

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE MECÂNICA  
ENGENHARIA MECÂNICA**

**JOCASTA OLIVEIRA MACIEL**

**IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE PLANEJAMENTO E  
CONTROLE DE MANUTENÇÃO UTILIZANDO A FERRAMENTA WCM  
NO SETOR INDUSTRIAL**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PONTA GROSSA**

**2019**

**JOCASTA OLIVEIRA MACIEL**

**IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE PLANEJAMENTO E  
CONTROLE DE MANUTENÇÃO UTILIZANDO A FERRAMENTA WCM  
NO SETOR INDUSTRIAL**

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

Orientador: Prof. Me. Nelson Ari Canabarro de Oliveira

**PONTA GROSSA**

**2019**



## **TERMO DE APROVAÇÃO**

### **IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO UTILIZANDO A FERRAMENTA WCM NO SETOR INDUSTRIAL**

por

**JOCASTA OLIVEIRA MACIEL**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 5 de julho de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

**Prof. Me.Nelson Ari Canabarro de de Oliveira**  
Orientador

**Profa. Ma.Sandra Mara Kaminski Tramontin**  
Membro Titular

**Profa. Ma.Heliety Rodrigues Borges Barreto**  
Membro Titular

**Prof.Dr. Marcos Eduardo Soares**  
Responsável pelos TCC

**Prof. Dr. Marcelo Vasconcelos de  
Carvalho**  
Coordenador do Curso

Dedico este trabalho à minha família por acreditar em mim, por toda a paciência durante esse período e por todo amor, cuidado e suporte. Pai querido, você me deu esperança e força para continuar essa jornada.

## AGRADECIMENTOS

Honestamente, palavras não conseguirão expressar a imensa gratidão por todos aqueles que contribuíram em minha vida durante esse período, porém como forma de reconhecimento pelo apoio, dedico esses humildes parágrafos.

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder a vida e por todas as oportunidades que me afortunaram para que eu me tornasse uma pessoa melhor.

Aos meus queridos pais, Valdomiro Gomes Maciel e Jocelia de Oliveira Maciel por cuidarem de mim com tanto carinho e amor, por sempre acreditarem nos meus sonhos e me darem todo o suporte e estrutura para que eu os realizasse. Vocês e Joice são os melhores presentes que a vida me deu.

A minha irmã Joice de Oliveira Maciel por todos os conselhos, suporte, companheirismo e sabedoria que me ofereceu durante toda a minha caminhada. Por compartilhar dos melhores momentos da vida, a realização dos meus sonhos.

Ao meu namorado Vinícius Schovanz Schenknecht por compartilhar de quase todos os momentos desse período, por ser companheiro, paciente, amigo e amoroso. Por me apoiar e me incentivar nos momentos difíceis dessa jornada. Valeu a pena todo o sofrimento, todas as renúncias, toda a espera, hoje estamos colhendo, juntos o fruto do nosso empenho.

Ao meu orientador Prof. Me. Nelson Canabarro, por todo o suporte durante o curso, por toda paciência em me orientar, por sua dedicação em compartilhar sua sabedoria comigo e por me incentivar a ser uma profissional dedicada, buscando sempre o espírito de líder.

Aos meus queridos colegas de sala, Alisson Becker, Bruno Flávio Felipe, Bernardo Guimarães, João Leonardo Daleffe, André Mayer por todo o apoio, por todos os trabalhos, dias e noites de estudos para que chegássemos ao final dessa etapa. Sem vocês eu não estaria aqui.

A Joarez Gomes por acreditar no meu potencial e conceder a oportunidade de estágio na área da manutenção, a qual tive base para concluir essa pesquisa.

Enfim, a todos aqueles que de alguma forma estiveram próximos de mim e contribuíram para que eu finalizasse essa etapa.

“Não importa de onde você veio, nem para onde você vai, o importante é dar uma volta por cima e ser melhor que você mesma.” (Valdomiro Gomes Maciel)

## RESUMO

MACIEL, Jocasta Oliveira. **Implantação de sistema de planejamento e controle de manutenção utilizando a ferramenta WCM no setor industrial**. 2019. 74 f. Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado em Engenharia Mecânica - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2019.

O mercado atual está cada vez mais exigente em relação a qualidade dos produtos e serviços oferecidos e a competitividade mais alta das indústrias. Isso faz com que o bom funcionamento das máquinas e equipamentos sejam fundamentais para a busca de excelência do processo produtivo, por isso, deve-se garantir a confiabilidade e eficiência das máquinas. Dessa forma, um bom planejamento e controle de manutenção faz toda a diferença no setor industrial. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é de criar um planejamento de manutenção corretiva utilizando ferramentas do WCM (manufatura de classe mundial) e TPM (manutenção produtiva total) para contribuir na melhoria contínua da manutenção e melhorar a confiabilidade das máquinas. Para isso, tem-se o desenvolvimento do planejamento com o estudo bibliográfico, a coleta de dados, a programação, implantação e os resultados. Além disso, tem-se também, a implantação do planejamento de notificações da manutenção autônoma, visando um melhor controle dos indicadores do pilar de autônoma. Os resultados obtidos com a implantação dos planejamentos foram satisfatórios e contribuíram para a melhoria dos indicadores de desempenho das máquinas no ano de 2017, também ajudou na organização e distribuição de ordens de manutenção e no controle de materiais e custos da área.

**Palavras-chave:** Planejamento de Manutenção. Manutenção Produtiva Total. Confiabilidade. Indicadores de desempenho.

## ABSTRACT

MACIEL, Jocasta Oliveira. **Implementation of planning and maintenance control system using the WCM tool in the industrial sector.** 2019. 74 f. Work of Conclusion Course (Graduation in Mechanical Engineering) - Federal Technology University - Paraná. Ponta Grossa, 2019.

The current market is increasingly demanding in relation to the quality of products and services offered and industry competitiveness is high. This makes the proper functioning of the machines and equipment are fundamental for the pursuit of excellence of the productive process, for this reason the reliability and efficiency of the machines must be guaranteed. In this way, good planning and maintenance control makes all the difference in the industrial sector. Therefore, the objective of this work is to create effective corrective maintenance planning using WCM (World Class Manufacturing) and TPM (Total Productive Maintenance) tools to contribute to the continuous improvement of the maintenance and to improve the reliability of the machines. For this, has developed the planning with the bibliographic study, data collection, programming, implementation and results. In addition, the planning of notifications of the autonomous maintenance was implemented, aiming at a better control of the indicators of the autonomous pillar. The results obtained with the implementation of the plans were satisfactory and contributed to the improvement of the performance indicators of the machines in the year 2017, also helped in the better distribution of maintenance orders and in the control of materials and costs of the area.

