso dos recursos disponíveis na empresa para alcançar os

resultados definidos (HARRINGTON, 1993). Os processos de manutenção devem estar alinhados juntamente aos da produção, e mantendo sempre as mesmas diretrizes determinadas pelo processo empresarial (VIANA, 2002).

Para criação dos fluxos é necessária montagem de acordo a estratégia empresarial de produção e em seguida aplicá-la e acompanhá-la, realizando as correções e melhorias do fluxo a medida da aplicação (HARRINGTON, 1993). Após a consolidação dos processos, os fluxos devem ser padronizados por meio de fluxograma ou procedimento documentado, para evitar que sejam seguidos procedimentos de acordo com o julgamento pessoal do colaborador.

2.8.5. Definição dos dados de manutenção

A padronização se dá principalmente por meio da sua documentação formal. Trata-se de informações na forma de texto ou gráfica, objetivando esclarecer as relações entre as atividades, colaboradores, informações e objetivos em um determinado fluxo de trabalho, nome para as etapas do processo e definindo diretrizes que irão gerar o controle (UNGAN, 2006). Alguns dados de manutenção precisam ser bem definidos: estrutura de equipamentos, prioridade de atendimento, criticidade de equipamento, criticidade de material e tipos de manutenção.

2.8.5.1. Estrutura de equipamentos

Dentre a estrutura, é preciso ser definida de acordo com a forma de trabalho da manutenção, podendo ser optado por separação de ativos ou por estrutura de localizações e ativos (TAVARES, 1999). Para o caso da empresa em questão, tem-se um conjunto de equipamentos agrupados em localizações, onde se tem também os ativos. Com isso, será necessário o mapeamento de todos os equipamentos e

suas localizações, para assim definir a estrutura desse equipamento.

Tavares (1999) define o cadastro de equipamentos como o registro do maior número de dados possíveis, através de formulários padronizados, que possibilitam o acesso rápido a qualquer informação necessária para manter, comparar e analisar condições operativas sem que seja necessário recorrer a fontes diversificadas de consulta.

2.8.5.2. Prioridade de atendimento

Para atendimento das demandas, deve haver um norteador de quais serão tratadas em prioridade ou não, pois dentro das demandas das manutenções irão surgir serviços de muita prioridade, como possíveis falhas e serviços de melhoria, que podem ser colocadas em prática em uma oportunidade de parada de manutenção (VIANA, 2002). Com isso, a definição das prioridades é definida de acordo com a leitura do sistema que receberá a carga de informação, pois podem haver diferenciações de A, B, C, sendo A mais prioritário ou o inverso.

2.8.5.3. Criticidade de equipamento

Partindo-se da premissa que ativo é o que gera valor para a organização, pode-se considerar crítico aquele que gera maior valor dentro do escopo estabelecido. A classificação de um ativo como crítico ou não crítico também pode ser determinada em função da importância deste elemento e das consequências de sua ausência ou falha. Em algumas situações um mesmo tipo de ativo pode ser crítico e em outras não, dependendo da sua aplicação e das condições de “backup” em caso de falha (ISO 55001, 2014).

Gestão de Ativos (GA) é a atividade coordenada de uma organização para produzir o valor dos ativos, que envolve equilibrar os benefícios de custos, riscos,

oportunidades e desempenhos. O termo "atividade" possui significado abrangente e pode incluir, por exemplo, a abordagem, o planejamento, os planos e suas implantações. Refere-se, ainda, à aplicação dos elementos de um sistema de GA (ABRAMAN, 2016). A prática mostra que adotar como critério apenas o custo inicial de compra como o principal índice de criticidade não é a melhor alternativa, pois outros aspectos precisam ser considerados para a etapa de classificação de criticidade, são eles:

- Condições de regime normal de trabalho do equipamento;
- Custos no ciclo de vida;
- Riscos associados à falha;
- Eficiência Energética;
- Capacidade de sobrecarga em situações adversas.

2.8.5.4. Criticidade de material

As incertezas podem ser divididas em riscos e oportunidades. Os riscos são negativos e as oportunidades são efeitos positivos que podem afetar potencialmente o alcance dos objetivos. Riscos e oportunidades podem afetar a organização, a gestão de ativos, o sistema de gestão de ativos e os ativos dentro do portfólio (ISO 55001, 2014). Dentre os riscos em um ativo, estão os materiais necessários para manter o ativo em pleno funcionamento, pois sem peças de reposição não há possibilidade de reparos em urgências ou não, já que existem sobressalentes diversos em uma máquina com especificações precisas e muitas das vezes complexas.

A nível de custo, não é possível ter uma máquina completa de reposição pois isso acarretaria em capital empregado, ou dinheiro em potencial de investimento parado (VIANA, 2002). Com isso, é necessário pré-selecionar os sobressalentes

mais essenciais, definindo assim quais serão necessários manter em estoque ou não.

2.8.5.5. Tipos de manutenção

Para Xenos (2004), existem várias características que diferenciam uma manutenção de outra; por isso, é importante dividir as atividades gerando dados que serão utilizados em indicadores para tomadas de ações importantes dentro da manutenção. Dentre os principais tipos de manutenção, destacam-se as corretivas, preventivas e melhorias.

- 1) Manutenções corretivas: A manutenção corretiva, segundo a ABNT 5462-1994, é toda a intervenção feita após a parada parcial ou total de um ativo a fim de recolocar o mesmo nas suas condições especificadas de operação, podendo haver variações das características de acordo ao tipo do processo exercido;
- 2) Manutenções preventivas: As ações preventivas, que podem incluir ações preditivas, são as ações tomadas para abordar de forma proativa as causas-raiz de possíveis falhas ou incidentes e intervir antes que os riscos se tornem inaceitáveis (ISO 55001, 2014);
- 3) Melhorias: Para Kardec e Nascif (2009) é onde foca-se na causa básica do problema, ou seja, ao contrário de somente reparar, eliminar a razão do defeito/falha através de estudo do projeto do equipamento, análise dos problemas e modificações na forma de trabalho, agregando um aumento

de produção ou de facilidade de procedimento.

2.9. Treinamento e orientação

O treinamento está associado a aprendizagem pois é a orientação para a mudança de comportamento das pessoas por meio da obtenção de novos conhecimentos, habilidades e atitudes. As empresas utilizam-se do treinamento com o objetivo de aperfeiçoar a capacitação dos colaboradores para atingir determinados resultados (GIL, 2007). Toda modificação no cenário organizacional da empresa precisa ser dimensionada e difundida por orientações precisas, claras e sólidas para que as tornem eficazes em sua função (GIL, 2007).

2.10. Programação de serviços

O PPCM é um aglomerado de ações para planejar, designar e controlar os resultados das realizações das operações de manutenção. O PPCM tem objetivo também de organizar a carteira de serviços e programar para que sejam realizados dentro dos critérios padrões pré-estabelecidos, pois dentro da estrutura organizacional, é de sua responsabilidade a aplicação da programação das atividades de manutenção (VIANA, 2002).