**Keywords:** Maintenance planning. Total Productive Maintenance. Reability. Performance indicator.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Evolução da história da manutenção .....	21
Figura 2 - Melhoria focada.....	35
Figura 3 - Implantação da Manutenção Autônoma.....	36
Figura 4 - Etapas de implementação do TPM .....	38
Figura 5 - Como criar uma ordem no SAP .....	46
Figura 6 - Como criar título de uma ordem no SAP .....	47
Figura 7 - Como adicionar o responsável pela atividade no SAP.....	48
Figura 8 - Como adicionar texto longo no SAP .....	48
Figura 9 - Como inserir o tipo de parada de máquina .....	49
Figura 10 - como inserir o material na ordem do SAP.....	49
Figura 11 - Salvar e lançar uma ordem no sistema SAP.....	50
Figura 12 - IW37-Abrir uma lista de ordens no SAP.....	51
Figura 13 - Exemplo de listagem de ordens programadas.....	52
Figura 14 - Exemplo da tabela geral no Excel.....	52
Figura 15 - Gráfico dinâmico de ordens programadas e executadas .....	53
Figura 16 - Menu de filtros para ordens .....	54
Figura 17 - Tipos de etiquetas da manutenção autônoma .....	57
Figura 18 - Como criar etiqueta ou, nota.....	60
Figura 19 - Exemplo criação de notas.....	61
Figura 20 - Como criar uma notificação .....	62
Figura 21 - Relatório de etiquetas realizadas.....	63
Figura 22 - Exemplo da planilha de programação de etiquetas .....	63
Fluxograma 1- Programação de ações semanais.....	55
Fluxograma 2 - Fluxo de etiquetas vermelhas.....	58
Fluxograma 3 - Fluxo de etiquetas verdes .....	59
Fluxograma 4 - Fluxo de etiquetas azuis.....	59
Gráfico 1 - GAP Etiquetas vermelhas máquina 1 .....	64
Gráfico 2 - GAP Etiquetas verdes máquina 1 .....	65
Gráfico 3 - GAP Etiquetas azuis máquina 1 .....	65
Gráfico 4 - GAP Etiquetas vermelhas máquina 2.....	66
Gráfico 5 - GAP Etiquetas verdes máquina 2.....	66
Gráfico 6 - GAP Etiquetas azuis máquina 2 .....	67
Gráfico 7 - GAP Etiquetas vermelhas máquina 3.....	67
Gráfico 8 - GAP Etiquetas verdes máquina 3.....	68
Gráfico 9 - GAP Etiquetas azuis máquina 3 .....	68

Quadro 1 - Tipos de serviço .....	61
-----------------------------------	----

## LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

### LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
FMEA	Análise do módulo de falha e seus efeitos
HH	Total de homem hora gastos em manutenções de emergências
MCC	Manutenção centrada em confiabilidade
MTBF	Tempo médio entre falhas
MTTR	Tempo médio para reparo
PIP	Total de horas paradas em Manutenção Preventiva
PNP	Paradas não previstas
TIE	Engenharia industrial total
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i> – Manutenção produtiva total
TQC	Controle da qualidade total
WCM	<i>World Class Manufacturing</i> – Manufatura classe mundial

### LISTA DE ACRÔNIMOS

Excel	Software de edição de planilhas da Microsoft
KAIZEM	Mudança para melhor
LEAN	Manufatura enxuta
SAP	Sistemas, Aplicativos e Produtos para Processamento de Dados

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1 JUSTIFICATIVA.....	15
1.2 OBJETIVOS.....	16
1.2.1 Objetivo Geral.....	16
1.2.2 Objetivos específicos.....	16
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>17</b>
2.1 DEFINIÇÃO .....	17
2.2 VANTAGENS DA MANUTENÇÃO.....	17
2.3 HISTÓRICO DA MANUTENÇÃO.....	18
2.4 TIPOS DE MANUTENÇÃO .....	21
2.4.1 Manutenção Corretiva Não Planejada .....	22
2.4.2 Manutenção Corretiva Planejada.....	22
2.4.3 Manutenção Preventiva .....	23
2.4.4 Manutenção Preditiva .....	23
2.4.5 Manutenção Detectiva .....	24
2.4.6 Engenharia de Manutenção.....	24
2.5 CONFIABILIDADE .....	25
2.5.1 Manutenção centrada na confiabilidade (RCM ou MCC).....	26
2.6 INDICADORES DE MANUTENÇÃO.....	27
2.6.1 Distribuição da atividade por tipo da manutenção .....	28
2.6.2 Estoque dos materiais .....	29
2.6.2.1 Itens inativos: .....	29
2.6.2.2 Falta de material: .....	29
2.6.3 Tempo médio entre as falhas MTBF.....	30
2.6.4 Tempo médio para reparo MTTR.....	30
2.6.5 Disponibilidade.....	30
2.6.6 Mantenabilidade ou Manutenibilidade.....	30
2.6.7 Falhas Repetidas .....	31
2.6.8 Custos.....	31
2.6.8.1 Custos de mão de obra.....	31
2.6.8.2 Custos de material .....	31
2.6.8.3 Custo de serviço de terceiros.....	31
2.7 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL .....	32
2.7.1 Histórico e Evolução .....	32
2.7.2 Objetivos do TPM (Manutenção Produtiva Total) .....	33
2.7.3 Pilares do TPM .....	34
2.8 IMPLEMENTAÇÃO DO TPM.....	38
2.9 MANUFATURA DE CLASSE MUNDIAL (WCM).....	39

<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>41</b>
3.1 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS .....	41
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>43</b>
4.1 PLANEJAMENTO SEMANAL DE AÇÕES CORRETIVAS PLANEJADAS .....	43
4.1.1 Coleta de dados.....	43
4.1.2 Reestabelecer o sistema SAP .....	44
4.1.3 Programar os dados no sistema SAP .....	45
4.1.3.1 Criar Ordem de manutenção.....	45
4.1.4 Programar a ordens na planilha do Excel .....	50
4.2 PLANEJAMENTO DE NOTIFICAÇÕES DE MANUTENÇÃO .....	56
4.2.1 criando uma etiqueta ou notificação .....	60
4.2.2 Programação de etiquetas.....	62
4.3 CONTROLE DE INDICADORES DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA .....	64
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>69</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>71</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As mudanças intensas e rápidas que acontecem no mercado atual estão cada vez mais desafiando as organizações a obterem melhoria contínua e uma gestão com padrões de excelência.

A competitividade no mercado é alta e para sobreviver, as empresas são pressionadas a serem abertas a mudanças, a terem visão sistêmica, possuir boas estratégias, serem confiáveis e principalmente, a terem padrão de qualidade.

Ademais, o contexto da sociedade atual demanda uma alta produtividade de forma que as indústrias tenham responsabilidade, sejam éticas e sustentáveis. Para suprir isso, deve-se garantir a confiabilidade e eficiência das máquinas do processo produtivo. Visto que, o bom funcionamento dos equipamentos é fundamental para garantir a qualidade da produção.

Uma das bases para tornar isso tudo possível, é o planejamento e gestão da manutenção. A manutenção planejada, como o nome sugere, consiste em uma programação das atividades de manutenção a serem realizadas, sejam elas preventivas, preditivas, ou corretivas planejadas que tem como principal objetivo, manter o sistema funcionando de forma confiável, de modo a evitar falhas dos equipamentos e diminuir os custos. Além disso, a boa liderança torna possível a visão futura de mercado e da competitividade.

Existem inúmeras ferramentas que auxiliam na manutenção planejada como o WCM, o 6 Sigma, o Kaizen, o TPM, a gestão de ativos, entre outros. Porém, o sucesso da aplicabilidade delas irá depender da estratégia a ser utilizada.

“A manutenção para ser estratégica, precisa estar voltada para os resultados empresariais da organização. É preciso, sobretudo, deixar de ser apenas eficiente para se tornar eficaz; ou seja, não basta, apenas, reparar o equipamento ou instalação tão rápido quanto possível, mas, principalmente, é preciso manter a função do equipamento disponível para a operação, evitar a falha do equipamento e reduzir os riscos de uma parada de produção não planejada”. KARDEC & NASCIF (2009, p. 11).

Dessa forma, para que a estratégia seja bem-sucedida, é necessário um bom plano de manutenção e juntamente com ele, uma excelente gestão, para assim, ter

uma aplicabilidade rápida e eficaz. Pois, a liderança do gestor fará a diferença entre sucesso e fracasso, e é preciso que esse seja um prospector da inovação, um líder que inspire a equipe a encarar as mudanças e superar os novos desafios.

Portanto, o planejamento da manutenção é essencial para a evolução das empresas para padrões de classe de excelência mundial. Sabendo disso, é necessário criar o plano de ação, elaborar planilhas para compras de material, rever os custos de manutenção, criar indicadores de manutenção, analisar frequência de falhas em equipamentos, entre outras.

### 1.1 JUSTIFICATIVA

Ser uma empresa responsável que busca a competência, a sustentabilidade, a melhoria contínua e ainda garantir a competitividade, na perspectiva atual de mercado não é fácil. Porém, há ferramentas e estratégias que auxiliam na aplicação desses conceitos na prática, uma delas, como já visto, é o planejamento e gestão da manutenção.

A finalidade desse trabalho é criar um planejamento de manutenção adequado para uma empresa, baseada na ferramenta WCM. Já que os planejamentos implantados até agora não foram tão eficazes na empresa objeto de estudo, a hipótese é criar um método de planejamento que seja padronizado e funcional.

A razão para a escolha desse tema foi a oportunidade de crescimento desse setor na área de manutenção, já que atualmente, há falhas no plano de manutenção que trazem como consequência paradas não planejadas, altos custos em peças, além de pressão sobre a liderança.

Houve também a oportunidade pessoal de aprender na prática sobre o tema e de poder aplicar os conceitos aprendidos durante o curso de engenharia mecânica. Além de tudo, poder contribuir numa empresa que visa o padrão classe mundial de excelência, é muito gratificante.

No contexto social, o bom planejamento da manutenção nessa empresa irá contribuir para aumentar a confiabilidade dos equipamentos, conseqüentemente aumenta também, a dos seus clientes para com seus produtos.

## 1.2 OBJETIVOS

O WCM é uma ferramenta que busca otimizar a manutenção, a logística, a qualidade e a produtividade, de forma a reduzir os custos da empresa. Dessa forma, o pilar da manutenção planejada tem o objetivo de aumentar a eficiência das máquinas, reduzindo as falhas, consequentemente redução dos custos.

### 1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo principal desse trabalho é criar um plano de manutenção eficaz utilizando as ferramentas do WCM e do TPM com o foco no setor industrial, para que assim, a manutenção seja parte da estratégia da empresa e que contribua para que essa alcance o padrão classe de excelência mundial.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Estudar os pilares de manutenção planejada e autônoma do TPM e WCM e suas aplicações na empresa;
- Realizar coleta de dados para o planejamento de manutenção;
- Criar um planejamento semanal de controle da manutenção corretiva planejada;
- Criar um sistema eficaz de análise e realização de notificações de manutenção;
- Controlar os indicadores de manutenção autônoma relacionado a notas;
- Diminuir o número de falhas dos equipamentos.



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 DEFINIÇÃO

A manutenção existe, basicamente, para garantir a conservação dos equipamentos nas funções para as quais foram projetados, sendo que para isso, é necessário evitar o desgaste natural causado pelo uso deles.

Em termos técnicos, a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT – NBR 5462, em 1994, descreve que “a manutenção é a combinação de todas as ações técnicas administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a “manter” ou “recolocar” um item em um estado no qual possa desempenhar a função requerida”.

Com uma visão mais atual, KARDEC & NASCIF (2009, p. 23) acreditam que a missão da manutenção é “Garantir a confiabilidade e a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou de serviço, com segurança, preservação do meio ambiente e custos adequados”.

Hoje, é possível perceber que a manutenção ultrapassa o aspecto de apenas garantir a funcionalidade do equipamento, ela está interligada a vários outros fatores que levam a fábrica ao sucesso, como a perspectiva humana do trabalho em equipe, a da gestão dos custos e ainda, a da competitividade da organização. Ou seja, a manutenção interliga as ações básicas da fábrica garantindo que a produção seja realizada de forma segura, eficaz e sustentável.

### 2.2 VANTAGENS DA MANUTENÇÃO

Há inúmeros benefícios que a boa gestão da manutenção pode trazer a uma organização. SLACK et al cita alguns deles:

- **Maior segurança:** Instalações bem organizadas tem menor probabilidade de apresentar uma falha não previsível, trazendo menores riscos aos operadores;
- **Aumento da confiabilidade:** Os equipamentos falham menos, logo há uma maior disponibilidade desses e uma redução no tempo perdido em consertos e paradas;

- **Custos mais baixos:** Com o planejamento da manutenção, seja preditiva ou preventiva, aumentam a disponibilidade dos equipamentos, conseqüentemente, diminuem os custos com corretivas e paradas inesperadas;
- **Maior qualidade:** Equipamentos bem cuidados ajudam a garantir a melhor eficiência e qualidade do processo e dos produtos;
- **Maior vida útil:** Com a manutenção regular preventiva e preditiva, os equipamentos tendem a obter maior vida útil pois, os pequenos problemas de desgaste são reduzidos ao longo do tempo;
- **Maior valorização:** Instalações bem conservadas possuem maior valor no mercado.

Outra grande vantagem é no aumento da sustentabilidade, pois no contexto atual, a manutenção está interligada com a diminuição de resíduos e gases, já que quanto melhores e mais disponíveis as máquinas, as falhas serão menores e a maior será a eficiência energética.

### 2.3 HISTÓRICO DA MANUTENÇÃO

“Podemos não perceber, mas a manutenção, palavra derivada do Latim *manus tenere*, que significa manter o que se tem, está presente na história humana há eras, desde o momento em que começamos a manusear instrumentos de produção” VIANA (2002, p. 01).

Apesar de simples, a manutenção começou a ganhar foco a partir da Primeira Guerra mundial, em que era necessário reparar equipamentos com uma maior frequência devido ao aumento da produção na época. Contudo, eram realizadas apenas manutenções corretivas.

Após a Segunda Guerra Mundial, o termo manutenção começou a ser utilizado na indústria americana a partir de 1950, com o intuito de prevenir, corrigir ou renovar um equipamento. MONCHY (1989). No pós-guerra houve um brusco aumento na produção das indústrias, o que acarretou num enfoque maior para a diminuição de falhas, surgindo assim, a manutenção preventiva.