2.11. Plano de manutenções preventivas e rotineiras

Os planos de manutenção são responsáveis por nortear a rotina básica da manutenção, tendo em vista seu foco em estabelecer rotinas de inspeções e em detalhar métodos de manutenções utilizados nos ativos (VIANA, 2002).

2.11.1. Ações preventivas

A ação preventiva deve ser a atividade principal da manutenção de qualquer empresa. Em comparação à corretiva, sua

desvantagem está na troca de componentes antes do final da sua vida útil. Em contrapartida, a ocorrência de falhas e panes diminui, compensando, muitas vezes, os custos das trocas prematuras de peças a depender de alguns critérios a serem verificados, como:

- Interrupção do processo produtivo;
- Lucro cessante, ou lucro que deixou de produzir;
- Custo do reparo do equipamento;
- Impossibilidade de outros tipos de ações: Preditivas ou Detectivas.

Todas as possibilidades devem ser avaliadas para que se tenha custo benefício da manutenção (XENOS, 2004). A manutenção preventiva oferece também vantagens importantes que precisam ser avaliadas: programação de materiais, frequência de uso, custos previstos, controle de demanda de manutenção, previsibilidade de programações a longo prazo. Todas essas vantagens são determinantes para uma entrega com qualidade da manutenção para a gestão (VIANA, 2002).

Para melhor organização das preventivas e montagem de fluxos corretos no plano de manutenção, é preciso serem separadas as características como podem ser tratados de acordo com aplicação do processo e particularidades de cada equipamento (ALMEIDA, 2000). Dentre os pontos a serem avaliados, estão: Inspeções Sensitivas, Inspeções Preditivas e Lubrificações.

2.11.1.1. Inspeções sensitivas

Inspeções sensitivas são realizadas de acordo a um período determinado pelo fabricante ou não para inspeções com os 5 sentidos do corpo humano, visão, audição, tato, olfato e paladar, com acompanhamento progressivo a fim de determinar anormalidades possíveis de

serem sentidas por um dos 5 sentidos do corpo humano (VIANA, 2002).

2.11.1.2. Inspeções preditivas

Inspeções preditivas são realizadas de acordo a um período de tempo que geralmente é determinado de acordo ao especialista ou histórico de falhas do ponto que está sendo inspecionado, essa inspeção é realizada a partir de equipamentos que possibilitam traduzir sinais de funcionamento do equipamento em grandezas numéricas, possibilitando o acompanhamento do aumento de desgaste dos equipamentos ou elemento inspecionado (VIANA, 2002).

2.11.1.3. Lubrificações

Preventiva realizada a partir de período determinado por fabricante ou especialista que possibilita a diminuição do atrito das partes mecânicas. Deve-se sempre levar em conta também o tipo de lubrificante, pois para cada tipo de equipamento, rotação, formato, material vão modificar as características técnicas do lubrificante (VIANA, 2002).

2.11.2. Ações rotineiras

As ações rotineiras compõem o plano de manutenções, podendo ser preventiva ou não. Esta é definida por atividades que precisam ser realizadas com periodicidades diárias, semanais, quinzenais ou mensais, a depender da característica da estratégia de manutenção adotada pela gestão de manutenção (VIANA, 2002).

2.12. Planejamento de materiais

Para Borges (2010), um bom gerenciamento e estudo dos estoques ajuda na redução dos valores de custo de aquisição mensal de materiais, diminui o dinheiro parado no almoxarifado por espera de uso, além de diminuição de custos por planejamento de reposição que não venha a

agredir nos custos da empresa, mas dentro dos níveis de segurança e dos volumes para o atendimento da demanda.

2.13. Indicadores de manutenção

Um indicador serve para dar uma indicação determinada sobre características ou acontecimentos. A utilidade dos KPI (*Key Performance Indicator*) resume-se na ajuda da tomada de decisões da gestão, tomada de ações baseada em fatos de dados estatísticos alimentados a partir de um padrão criado e contabilizado, identificação de problemas e oportunidades de melhoria. (PINTO, 2013).

Segundo Kardec e Nascif (2009), a competitividade para otimizar o faturamento é confiabilidade e disponibilidade, através das métricas de minimização dos prazos de parada dos sistemas, aumento do MTBF, minimização de MTTR e consequentemente o aumento da disponibilidade de máquina.

O MTBF busca mostrar qual a periodicidade de falha em uma planta ou máquina, para que sejam traçadas ações no aumento dessa periodicidade, evitando paradas por adotar estratégias de manutenção específicas (VIANA, 2002). O cálculo feito para obter o MTBF é de acordo com a Equação 1, sendo $\sum HDP$ Horas Disponíveis no Período, $\sum HPF$ Horas Paradas Falha de Manutenção, $\sum QDP$ Quantidade de Paradas.

$$MTBF = \frac{\sum HDP - \sum HPF}{\sum QDP} \quad (1)$$

O indicador MTTR busca mostrar qual a média de tempo que se leva para reparar um equipamento, levando em conta a entrega da produção à manutenção e a entrega da máquina em bom estado à produção (VIANA, 2002). O MTTR é obtido através da Equação 2, sendo $\sum TR$

Tempo de Reparo, NIR Número de Intervenções Realizadas.

$$MTTR = \frac{\sum TR}{NIR} \quad (2)$$

A disponibilidade de máquina busca mostrar quanto do tempo avaliado está sendo disponibilizado pela manutenção para operação, ou seja, dimensiona quanto tempo a manutenção está garantindo o funcionamento da linha (VIANA, 2002). A disponibilidade é obtida através da Equação 3, sendo $\sum MTBF$ de acordo a Equação 1, $\sum MTTR$ de acordo a Equação 2.

$$DISP = \frac{\sum MTBF}{\sum MTBF + \sum MTTR} \quad (3)$$

3. Métodos

3.1. Análise e classificação de métodos de manutenção

Iniciou-se a análise com a seleção de seis métodos para implantação, o corretivo, o preventivo, o preditivo, o detectivo, o kaizen e o de manutenção autônoma. Após esta seleção inicial, classificaram-se os métodos em dois grupos, os pertinentes à formação de planos de manutenção e os de apoio a manutenção e melhorias.

Para que um método seja considerado pertinente a formação de um plano de manutenção, avaliou-se qual a possibilidade de programação pré-agendada ou então, a presença de previsibilidade de ocorrência em cada método. Desta forma, os métodos corretivo, preventivo, preditivo e detectivo, enquadraram-se na formação de planos de manutenção.

Os métodos kaizen e manutenção autônoma não são aplicáveis na formação de um plano de manutenção, pois o kaizen refere-se a melhorias e investimentos,

executados pela equipe de manutenção; e a manutenção autônoma refere-se a uma conduta dos operadores de máquina no dia a dia.