É possível perceber que história da manutenção tende a evoluir de acordo com o desenvolvimento técnico-industrial da humanidade. TAVARES (1999). E concordância com essa afirmação, KARDEC & NASCIF (2009) classificam a evolução da manutenção em 4 fases. São elas:

- 1ª Geração: Destaca-se o período antes da Segunda guerra mundial, quando a indústria ainda era pouco mecanizada e tinha equipamentos bem simples e superdimensionados. Nessa época, a produção não era prioridade, logo a manutenção era puramente corretiva.
- 2ª Geração: Ocorreu após a Segunda guerra mundial, entre os anos 50 e 70. Como consequência pós-guerra, houve aumento de produção das máquinas e das instalações industriais, portanto começa a surgir a necessidade de maior disponibilidade dos equipamentos. O custo da manutenção eleva-se e cria-se o conceito de planejamento e controle da manutenção.
- 3ª Geração: Surge na década de 70, em que a preocupação com os custos de manutenção e da qualidade dos produtos aumenta. Paradas na produção era um temor generalizado. Começa a utilização do sistema *Just-in-time* e há o crescimento da automação industrial, o que acarretou maiores exigências de qualidade e manutenção. Pois, as falhas provocam sérias consequências nos custos, na segurança e no meio ambiente. Com isso, reforça a utilização da manutenção preditiva e o conceito de confiabilidade tornou-se chave na engenharia de manutenção.
- 4ª Geração: Ocorre a partir dos anos 2000 e o principal desafio é reduzir drasticamente as falhas, para isso aumenta-se o uso de manutenção preditiva e da engenharia de manutenção. Os projetos são voltados a confiabilidade, manutenibilidade e custo do ciclo de vida. O resultado de bons projetos está diretamente associado a qualidade do produto final.

Uma questão crucial para o crescimento da manutenção foi a pressão cada vez maior das organizações na habilidade de criar, inovar e responder nesse setor, visto que as novas exigências do mercado tornaram visíveis as limitações dos sistemas de gestão (MOUBRAY, 1996).

A globalização e o aumento da tecnologia dos últimos anos fazem com que os produtos e serviços sejam cada vez mais confiáveis, de alta qualidade e eficazes. Dessa forma, a manutenção não é apenas vista como primordial, mas também como parte da estratégia da fábrica.

Hoje, um dos principais objetivos da gestão da manutenção é garantir e aumentar a disponibilidade dos equipamentos e sistemas, além de diminuir os custos e aumentar a qualidade, sendo que, tudo isso, deverá ser feito de forma segura e sustentável. MIRSHAWKA & OLMEDO (1993).

Na figura 1 é possível observar as principais diferenças nas perspectivas de cada uma das quatro fases da manutenção.

Figura 1 - Evolução da história da manutenção

Evolução da Manutenção				
	Primeira Geração	Segunda Geração	Terceira Geração	Quarta Geração
Ano				
	1940	1950	1960	1970
	1980	1990	2000	2010
Aumento das expectativas em relação a manutenção	Conserto após a falha	Disponibilidade crescente Maior Vida útil do equipamento	Maior Confiabilidade Maior disponibilidade Maior relação custo benefício Preservação do meio ambiente	Maior Confiabilidade Maior disponibilidade Preservação do meio ambiente Segurança Influir nos resultados do negócio Gerenciar ativos
Visão quanto a falha do equipamento	Todos os equipamentos de desgastam com a idade, por isso, falham	Todos os equipamentos se comportam de acordo com a curva da banheira	Existência de 6 padrões de falhas (Nowlan & Heap e Moubray)	Reduzir drasticamente falhas prematuras dos padrões A e F.
Mudanças nas técnicas de manutenção	Habilidades voltadas para o reparo	Planejamento Manual da manutenção  Computadores Grandes e lentos Manutenção preventiva (por tempo)	Monitoramento da condição  Manutenção Preditiva  Análise de risco Computadores pequenos e rápidos Softwares Potentes Grupos de trabalhos multidisciplinares  Contratação por mão de obra e serviços	Aumento da manutenção preditiva e monitoramento da condição Minimização das manutenções preventivas e corretivas não planejadas  Análise de falhas Técnicas de confiabilidade Manutenibilidade  Engenharia de manutenção Projetos voltados para a confiabilidade, manutenibilidade e custo do ciclo de vida Contratação por resultados

Fonte: Adaptado de KARDEC & NASCIF (2009)

## 2.4 TIPOS DE MANUTENÇÃO

Existem diversas formas de classificar a manutenção, então, a descrição deste trabalho será objetiva, focando nas principais práticas básicas da manutenção listadas pela maioria dos autores atuais.

### 2.4.1 Manutenção Corretiva Não Planejada

É a manutenção emergencial, ou seja, não programada. Em geral, não há tempo para planejar o serviço. “Significa deixar as instalações continuarem a operar até que quebrem. O trabalho de manutenção é realizado somente após a quebra do equipamento ter ocorrido [...]”. SLACK et al. (2002, p. 625)

A consequência do não planejamento dessa manutenção, são os altos custos implicados a ela, já que com frequência acarreta perdas de produção, de qualidade, de material, além dos custos indiretos ligados a ela. Outro problema são as quebras aleatórias não analisadas que podem ser recorrentes e graves para o equipamento, ou seja, os danos podem ser bem maiores. KARDEC & NASCIF (2009).

Atualmente, Indústrias com padrão de classe mundial visam zero falhas, ou seja, não deve haver manutenção corretiva não planejada, pois isso admitiria a ocorrência de falhas aleatórias o que indicaria falha no planejamento da manutenção.

### 2.4.2 Manutenção Corretiva Planejada

De acordo com OTANI & MACHADO (2008, p. 4), a manutenção corretiva planejada “é a correção que se faz em função de um acompanhamento preditivo, detectivo, ou até mesmo pela decisão gerencial de se operar até ocorrer à falha”. Como é uma manutenção planejada, a tendência é ser mais rápida, barata e segura.

Nesse caso, deve-se optar pela corretiva planejada, quando os custos da indisponibilidade do material ou equipamento são menores do que os custos necessários para evitar que ele falhe. Em geral, isso acontece com equipamentos que não estão diretamente ligados ao processo produtivo.

### 2.4.3 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva como o próprio nome sugere tem o objetivo de prever as falhas com antecedência, logo, as ações são realizadas de tempos em tempos nos equipamentos, de acordo com critérios já analisados no planejamento.

“É uma intervenção de manutenção prevista, preparada e programada antes da data provável do aparecimento da falha”. MONCHY (1989, p.39)

Como consequência, “a frequência da ocorrência de falhas diminui, a disponibilidade dos equipamentos aumenta e diminuem as interrupções inesperadas da produção”. XENOS (1988, p.24).

Em outras palavras, para realizar a manutenção preventiva, é necessário um plano de ação para os equipamentos com o objetivo de prevenir a quebra. Essa prevenção é realizada periodicamente e vai depender da recomendação para cada material, sistema, ou componente da máquina.

As intervenções são na maior parte das vezes, baseadas em estatística e recomendações do fabricante do equipamento sendo que o método mais utilizado é o de análise de tempo médio para a falha. (ALMEIDA, 2000). Porém, isso pode vir a ser um problema com o tempo, já que as estatísticas, em geral, não são baseadas nas variáveis da fábrica. Logo, é preciso estudar a planta e analisar se a preventiva é a melhor opção.

### 2.4.4 Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva permite detectar quando a peça ou equipamento estão próximos de falharem. Ela monitora as condições dos equipamentos e seus principais parâmetros de operação. BRANCO FILHO (2008). De acordo com KARDEC & NASCIF (2009, p. 44):

“O objetivo da manutenção preditiva é prevenir falhas nos equipamentos e sistemas através de acompanhamentos de parâmetros diversos, permitindo a operação contínua do equipamento pelo maior tempo possível. Na realidade, o termo associado à manutenção preditiva é o de prever as condições dos equipamentos. Ou seja, a manutenção preditiva privilegia a disponibilidade à medida que não promove a intervenção nos equipamentos ou sistemas, pois as medições são efetuadas com o equipamento produzindo. Quando o grau

de degradação se aproxima, ou atinge o limite previamente estabelecido, é tomada a decisão de intervenção.”

Para garantir a eficiência da manutenção preditiva, é preciso detectar o mais cedo e rápido possível as indicações de falhas, ou variações de parâmetros. Para isso, o uso de equipamentos tecnológicos faz-se necessário. Alguns exemplos de análises preditivas são: Análise de vibrações, termografia, análise de óleo, ultrassom, entre outras.

Uma das principais diferenças entre a manutenção preditiva e preventiva é que a preditiva avalia frequentemente o equipamento em condições reais, por meio de testes, assim, é possível utilizar o equipamento até ele apresentar riscos de falhas, enquanto na preventiva, a análise é feita através de estatísticas de tempo médio de falha. Logo, a preditiva garante maior disponibilidade do material.

Como a manutenção preditiva envolve muita tecnologia, laboratórios, equipamentos de medição e técnicos capacitados, o custo é alto, porém é recompensando por todos os seus benefícios e resultados, sendo uma das que apresentam melhor retorno de disponibilidade. MARCORIN & LIMA (2003).

#### 2.4.5 Manutenção Detectiva

A manutenção detectiva surgiu a partir dos anos 90 e seu principal objetivo é encontrar falhas ocultas dos sistemas, sendo que para isso, é necessário técnicos capacitados e equipamentos com sistemas de aquisição de dados. “Um exemplo simples é o botão de teste de lâmpadas de sinalização e alarme de painéis” KARDEC & NASCIF (2009, p. 47).

Assim, a manutenção detectiva é de extrema importância em indústrias que possuem processos críticos que não suportam falhas.

#### 2.4.6 Engenharia de Manutenção

A engenharia de manutenção é considerada como uma quebra de paradigma e requer técnicas modernas para sua eficácia. O foco principal é a causa



raiz do problema, ou seja, faz-se necessário um estudo para eliminar a causa do problema, ao invés de só repará-lo.

“Praticar a engenharia de manutenção significa uma mudança cultural, significa perseguir *benchmarks*, aplicar técnicas modernas, estar nivelado com a manutenção de primeiro mundo” KARDEC & NASCIF (2009, p. 50).

O objetivo é melhorar a confiabilidade, a disponibilidade, a capacidade de operação do equipamento e a segurança do equipamento. Além disso, é necessário melhorar a gestão de pessoas, analisar falhas, estudar melhorias, utilizar indicadores, atualizar tecnologias, entre outros. (KARDEC & NASCIF, 2009; MIRSHAWHA & OLMEDO, 1993).

Segundo LIMA (2000), essa manutenção é indicada quando:

- O material possui vida útil curta, propensa a constantes falhas e alto custo de manutenção;
- O tempo de reparo é longo;
- A dispersão do tempo médio entre as falhas é muito grande e de difícil inspeção.

## 2.5 CONFIABILIDADE

“A confiabilidade é a capacidade de um item desempenhar uma função requerida, sob condições específicas, por um intervalo de tempo estabelecido.” NBR 5462- item 2.2.6.4. Em concordância, XENOS (1998), afirma que “confiabilidade é a probabilidade de uma máquina desempenhar satisfatoriamente a sua função, durante um intervalo de tempo especificado sob certas condições predeterminadas”.

“Por ser uma probabilidade, a confiabilidade é uma medida numérica que varia entre 0 e 100%. Praticamente, considera-se que a confiabilidade é a probabilidade estatística de não ocorrer falha”. KARDEC & NASCIF (2009, p. 107).

### 2.5.1 Manutenção centrada na confiabilidade (RCM ou MCC)

A manutenção centrada na confiabilidade surgiu no final dos anos 60, a partir de uma análise da manutenção no transporte aéreo, desde então vem sendo muito utilizada na aeronáutica, indústria de petróleo e usinas nucleares.

“A MCC pode ser definida como um programa que reúne várias técnicas de engenharia para assegurar que os equipamentos de uma planta fabril continuarão realizando as funções especificadas. Devido a sua abordagem racional e sistemática, os programas de MCC têm sido reconhecidos como a forma mais eficiente de tratar as questões de manutenção”. FOGLIATTO & RIBEIRO (2009).

Basicamente, a MCC estuda a confiabilidade de cada sistema ou equipamento, calculando a probabilidade de possuírem um bom desempenho em suas funções. “Um bom estudo de confiabilidade pode dar ao sistema maior racionalidade na aplicação dos recursos destinados à manutenção e melhor controle do estoque de peças, das ordens de serviço e das paradas programadas” MARCORIN & LIMA (2003).

“O RCM vem auxiliar na otimização do nível de disponibilidade de máquinas e dos custos, na medida em que permite reduzir de 40% a 70% as intervenções periódicas” MOUBRAY (2000).

Segundo KARDEC & NASCIF (2009, p. 141) existem sete questões básicas que devem ser analisadas na MCC, são elas:

1. Quais são as funções e os padrões de desempenho do item no seu contexto operacional atual?
2. De que forma ele falha em cumprir suas funções?
3. O que causa cada falha operacional?
4. O que acontece quando ocorre cada falha?
5. De que forma cada falha tem importância?
6. O que pode ser feito para prevenir cada falha?
7. O que deve ser feito, se não for encontrada uma tarefa preventiva apropriada?

De acordo com as respostas dessas perguntas, será possível a MCC programar a manutenção de forma adequada com a confiabilidade do equipamento. (KRONER, 1999) definiu sete passos para utilizar a metodologia do MCC, são eles:

1. Selecionar o equipamento ou área do processo produtivo que será aplicado adequadamente ao MCC;
2. Estabelecer os parâmetros e as funções de desempenho desejados
3. Determinar as falhas funcionais:  
Falha funcional é a incapacidade de qualquer ativo de cumprir sua função;
4. Explorar a causa e o modo de falha, seus efeitos e consequências:  
Normalmente utiliza-se a ferramenta FMEA - Análise do módulo de falha e seus efeitos;
5. Definir o tipo de manutenção: Preventiva, Preditiva, Detectiva;
6. Formular e implementar o plano de manutenção;
7. Melhoria contínua: É conhecida como kaizen e deve ser um dos focos principais das organizações.

“A implantação de qualquer processo nas organizações deve ser apoiada pela alta gerência, de modo que haja comprometimento e sejam aportados os recursos necessários”. KARDEC & NASCIF (2009, p. 151).

## 2.6 INDICADORES DE MANUTENÇÃO

Os indicadores de manutenção apresentam os dados dos processos e equipamentos que são necessários controlar. Isso permite a avaliação dos setores e a busca por melhorias e qualidade. Hoje, empresas que visam o padrão classe mundial utilizam muito os indicadores, pois toda a base de desempenho da fábrica está presente neles.