Ações de kaizen e de manutenção autônoma não podem ser programadas de forma automática, característica esta do plano de manutenção. Essas ações são tidas como métodos de manutenção, devendo ser considerados no momento de um lançamento manual de OS, pois são utilizados em indicadores financeiros e de ocupação de mão de obra, por exemplo.

A linha de produção escolhida é composta por oito máquinas, que possuem características diferentes umas das outras. A escolha dos métodos de manutenção mais adequados a cada máquina, baseia-se nos critérios listados a seguir, que são abordados na literatura como sendo os principais na fundamentação da tomada de decisão, são eles:

- Criticidade da máquina;
- Complexidade das manutenções (requisitos técnicos);
- Tempo médio de reparo (MTTR);
- Frequência de quebras (MTBF);
- Recomendações do fabricante;
- Riscos à segurança (ao operador e às instalações);
- Perda de faturamento por hora parada;
- O efeito cascata, que a quebra de um item pode causar nos demais;
- Custo máximo de uma quebra;
- Frequência de uso da máquina.

As respostas dos critérios citados servem de embasamento para a definição do método mais adequado a cada máquina. Como forma de padronizar a análise dos dados obtidos, são propostos parâmetros que sirvam para relacionar a resposta obtida

através de coleta de dados referentes a cada um dos critérios supracitados, com um método de manutenção correspondente. Ao final é contabilizado o percentual de atendimento aos critérios de cada método de manutenção.

Como forma de exemplificar o modelo descrito, em uma estratégia corretiva, por exemplo, a criticidade da máquina deve ser baixa, já para a preventiva, de média a alta, para a preditiva, deve ser alta e para a detectiva, esse critério não tem influência.

3.2. Organização de dados de manutenção

Trata-se da etapa que possibilita a implantação, execução e acompanhamento dos métodos de manutenção selecionados para o maquinário em estudo. Nesse sentido faz-se necessária a implantação do PCM, que se baseia no tagueamento e codificação de ativos, na definição o fluxograma de serviços, na utilização de SS e OS, entre outros.

3.2.1. Tagueamento e montagem de estrutura hierárquica dos equipamentos

Os modelos de tagueamento e codificação dos ativos, são baseados no levantamento de dados da estrutura fabril da empresa. Desta forma, os ativos são divididos em departamentos, setores, linhas e máquinas.

Após a definição do organograma com os departamentos, os setores e por fim as linhas, parte-se para a listagem das máquinas e equipamentos que compõem essas linhas. De posse desses dados, aplica-se a regra de PDM na definição dos nomes cadastrados para os ativos encontrados.

No caso das máquinas, utilizava-se até então na empresa o número de patrimônio para diferenciá-las no cadastro, porém esta prática exigia que os usuários do sistema

decorassem os números de patrimônio, ou então, se deslocassem até a máquina para terem certeza de estarem verificando a máquina correta. Com o uso das abreviações em conjunto com o PDM esta situação é simplificada.

3.2.2. Fluxograma de serviços

Após o tagueamento e codificação, é avaliado o fluxo da informação relativa à manutenção das máquinas. Assim, as informações são mapeadas desde a identificação da necessidade de intervenção mecânica, até a sua execução e pós-acompanhamento.

Baseado nos dados obtidos, é proposto um novo modelo de fluxo da informação, onde o objetivo principal é o de registrar em software específico todas as necessidades de manutenções, bem como os históricos de execuções e demais dados que alimentem indicadores como o **MTBF**, **MTTR**, entre outros.

3.2.3. Solicitações de serviços

Dentro desse novo modelo proposto, foi remodelada também a OS existentes a fim de contemplar os dados requeridos para alimentação de informações para outras partes do sistema. Além da OS, houve a necessidade de se incluir a SS, que é preenchida visando a simplicidade da inserção dos dados, para que usuários com menor aptidão em sistemas informatizados também possam requisitar os serviços das manutenções sem maiores dificuldades. Dentre o modelo de SS – Solicitações de Serviços que podemos adotar está:

- Status e método de manutenção: O cabeçalho das OS deve informar o status delas, para que se possa classificá-las entre urgentes, concluídas, programadas aguardando execução, em atraso, e

por fim, suspensas. Da mesma forma deve ser informado o método de manutenção desta OS, para que sejam alimentados indicadores de desempenho;

- N° de patrimônio e da OS: Para fins contábeis, cada máquina possui um n° de patrimônio que deve ser informado no cabeçalho, ao lado deve ser informado o número da OS, sendo que cada OS deverá ter um número único, para fins de buscas e diferenciação de ordens idênticas;
- Solicitante: É útil saber de onde a ordem partiu, inclusive para monitorar a eficiência da manutenção autônoma, onde a participação dos operadores de máquinas é fundamental, porém o preenchimento deste campo não será obrigatório, tendo em vista que apesar da importância de se saber quem são os maiores solicitantes de reparos e melhorias, é importante levar em consideração que operadores e auxiliares de produção podem acabar sentindo-se desconfortáveis de terem seus nomes expostos para solicitações de melhoria de suas condições de trabalho, como por exemplo a solicitação de ventiladores, ou melhorias de ergonomia, entre outros. Desta forma, caso o PCM não receba a informação sobre solicitante, a OS será atribuída ao supervisor do setor;
- Local e centro de custo: Deve ser informado o local de execução do trabalho, esta informação deve ser

de preenchimento obrigatório pois a empresa possui centenas de ativos cadastrados. Ao preencher o local, o sistema deve vincular o centro de custo e informá-lo no cabeçalho, assim indicadores do setor de contabilidade são abastecidos com informações;

- Descrição: Campo onde é descrito o problema e apresentado o meio de solucionar o mesmo;
- Prazo para execução e o tempo necessário: O responsável pelo PCM fica responsável pela programação da data de execução em parceria com o PCP, baseado na análise de disponibilidade de mão de obra, peças e equipamentos. O tempo necessário para execução é definido com base nos registros de tempo médio de execução dos reparos, e também, em acordo com o supervisor de manutenção, sendo esse repassado ao setor de PCP para as devidas programações de produção;
- Criticidade: A OS deve exibir a criticidade da máquina, que é um dos principais fatores que indicam a urgência na execução de um trabalho;
- Materiais: Ao gerar a OS, o responsável pelo PCM em parceria com o supervisor de manutenção, deve listar todas as peças necessárias para a execução do trabalho, bem como avaliar o risco de quebra de outras peças não listadas na ordem, em decorrência de uma abertura de máquina. A OS

só poderá ser programada quando todas as peças necessárias estiverem disponíveis no almoxarifado de peças;

- Ferramentas, EPI e Treinamentos: Ao programar uma OS, é essencial verificar a disponibilidade de ferramentas e equipamentos, como chaves diversas, máquinas de solda, empilhadeiras, entre outros. Da mesma forma é necessário alocar manutentores treinados para utilizar as ferramentas, equipamentos e máquinas necessárias para execução do trabalho. Para tal, faz-se necessária uma verificação dos treinamentos de segurança e EPI dos manutentores antes da alocação em uma OS;
- Histórico da Máquina: Uma avaliação do histórico da máquina é necessária no momento do lançamento da OS, a fim de verificar a recorrência dos defeitos, falhas e panes. A apresentação de um breve histórico de manutenções aos manutentores que executarão o trabalho é importante;
- Origem da OS: A OS pode ser originada de três maneiras: via aprovação de SS, o que exige um retorno ao solicitante informando da execução do trabalho; via plano de manutenção, com disparos automáticos, como o caso de manutenções preventivas, preditivas e lubrificações; de forma urgente, no caso de pane iminente ou já ocorrida, onde é dispensada a SS.