Para monitorar os equipamentos ou sistemas, é necessário realizar um planejamento que deve incluir 3 itens: SIQUEIRA (2005)

- Programar: São basicamente, as ações necessárias para criar o plano de manutenção com qualidade;

- Executar: São as ações efetivas, prontas para execução, que foram criadas na etapa de programação;
- Avaliar: É o processo de análise dos resultados, comparando-os com os objetivos que foram pré-estabelecidos.

Feito isso, é possível classificar alguns indicadores que monitoram esse planejamento de acordo com o gerenciamento da manutenção. São eles:

### 2.6.1 Distribuição da atividade por tipo da manutenção

A manutenção nesse caso pode ser dividida em corretiva, preventiva, preditiva, detectiva e engenharia de manutenção. De acordo com XAVIER:

“Em países de primeiro mundo, considera-se que a manutenção corretiva não planejada deve ficar restrita a, no máximo, 20% enquanto os percentuais de preditiva, detectiva e engenharia de manutenção crescem. De um modo geral, tanto no Brasil quando nos Estados Unidos a manutenção preventiva oscila entre 30 e 40% na média. Evidentemente o tipo de instalação ou equipamento pode determinar variações para mais ou menos nesses valores.”

A partir desse indicador, é possível listar vários outros que contribuem nessa mesma análise, como: (XAVIER; ZEN,2008)

- **Paradas não previstas (PNP):** São paradas que ocorrem por falhas não previstas. É um indicador extremamente importante, pois mostra o quão eficaz está sendo as preditivas e preventivas no equipamento. Ele pode ser calculado através da equação 1:

$$PNP = \frac{\textit{Quantidade de horas paradas por falhas não previstas}}{\textit{Total de horas trabalhadas}} \quad (1)$$

Quanto maior for esse indicador, pior é o acerto das manutenções preditivas e preventivas;

- **Total de homem hora gastos em manutenções de emergências (HH):** Indica quanto tempo de trabalho de mantenedores foram gastos

em paradas de emergência. Quanto menor esse indicador, maior é a confiabilidade dos equipamentos;

- **Total de horas paradas em Manutenção Preventiva:**

Mostra o quanto a manutenção preventiva interfere nas horas paradas do equipamento e nas perdas de produção. O cálculo pode ser feito pela equação 2:

$$PIP = \frac{\text{Total de horas paradas por intervenções de preventiva}}{\text{Total de horas paradas}} \quad (2)$$

- **Cumprimento dos planos de manutenção:**

Indica a porcentagem de cumprimento dos planos de manutenção preventiva e preditiva, o ideal é que seja 100%.

## 2.6.2 Estoque dos materiais

Um almoxarifado bem organizado pode facilitar muito o trabalho da manutenção e diminuir o tempo de procura de material. Alguns indicadores de estoque são:

### 2.6.2.1 Itens inativos:

Materiais que não estão tendo rotatividade e estão parados no almoxarifado. Deve-se avaliar os mesmos e se possível retirá-los do estoque.

### 2.6.2.2 Falta de material:

O quanto de material está faltando para realizar as ações planejadas.

### 2.6.3 Tempo médio entre as falhas MTBF

O MTBF (*Mean Time Between Failure*) / TMEF indica o tempo médio entre uma ocorrência de falha e outra, mostra também o tempo de funcionamento da máquina em relação as necessidades da produção, conforme a equação 3.

$$MTBF = \frac{\text{Total de horas de máquina rodando em bom funcionamento}}{\text{Número de intervalos de máquina parada}} \quad (3)$$

### 2.6.4 Tempo médio para reparo MTTR

O MTTR (*Mean Time To Repair*) / TMPR indica o tempo que a manutenção levou para consertar a máquina e torná-la disponível novamente. Calcula-se conforme a equação 4.

$$MTTR = \frac{\text{Total de horas de reparo}}{\text{Número de intervenções na máquina}} \quad (4)$$

### 2.6.5 Disponibilidade

Mostra o quanto a máquina ficou disponível para executar suas funções de forma segura, é calculado pela equação 5.

$$\text{Disponibilidade} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100\% \quad (5)$$

### 2.6.6 Manutenibilidade ou Mantenibilidade

É a probabilidade de que um material ou equipamento possa ser reestabelecido nas suas funções operacionais, em um período planejado, quando a manutenção é realizada em condições determinadas, e é efetuada com os meios e procedimentos estabelecidos (ZEN,2008).

### 2.6.7 Falhas Repetidas

É a quantidade de falhas que estão se repetindo no decorrer do planejamento da manutenção. Geralmente é aplicado em equipamentos críticos da fábrica, ou seja, que sua parada afeta todo o processo. É calculado conforme a equação 6.

$$Falhas\ Repetidas = \frac{Número\ de\ falhas\ repetidas}{Total\ de\ falhas\ no\ equipamento} \times 100\% \quad (6)$$

### 2.6.8 Custos

Os indicadores de custos podem ser divididos em 3 tipos, são eles:

#### 2.6.8.1 Custos de mão de obra

É a relação entre o custo total da mão de obra utilizada e o custo total da manutenção.

#### 2.6.8.2 Custos de material

É a relação entre o custo total dos materiais utilizados durante os reparos e o custo total da manutenção.

#### 2.6.8.3 Custo de serviço de terceiros

É a relação entre todo o valor gasto em contratações de terceiros para as atividades de manutenção e o custo total da manutenção.

## 2.7 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

### 2.7.1 Histórico e Evolução

A manutenção produtiva total, mais conhecida como TPM, surgiu no Japão, em 1961, por meio da empresa Nippondenso Co., Ltd, que na época era fabricante de peças automotivas. O novo sistema foi criado para lidar com o progresso da automação, sendo o objetivo principal a participação de todos. A empresa chegou até a receber um prêmio por excelência em Manutenção produtiva (PM- *Productive Maintenance*). SHIROSE (1996).

No início o TPM era muito limitado aos setores que lidavam diretamente com os equipamentos, com o tempo a metodologia foi incorporando outros setores e hoje é implantada praticamente na organização inteira.

De acordo com KARDEC & NASCIF (2009), a evolução desse processo pode ser caracterizada da seguinte forma:

- 1950- Manutenção Preventiva: Focava no conceito de fazer intervenções para prevenir falhas e aumentar a vida útil dos equipamentos;
- 1957- Manutenção com melhorias: Teve o intuito de tornar mais fácil algumas atividades em máquinas, como as preventivas e de aumentar a confiabilidade do equipamento;
- 1960- Prevenção de manutenção: Iniciou-se a quebra de paradigma, em que o objetivo era de os equipamentos não possuírem mais a necessidade de manutenção. Um exemplo foi a lubrificação permanente em articulações automobilísticas, em que até 1970, os carros possuíam bicos para realizar a lubrificação regularmente. A grande mudança é a de eliminar a necessidade da intervenção.
- 1970- TPM: Nessa época, as pressões de mercado aumentaram, consequentemente, houve também uma maior competitividade entre as



indústrias, todas buscando sobreviver. Assim, muitas se obrigaram a implantar melhorias, como reduzir as quebras e paradas de máquina através de manutenção, eliminar desperdícios, aumentar a qualidade dos produtos, alterar o modo de trabalho, contratar pessoas mais bem capacitadas, aumentar a disponibilidade dos equipamentos, entre outras.