3.3. Integração do *software* de manutenção

Nesta etapa é realizado o levantamento dos manuais de instruções, documentos, desenhos técnicos, registros digitais e impressos de manutenções realizadas, bem como são fotografadas todas as máquinas. Em conjunto com o setor de PCP, são obtidas informações sobre a criticidade de cada máquina. Esses dados são agrupados no *software* CMMS para consulta simplificada.

Para que indicadores como *backlog* e financeiros possam funcionar corretamente, bem como para evitar problemas de segurança com alocação de manutenções sem treinamentos em trabalhos de risco, ou então para evitar horas extras e alocação de trabalhos fora dos turnos de cada membro da equipe, é vital um cadastro da equipe de manutenção no *software*.

3.4. Planos de Manutenção – Preventivas e Ações por Periodicidade

Os planos de manutenção foram elaborados com base no questionário aplicado em cada máquina. Os resultados estabelecem a estratégia de manutenção adotada na linha de produção.

No plano de manutenção é cadastrada a rotina de manutenção prevista para a máquina, com datas de execução, tempo necessário, relação de peças, detalhes de operações e *checklists*. Esse cadastro será feito em *software* CMMS com a funcionalidade de gerar rotinas diárias de execução e envio de e-mails com lembretes.

3.5. Programações de serviço

Etapa onde é definida a carteira de serviços, através da análise do plano de manutenção e da avaliação das SS. São avaliados também a demanda de

especialistas, os materiais necessários e são priorizadas OS pelo grau de urgência.

3.6. Análise dos indicadores de desempenho utilizados

Etapa onde é proposta a implantação do MTBF, do MTTR e disponibilidade.

3.7. MTBF

O MTBF será contabilizado através do período médio entre o lançamento de OS para cada máquina, sendo um termômetro da eficácia das manutenções prestadas.

3.8. MTTR

O MTTR será calculado através da extração do tempo de máquina parada informado no momento da conclusão da OS, sendo um indicador importante para medir a produtividade do maquinário e a eficiência dos mantenedores nos reparos.

3.9. Disponibilidade

A disponibilidade terá um funcionamento semelhante ao MTTR, pois também coletará dados da OS para verificar quantas horas o ativo ficou parado em manutenção, porém o cálculo é diferente, obtendo-se o percentual de disponibilidade do mesmo que é expressado dividindo a quantidade de horas disponíveis para produção pela subtração da quantidade de horas paradas das horas disponíveis para produção.

4. Resultados

Inicialmente foram levantados todos os padrões e dados que havia no setor, desde os documentos já existentes de padrões e fluxos aos dados coletados de falhas anteriores para avaliação do geral do setor.

Dentro do Plano de Ação foram aceitas as seguintes atividades a serem realizadas

para implementação do sistema de manutenção PPCM:

- a) Organização e Padronização dos Fluxos de Manutenção
- b) Treinamento e Orientação
- c) Programação de Serviços
- d) Plano de Manutenções Preventivas e Rotineiras
- e) Planejamento de Materiais
- f) Indicadores de Manutenção

4.1. Organização e padronização dos fluxos de manutenção

4.1.1. Instruções de trabalho e hierarquia do setor de manutenção

Na análise realizada no setor, foram encontrados documentos denominados IT – Instruções de Trabalho, instituído pelo Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) para instruir os funcionários o que cada um estava designado ou não a realizar, contendo dados de segurança nas atividades, EPI e EPC que está autorizado a utilizar e quais ferramentas de trabalho possuir para realizar suas atividades. Além disso, foram definidas novas IT's para as funções de acordo a realidade do campo.

Foram levantadas todas as funções que haviam no setor:

- 1) Mecânico de Conversão;
- 2) Auxiliar Mecânico de Conversão;
- 3) Lubrificador de Conversão;
- 4) Auxiliar de Eletricista de Conversão;
- 5) Eletricista de Conversão;
- 6) Técnico em Automação;
- 7) Assistente de PCM;
- 8) Analista de PCM;
- 9) Coordenador de Manutenção Mecânica;

10) Coordenador de Manutenção Elétrica;

11) Gerente de Manutenção.

Após levantamento, foram criados os formulários determinando os seguintes pontos:

- 1) Atividades de responsabilidade da função;
- 2) Procedimentos de aplicação obrigatória pela função;
- 3) Ferramentas de trabalho;
- 4) Equipamentos de Proteção Individual – EPI obrigatórios;
- 5) Formulários que a função está autorizada a preencher;
- 6) Revisões e modificações da Instrução de Trabalho.

Além disso, o setor de manutenção foi dividido em 3 subsetores principais, ficando de acordo a Figura 4:

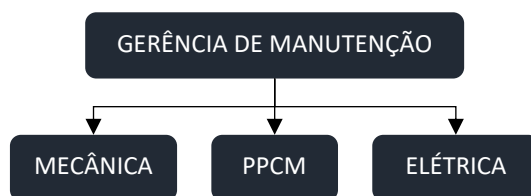


Figura 4 Estrutura Hierárquica da Manutenção Conversão. Fonte: Autores.

No setor de Manutenção foi definida uma hierarquia dentro de cada setor. O primeiro sendo a Mecânica, de acordo a Figura 5:

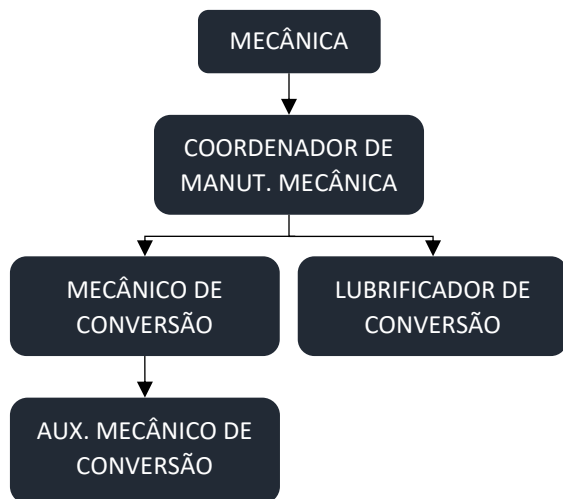


Figura 5 Estrutura Hierárquica do subsetor Mecânica. Fonte: Autores.

Para o subsetor de PPCM, ficou de acordo a Figura 6:

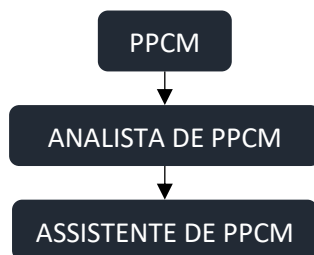


Figura 6 Estrutura Hierárquica do subsetor PPCM. Fonte: Autores.

Para o subsetor da Elétrica, ficou de acordo a Figura 7:

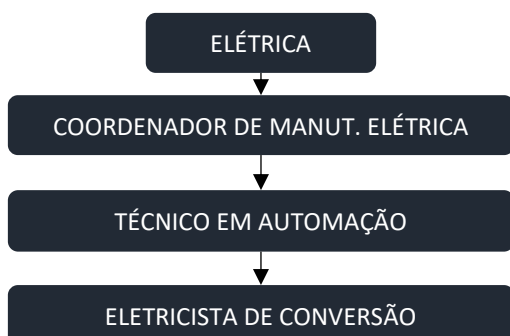


Figura 7 Estrutura Hierárquica do subsetor Elétrica. Fonte: Autores.

4.1.2. Procedimentos de manutenção

Na análise do setor, não foram encontrados procedimentos internos, por conta disso, inicialmente foi dado prioridade aos procedimentos de gestão da manutenção.

Para o procedimento de solicitações de serviço, foi definido que ocorrerá de acordo a Figura 8, enquanto as solicitações emergenciais ocorrerão conforme a Figura 9:

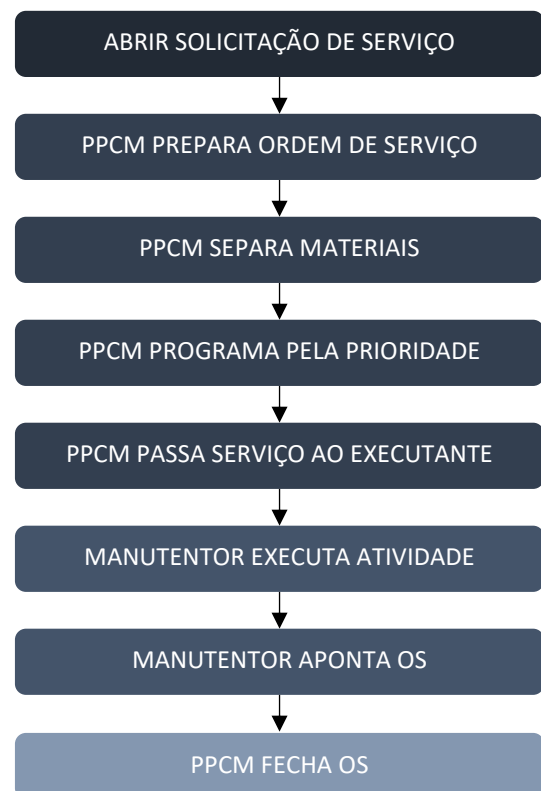


Figura 8 Procedimento de Solicitações de serviço. Fonte: Autores.

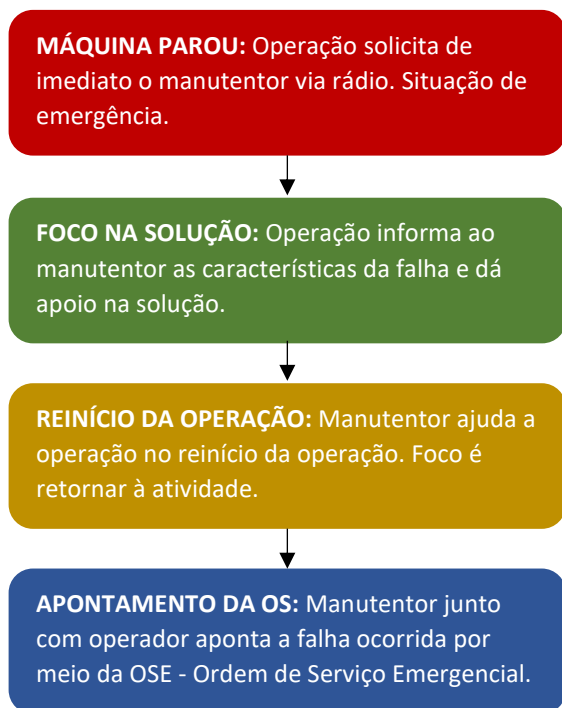


Figura 9 Procedimento de Situações Emergenciais. Fonte: Autores.

4.1.3. Integração do Software Corporativo IFS à manutenção

Para integração do sistema de manutenção, foram necessárias definições de dados básicos do sistema, dentre estes foram definidos os seguintes pontos.

- 1) Tipos de Manutenção;
- 2) Criticidade;
- 3) Prioridade;
- 4) Construção da TAG.

Após envio para o SGQ – Sistema de Gestão da Qualidade, dos formulários IT e a estrutura hierárquica do setor, foi incluído na lista de treinamento com todos os envolvidos. Após o treinamento, foi continuado o acompanhamento da aplicação.

4.1.4. Tipos de manutenção

Para os tipos de manutenção, foram definidos de acordo com as necessidades do processo de Produção e as necessidades da Manutenção, para refletir indicadores consistentes e bem definidos.

- **LIM – Limpeza e organização oficina:** Tipo utilizado em qualquer tipo de serviço de limpeza e organização de oficinas, ferramentas, áreas de serviço e/ou áreas destinadas a manutenção.
- **LPE – Limpeza de equipamentos:** Limpeza preventiva de equipamentos de classe produtiva, ou seja, equipamentos que são utilizados por operação e que sofrem cuidados extras por parte da manutenção.
- **PVT – preventiva:** Tipo de manutenção que se antecipa a falha ou que realiza um serviço que ameniza a falha. Pode ser usada pontualmente ou por planejamento.
- **PRD – preditiva:** Tipo de manutenção que se antecipa a falha ou que realiza um serviço que ameniza a falha. Pode ser usada pontualmente ou por planejamento.
- **CPR – Corretiva predial:** Utilizada para toda ou qualquer intervenção corretiva nas instalações administrativas ou instalações que não são da área industrial ou utilizado pelos equipamentos industriais.
- **MCP – Corretiva planejada:** Tipo de corretiva que teve tempo hábil

para programar recursos, materiais e tempo para ser realizado.