### 2.7.2 Objetivos do TPM (Manutenção Produtiva Total)

O TPM surgiu para contribuir no sistema de produção e na diminuição das falhas e perdas de produção e objetiva o sucesso da organização através da maior qualificação das pessoas e de melhores equipamentos. JIPM, (2008); KARDEC & NASCIF (2009). Para isso, o TPM deve ser mais que uma ferramenta de manutenção, deve ser também uma filosofia de trabalho da organização. FLEMING & FRANÇA (1997).

Em termos técnicos a JIPM-S, define a manutenção produtiva total como:

“É uma forma de gerenciamento que busca a eliminação contínua das perdas, obtendo a evolução permanente da estrutura pelo constante aperfeiçoamento das pessoas, dos meios de produção e da qualidade dos produtos e serviços. Portanto, o melhor significado para TPM passa a ser Total Productive Maintenance, Total Productive Manufacturing, ou ainda Total Productive Management”. (JIPM-S, 2005).

Um dos principais objetivos do TPM é a zero quebra, em que as máquinas devem ser projetadas objetivando ter zero números de falhas durante a sua operação. Sendo assim, grande parte do planejamento do TPM são de projetos de melhorias nos equipamentos para que a quebra zero seja garantida.

De acordo com KARDEC & NASCIF (2009), alguns pontos fundamentais para garantir a quebra zero são:

- Assegurar que haja condições básicas de operação nos equipamentos, como a limpeza, lubrificação e organização;
- Garantir que os equipamentos estão funcionando dentro das suas limitações de uso;

- Reestabelecer as condições dos equipamentos velhos para evitar quebras;
- Eliminar as possíveis causas de envelhecimentos dos equipamentos e materiais;
- Corrigir os pontos de deficiência dos projetos;
- Capacitar os colaboradores, de forma que esses consigam identificar, analisar e executar convenientemente.

O JIPM (Instituto Japonês de Manutenção de Planta) é o instituto responsável hoje por premiar as melhores organizações com práticas de TPM avançadas e eficazes. De acordo com ele, os principais objetivos da manutenção Produtiva Total são:

- Potencializar a eficiência da produção;
- Garantir o engajamento de todos os setores da fábrica na implantação do TPM, inclusive o setor administrativo, de vendas e Marketing;
- Implantar pequenos grupos tarefas para realizar a melhoria contínua;
- Reduzir / Eliminar todos os tipos de falhas e perdas de forma sustentável e segura, garantindo a meta de zero acidentes em todo o processo de produção;
- Garantir o envolvimento de todos os funcionários da fábrica na implantação do TPM, desde a gerência até a produção.

### 2.7.3 Pilares do TPM

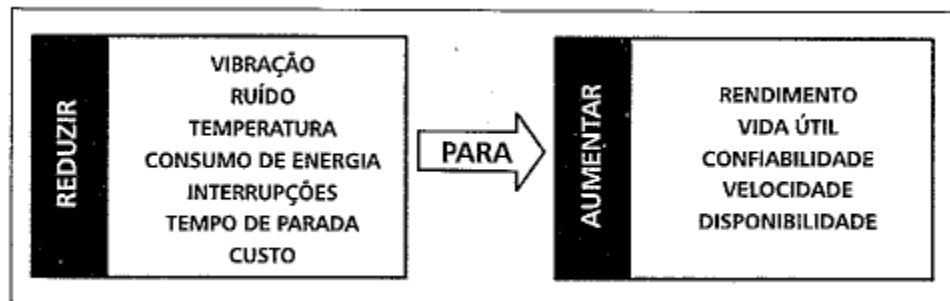
A implantação do TPM envolve todos os setores da fábrica e deve haver uma mudança cultural dentro da organização. Cada funcionário deve contribuir conforme a sua capacidade e assim, com o trabalho em equipe, garantir o sucesso da implementação.

Apesar de cada organização possuir cultura e métodos de gestão própria, o TPM possui 8 pilares que descrevem a sua filosofia, com o intuito de facilitar a mudança de filosofia na fábrica. Abaixo estão descritos os pilares de acordo com KARDEC & NASCIF (2009); JIPM:

- **Melhoria Focada**

O objetivo desse pilar, como o próprio nome diz, é de ter foco em melhorias, sendo que para isso é necessário reduzir as falhas e melhorar a disponibilidade dos equipamentos. Como exemplo KARDEC & NASCIF (2009) mostra na figura 02, o que é possível reduzir e melhorar de forma comparativa.

Figura 2 - Melhoria focada



Fonte: KARDEC & NASCIF (2009)

- **Manutenção Autônoma**

Os operadores são capacitados para realizar manutenções nas máquinas, de forma a garantir uma alta produtividade. O principal objetivo desse pilar é garantir que os operadores saibam cuidar e monitorar seu equipamento, além de estimular o trabalho em equipe entre os operadores. Na Figura 3 abaixo, TAVARES (1999) relaciona algumas atividades de manutenção autônoma a cada etapa de implantação.

- **Manutenção Planejada**

Esse é o pilar responsável por todo o planejamento da manutenção e consiste em ter planejadores e mantenedores com amplo conhecimento dos equipamentos. O objetivo principal é garantir a zero quebra e aumentar a eficiência e disponibilidade dos equipamentos.

Figura 3 - Implantação da Manutenção Autônoma

Etapa	Atividade	Conteúdo
1	Limpeza inicial	Limpeza, inspeção, lubrificação e aperto das partes dos equipamentos, identificando e corrigindo as anomalias
2	Eliminação das fontes de inconveniências e locais de difícil acesso	Eliminação das fontes de contaminação, melhoria na posição de elementos do equipamento à inspecionar, mudanças de altura e fixação de proteções.
3	Elaboração de padrões de lubrificação e inspeção	Implementação de ações e procedimentos que permitam a inspeção, lubrificação e aperto de forma rápida e eficaz e nas frequências pré-estabelecidas.
4	Inspeção geral	Elaboração de manuais simples e eficazes para inspeção e reparos. Identificar e eliminar as causas das inconveniências
5	Inspeção voluntária	Elaboração de listas de verificação dos equipamentos para execução do autocontrole.
6	Organização e ordem	Padronização de atividades de inspeção, de lubrificação, de manutenção de ferramentas e moldes além da padronização dos registros de dados.
7	Consolidação da manutenção autônoma	Melhoria contínua do nível de excelência do autocontrole dos equipamentos, atrelada ao gerenciamento dos objetivos e metas da organização

Fonte: TAVARES (1999)

- **Educação e Treinamento**

Esse pilar é responsável por capacitar os funcionários, sejam eles operadores, técnicos, gestores e tem o objetivo de reduzir a falha humana. A capacitação é realizada através de cursos, treinamentos, palestras, entre outras. A gestão desse pilar é muito importante, pois envolve o fator humano, então deve-se focar no desenvolvimento de trabalho em equipe e na boa liderança.

- **Controle inicial:**

Consistem em um sistema de gerenciamento de projetos e equipamentos para a boa comunicação sobre a implantação de novos projetos baseado no estudo e análise do histórico de equipamentos existentes. Além disso, deve-se eliminar

falhas ainda no início e implantar sistemas de monitoramento para garantir a confiabilidade dos novos equipamentos.