- **MCE – Corretiva emergencial:** Tipo de corretiva que não houve tempo hábil para programar, OS que foram realizadas na hora, ou que precisaram ser iniciadas ao mesmo tempo que solicitado, seja de maneira verbal ou pelo próprio sistema.
- **MLH – Melhoria:** Todo ou qualquer serviço que modifique a característica de um equipamento ou conjunto de equipamentos. Não corrige falhas. Caracterizada também para melhorias destinadas a produção e/ou manutenção.
- **PRJ – Projetos:** Tipo de melhoria destinada somente para instalações de novos equipamentos/ferramentas, galpões novos, casas novas, coberturas novas etc.

As letras maiúsculas da abreviação de cada um dos tipos foram determinadas como códigos padrões para facilitação no manuseio do dia a dia.

Após levantamento, definições das criticidades dos equipamentos de acordo as suas características, os cadastros ficaram de acordo a Figura 10:

Tipo Manut	Descrição	Categoria do Tipo de Serviço
MON	Mao de Obra Nao Apontada	Outros
LIM	Limpeza/Organizacao Oficina	Outros
CPR	Corretiva Predial	Corretiva
LPE	Limpeza de Equipamentos	Outros
CAL	Calibracao	Preventiva
REV	Revisao de Equipamentos	Corretiva
MOI	Mao de Obra Indireta	Outros
AJT	Ajuste	Corretiva
MCP	Corretiva Planejada	Corretiva
MCE	Corretiva Emergencial	Corretiva
MLH	Melhoria	Modificação
PVT	Preventiva	Preventiva
OPC	Operacional	Outros
PRD	Preditiva	Preventiva
PRJ	Projetos	Instalação

Figura 10 Cadastro de Tipos de Manutenção. Fonte: Sistema IFS da OL Papéis.

4.1.5. Criticidade

A criticidade de equipamento foi determinada de acordo com o item 2.8.5.3, seguido nos níveis do alfabeto, sendo A, B, C. Já para os critérios foi determinado:

- **Manutenibilidade:** Nível de dificuldade de manutenção, se o equipamento for muito difícil a manutenção, ele é muito crítico, se não, ele é pouco crítico.
- **Segurança:** O equipamento ou local do equipamento oferece risco na operação ou manutenção, se estiver dentro desses critérios o equipamento é muito crítico.
- **Custo:** O custo de manutenção e do equipamento tem valores altos, dentro deste critério o equipamento é muito crítico.

Após levantamento e definições, foram cadastrados 1427 equipamentos, de acordo a Figura 11:

Ponto Crítico ▲	Nº Serial (Contagem)
A	923
B	249
C	255
Σ	1427

Figura 11 Cadastro das Prioridades no sistema.
Fonte: Sistema IFS da OL Papéis.

4.1.6. Construção da TAG

Para a construção da TAG foram avaliadas as variações e separações no processo produtivo, foi levado em conta os equipamentos na linha e as partes sobressalentes de conjuntos que compunham todo o conjunto da linha.

Com isso, a construção da TAG levou em conta a seguinte sequência:

- 1) Unidade;
- 2) Processo;
- 3) Sistema;
- 4) Subsistema;
- 5) Grupo;
- 6) Tag.

Com isso, foi criada a estrutura hierárquica de TAG para facilitação no acesso do equipamento e para organização lógica das localizações dos equipamentos. Foi construída a estrutura da Figura 12:

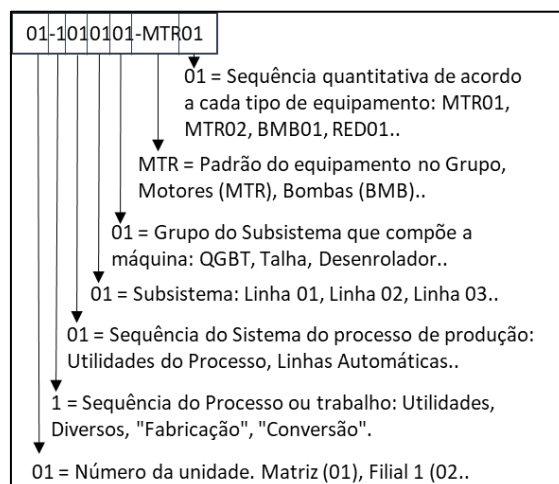


Figura 12 Estrutura do código Tag. Fonte: Autores.

A partir desse padrão foi criada a estrutura de equipamentos de acordo Figura 13:

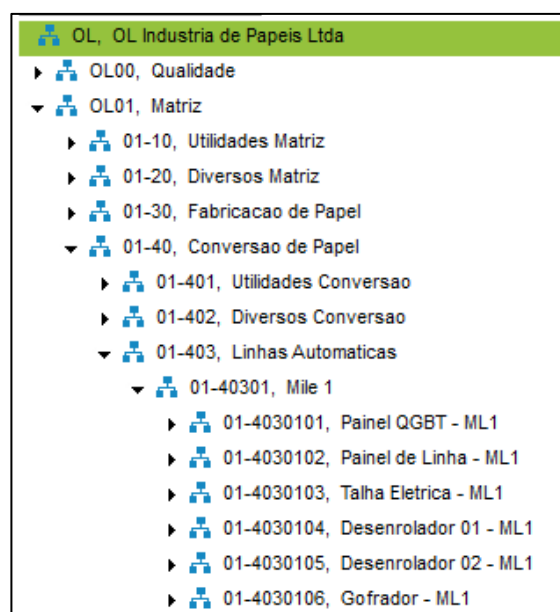


Figura 13 Cadastro de equipamentos no sistema IFS. Fonte: Sistema IFS da OL Papéis.

Após os cadastros dos equipamentos no sistema e os cadastros dos padrões determinados junto a produção, o sistema pode ser utilizado para criar Ordens de Serviço que serão programadas e repassadas aos mantenedores de manutenção.

4.1.7. Construção da ordem de serviço

Para a construção da OS foram definidas coletas de informações padrões, dentre elas estão:

- Status e método de manutenção;
- Nº de patrimônio e da OS;
- Solicitante;
- Local e centro de custo;
- Descrição;
- Prazo para execução e o tempo necessário;
- Criticidade;
- Materiais;
- Ferramentas, EPI e treinamentos;
- Histórico da máquina;
- Origem da OS.

4.2. Treinamento e orientação

Após a construção dos procedimentos, instruções de trabalho, padrões determinados junto a gestão de manutenção e produção, foi construído um ciclo de treinamento para ser realizado de 3 formas:

- Início de atividades do PPCM;
- Contratação de novos colaboradores;
- Reciclagem a cada 6 meses, sendo realizado pelo PPCM ou um designado da manutenção.

Para isso, foram criados manuais de treinamento para ficarem à disposição dos envolvidos no processo, atendendo assim os critérios da ISO 9001 – 14000 que determina que todos os funcionários devem ser instruídos, treinados e devem ter sempre à disposição como realizar cada uma das atividades.

4.3. Programação de serviços

Para programação de serviços foram definidos os seguintes critérios:

- **Prioridade:** Caso o serviço envolva um problema de segurança ou algo que pode afetar a produção, este serviço terá prioridade 1 para programação.
- **Andamento:** Caso o serviço esteja em andamento, ou tenha sido executado anteriormente, o serviço terá prioridade 2 na lista das demandas.
- **Criticidade:** Caso o serviço seja para um equipamento de alta criticidade, este terá prioridade 3 na lista de demandas.
- **Duração de Pendência:** A quantidade de dias será determinante para atendimento e norteará dentro da prioridade 4 de programação.

4.4. Plano de manutenções preventivas e rotineiras

Para estas manutenções, foram levantadas as atividades a serem realizadas de 2 formas:

- **Manuais dos equipamentos:** Estudos realizados pelos fabricantes onde determinam períodos que devem ser feitos ajustes, limpeza, calibrações e substituições.
- **Histórico de manutenções:** Histórico de acordo às realizações e frequência de realizações.

Com isso, o plano preventivo ficou de acordo a Tabela 1:

PLANO PREVENTIVO			
TIPOS	FABRICANTE	HISTÓRICO	TOTAL
ROTEIROS:	22	31	53
AÇÃO MP:	65	33	98

Tabela 1 Contagem do Plano Preventivo. Fonte: Autores.

4.5. Planejamento de materiais

O planejamento de material foi realizado de acordo com a lista de sobressalentes e padrões já estabelecidos pelo almoxarifado. Os padrões seguiram da seguinte forma:

- **Método C:** Reposição automática, de acordo as quantidades estabelecidas de máximo e mínimo.
- **Método M:** Reposição de acordo a solicitação da Manutenção, quantidades sendo definidas na solicitação por e-mail.

4.6. Indicadores de manutenção

Para criação dos indicadores após alimentação de histórico no sistema, foram feitos indicadores de cálculos em tempo real e no próprio sistema IFS. Os indicadores foram feitos em formato de tabela para verificar a saúde individual de cada equipamento, como mostrado na Figura 14 para o MTBF e na Figura 15 para o MTTR:

TEMPO MÉDIO ENTRE FALHAS NO PERÍODO					
EQUIPAMENTO	DESCRIÇÃO	HORAS	FALHAS	MTBF (H)	MTBF (D)
01-4030123	Empacotadeira PAC110...	637,67	24	26,57	1,11
01-4030114	Empacotadeira CMW 42...	637,67	17	37,51	1,56
01-4030111	Acumulador - ML1	637,67	11	57,97	2,42
01-4030106	Gofrador - ML1	637,67	10	63,77	2,66
01-40301	Mile 1	637,67	10	63,77	2,66
01-4030116	Enfardadeira - ML1	637,67	9	70,85	2,95
01-4030107	Rebobinadeira - ML1	637,67	9	70,85	2,95
01-4030112	Cortadeira - ML1	637,67	8	79,71	3,32
01-4030108	Tubeteira - ML1	637,67	7	91,1	3,8
01-4030110	Colador - ML1	637,67	6	106,28	4,43
01-4030122	Diverter - ML1	637,67	6	106,28	4,43
01-4030124	Enfardadeira P90 - ML1	637,67	4	159,42	6,64
01-4030113	Esteira de Rolinhos - ML1	637,67	1	637,67	26,57
01-4030103	Talha Eletrica - ML1	637,67	1	637,67	26,57
01-4030118	Enclausuramento REB -...	637,67	1	637,67	26,57

Figura 14 Quadro de MTBF mais críticos. Fonte: Sistema IFS da OL Papéis.

TEMPO MÉDIO PARA REPARO NO PERÍODO				
EQUIPAMENTO	DESCRIÇÃO	HORAS	FALHAS	MTTR (H)
01-4030112	Cortadeira - ML1	93,17	8	11,65
01-4030106	Gofrador - ML1	45,67	10	4,57
01-4030106-ROL04	Rolo de Aco Superior (Ponta...	3	1	3
01-4030122	Diverter - ML1	15,75	6	2,63
01-4030103	Talha Eletrica - ML1	2,5	1	2,5
01-4030107	Rebobinadeira - ML1	19,67	9	2,19
01-40301	Mile 1	21,67	10	2,17
01-4030101	Painel QGBT - ML1	2	1	2
01-4030107-RED03	Redutor Rolo Prensa Estatico...	2	1	2
01-4030123	Empacotadeira PAC110 - ML1	42,33	24	1,76
01-4030110	Colador - ML1	10,5	6	1,75
01-4030108	Tubeteira - ML1	12	7	1,71
01-4030124	Enfardadeira P90 - ML1	6	4	1,5
01-4030116-INV06	Inversor Lancador Diverter -...	1,46	1	1,46
01-4030111	Acumulador - ML1	12,51	11	1,14

Figura 15 Quadro de MTTR mais críticos. Fonte: Sistema IFS da OL Papéis.

Para os dados de Disponibilidade, foram seguidos um padrão diferente com uma meta de alcance em 98%, este sendo construído também com auxílio do programa *Microsoft™ Power BI®* para melhores visualizações, como na Figura 16:

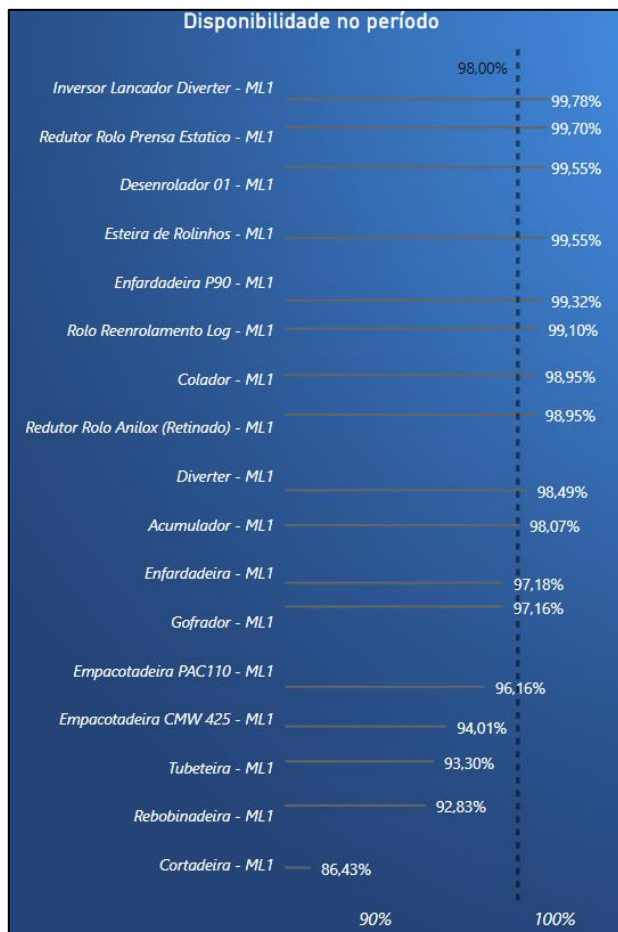


Figura 16 Indicadores de Disponibilidade mais críticas.
Fonte: Autores.

5. Conclusão

Diante dos resultados na aplicação do PPCM em uma máquina conversão de papel tissue, foi notado que a teórica abordada foi amplamente utilizada, porém há grandes diferenças entre idealidade e realidade que foram trabalhadas a medida do tempo para aplicação do conteúdo.

Em grande parte, a resistência dos mantenedores em cooperar na

implementação dos processos de manutenção foi o principal agravante na obtenção de resultados satisfatórios e ideais. Porém, após vivenciarem na prática os benefícios do PPCM como ferramenta da manutenção, foi notória a contribuição geral para manter as atividades realizadas pelo PPCM.

Foi notado que a gestão dos setores foram passivas na aplicação dos processos do PPCM, mas não mostraram motivação na contribuição dos processos e não fizeram parte dos resultados.

Após acompanhamento dos resultados, foi notada uma mudança nos aspectos de engajamento das equipes de manutenção, onde deixou de ser um ambiente de notória insatisfação para um ambiente de companheirismos e foco nos resultados. Além dos indicadores, MTBF, MTTR e Disponibilidade que permitiram visualizar o desempenho da manutenção no atendimento a máquina, e a partir desses resultados, traçar planos de melhorias.

Além disso, com a organização do setor de manutenção, abriu-se portas para implementação de novas ferramentas, como Manutenção Produtiva Total – TPM e *Lean Manufacturing*. Para os trabalhos futuros, propõem-se a aplicação de ferramentas como TPM e *Lean Manufacturing* dentro de setores já organizados por meio do PPCM, observando as características que as diferenciam e o acompanhamento da implementação dessas metodologias de trabalho.

6. Referências

- A. Kardec e J. Nascif, “*Manutenção. Função Estratégica*”, Rio de Janeiro: QualityMark, 2009, p 23.
- A. M. Soares, “*Planejamento e controle da manutenção como alavanca de resultados: implantação em uma indústria de carcinicultura.*” Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019, p 41.

ABRAMAN - Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos. **"A Futura Norma Internacional de Gestão de Ativos ISO 55.000."** Disponível em: <
<http://www.abraman.org.br/sidebar/pas55> >. Acesso em: 02/12/2021.

BORGES C. T.; CAMPOS S. M.; BORGES C. E. **"Implantação de um sistema para o controle de estoques em uma gráfica/editora de uma universidade."** Revista Eletrônica Produção & Engenharia, v. 3, n. 1, p. 236-247, Jul./Dez. 2010.

C. Foelkel, **"PinusLetter nº 45"**, celso-foelkel, p. 1, Dezembro 2015, p 3.

E. d. S. Campos, **"Curso de Fabricação de Papéis "Tissue" "**, Bragança Paulista: Campos Consultoria e Treinamento, 2012, pp 33-173.

E. P. Paladini, **"Gestão da Qualidade. Teoria e Prática"**, São Paulo: Atlas, 2000, p 101.

GIL, Antonio Carlos. **"Gestão de pessoas: enfoque nos papéis profissionais."** São Paulo: Atlas, 2007.

GURSKI, Carlos Alberto; RODRIGUES, Marcelo. **"Planejando Estrategicamente a Manutenção."** Rio de Janeiro, Out 2008. Disponível em:
<http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_tn_sto_080_610_10863.pdf> Acesso Ago. 2021

H. P. d. Cruz, **"Estudo do Impacto das Características do Papel Tissue de Entrada no Produto Terminado"**, Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, 2021, p 10-14.

HARRINGTON, H. James. **"Aperfeiçoando processos empresariais."** 1. ed. São Paulo: Makron Books, 1993.

J. B. d. Sousa, **"Alinhamento das estratégias do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) com as finalidades da produção (PCP): uma abordagem analítica"**, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2008, pp. 71-74.

J. C. Vieira, A. M. S. Carta, E. Galli, A. Costa e P. Fiadeiro, **"Impact of Embossing on Liquid Absorption of Toilet Tissue Papers"**, ResearchGate, 2020, p 2.

J. Teles, **"<https://engeteles.com.br>"**, Engeteles, 10 Agosto 2017. [Online]. Available: <https://engeteles.com.br/pcm-planejamento-e-controle-da-manutencao/>. Acesso Out 2021.

J. Teles, **"Planejamento e Controle da Manutenção Descomplicado"**, Brasília: ENGETELES Editora, 2019, p 64-69.

Moubray e John, **"Reliability-Centered Maintenance"**, Oxford: Butterworth-Heinemann, 1997.

PINTO, J. P. **"Manutenção Lean."** 1. ed. Portugal: Lidel Editora, 2013.

R. A. Barbosa, F. N. d. Costa, L. M. L. Ferreira, C. E. d. C. B. Nunes e I. B. S. Alves, **"Elaboração e implementação de um plano de manutenção com auxílio do 5S: Metodologia aplicada em uma Microempresa."**, abepro, 2009, pp. 6-7.

R. L. ACKOFF, **"Planejamento empresarial"**, Rio de Janeiro: Técnicos Científicos, 1978, p 1.

R. Spina e B. Cavalcante, **"Characterizing materials and processes used on paper tissue"**, Materials Today Communications, 2018,p 3.

R. Turner, **"The Handbook of Project-Based Management"**, Inglaterra: McGraw-hill, 1993.

T. Online, **"tissueonline.com.br"**, Tissue Online, 29 12 2019. [Online]. Available: <https://tissueonline.com.br/o-que-sao-papeis-tissue/>. Acesso Set 2021.

T. Online, **"[Tissueonline.com.br](https://tissueonline.com.br)"**, Tissue Online, 21 02 2018. [Online]. Available: <https://tissueonline.com.br/fabio-perini-lanca-nova-linha-myperini/>. Acesso Nov 2021.

UNGAN, M. C. **"Standardization through process documentation. Business Process Management Journal,"** v. 12, n. 2, p. 135-148,2006.
<http://dx.doi.org/10.1108/1463715061065749>. Acesso em: 30/11/2021.

VALLE, Rogerio; OLIVEIRA, Saulo Barbará de (Orgs). **"Análise e modelagem de processos de negócio."** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

XENOS, Harilaus Georgius d'Philippos. **"Gerenciando a Manutenção Produtiva."** INDG Tecnologia e Serviços Ltda. Nova Lima - MG, 2004

Z. C. Piotto, **"Eco-eficiência na Indústria de Celulose e Papel - Estudo de Caso"**, Universidade de São Paulo, 2003, pp. 151-164.