- **Manutenção da Qualidade:**

Esse pilar deve trabalhar junto com a manutenção para ambos atingirem objetivos em comum, como o da quebra zero e zero defeito. Além disso, quanto maior a disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, melhor será a qualidade do processo e dos produtos.

- **TPM Office:**

Consiste em estabelecer o sistema de TPM em todas os setores da fábrica. O foco é otimizar toda a organização, como por exemplo, eliminar desperdícios no setor administrativo, garantindo confiabilidade e qualidade.

- **Segurança, Saúde e Meio Ambiente:**

Esse pilar foca nas questões de segurança e meio ambiente, objetivando os zero acidentes ambientais e do trabalho.

## 2.8 IMPLEMENTAÇÃO DO TPM

A implementação do TPM consiste em várias etapas e geralmente é realizada através de 12 passos que estão descritos na figura 4 abaixo:

**Figura 4 - Etapas de implementação do TPM**

<b>Fases</b>	<b>Etapas</b>	<b>Conteúdo</b>
<b>Preparação</b>	1 – Declaração oficial da decisão da Diretoria pela implementação do TPM.	* Uso de todos os meios de comunicação disponíveis.
	2 – Educação, treinamento e divulgação do início da implementação.	* Seminários para gerência média/alta.  * Vídeos para os operadores.
	3 – Estruturação das equipes de multiplicação e implementação.	* Identificação das lideranças e montagem dos comitês.
	4 – Estabelecimento da política básica e metas do TPM.	* Identificação das grandes perdas e definição dos índices relativos ao PQCDM.
	5 – Elaboração do plano diretor para implementação do TPM.	* Detalhamento do plano.
<b>Introdução</b>	6 – Lançamento do projeto empresarial TPM.	* Convite a fornecedores, clientes e empresas afiliadas.
<b>Implantação</b>	7 – Sistematização para melhoria do rendimento operacional.	* Incorporação das melhorias específicas;  * Condução da manutenção preventiva e autônoma;  * Educação e treinamento em cascata de todos os envolvidos com a implementação com foco na autonomia da equipe;
	8 – Gestão antecipada.	* Prevenção da manutenção com o controle da fase inicial dos equipamentos e do custo do ciclo de vida. Prevenir perdas crônicas.
	9 – Manutenção da Qualidade	* Foco nas falhas freqüentes e ocultas e nos processos que afetem a qualidade do produto e das entregas.
	10 – Melhoria dos processos administrativos.	* TPM de escritórios, revisão das rotinas administrativas com base na eliminação de perdas.
	11 – Segurança, Saúde e Meio ambiente.	* Ações e recuperação e prevenção de riscos a saúde e segurança dos operários e do meio ambiente.
<b>Consolidação</b>	12 – Aplicação total do TPM.	* Obtenção de resultados que demonstrem o alcance e a manutenção da excelência em TPM.  * Candidatura ao Prêmio de excelência do JIPM.

Fonte: NETO (2008) apud TAVARES (1999)

## 2.9 MANUFATURA DE CLASSE MUNDIAL (WCM)

A manufatura de classe mundial, mais conhecida como WCM é um sistema de gestão que apresenta várias técnicas e ferramentas visando a redução de custos e melhoria contínua das principais áreas de uma fábrica, tais como logística, qualidade, manutenção e produtividade. O conceito foi introduzido por Dr. Hajime Yamashina, o qual se baseou no sistema Toyota de produção.

Basicamente, o WCM traz os conceitos de várias outras metodologias, como:

- TPM – Manutenção produtiva total, baseiam-se os pilares de manutenção planejada, manutenção autônoma, qualidade, segurança, cultura, educação e treinamento;
- TQC – Controle da qualidade total, visa garantir que as ferramentas da qualidade sejam utilizadas pelos profissionais para melhor eficiência do processo. As principais ferramentas são, diagrama de Pareto, diagrama de causa e efeito, fluxogramas, histogramas e gráficos de controle;
- TIE – Engenharia industrial total, objetiva a melhoria contínua da fábrica utilizando ferramentas de análise para os processos;
- JIT – *Just in time*, em que se administra a produção visando reduzir os estoques e os custos decorrentes, além disso controla a logística.
- *Lean Manufacturing* – Manufatura enxuta, focada em evitar desperdícios, garantir a qualidade e a melhoria contínua da fábrica. Utiliza-se ferramentas como *Kaizem*, *Kanban* e *Poka-Yoke*.

O WCM é introduzido com dez pilares técnicos e dez pilares gerenciais, sendo que cada pilar técnico é formado por passos que são basicamente, caminhos que a empresa deve seguir para a melhoria contínua e padrão classe mundial. Os dez pilares técnicos são:

- Segurança;
- Manutenção autônoma;
- Manutenção planejada;
- Controle de qualidade;

- Melhoria focada;
- Logística e atendimento ao consumidor;
- Desenvolvimento de pessoas;
- Meio ambiente;
- Gestão preventiva de equipamentos e de novos produtos;
- Desdobramentos de custos.

Já os pilares gerenciais visam o comprometimento da direção da empresa em gerir o WCM, empregando suas ferramentas e garantido os recursos para os pilares técnicos. Os dez pilares gerenciais são:

- Compromisso da organização;
- Compromisso da direção;
- Competência da organização;
- Clareza dos objetivos;
- Pessoas qualificadas devidamente alocadas;
- Rota do WCM;
- Nível de detalhe;
- Nível de expansão;
- Motivação dos funcionários;
- Tempo e Budget.

Para a empresa alcançar o padrão de classe mundial, o WCM deve ser implantado de forma apropriada em toda a fábrica, pois ele influencia todo o processo de produção, de logística, de meio ambiente e de gestão. Além disso, deve-se ter auditorias internas e externas para garantir o nível de qualidade da implantação e verificar os indicadores de desempenho da fábrica.



### 3 METODOLOGIA

Para uma melhor investigação deste trabalho, observou-se que ele é caracterizado como uma pesquisa aplicada de forma exploratória já que envolve um estudo de caso com levantamento bibliográfico, métodos, critérios, observação e análises de dados.

O estudo de caso envolve uma dedicação minuciosa ao estudo de um ou mais objetos de maneira a aprofundar o seu conhecimento. PRODANOV & FREITAS (2013) apud YIN (2001). Sua abordagem pode ser de forma qualitativa ou quantitativa com uma metodologia aplicada.

Na pesquisa qualitativa, o pesquisador é o sujeito e o objeto da pesquisa, sendo que seu conhecimento é limitado e o desenvolvimento da pesquisa, inesperado. O intuito da amostra é levantar o maior número de informações possíveis. GERHARDT & SILVEIRA (2009) apud DESLAURIERS (1991). Logo, a abordagem da pesquisa desse projeto é qualitativa pois, trata-se de um estudo sobre a implantação de sistema de manutenção corretiva planejada em uma empresa no setor industrial.

#### 3.1 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

O primeiro passo desse trabalho foi realizar um estudo bibliográfico, pois assim, foi possível identificar os principais conceitos teóricos do tema de manutenção e então, ter uma base para iniciar o planejamento e controle da manutenção.

Conseguiu-se listar os principais objetivos e a justificativa desse trabalho. Com isso, definiu-se o tipo de pesquisa e o principal instrumento a ser utilizado para coleta de dados que é por meio de fonte de dados de arquivos, como por exemplo, as planilhas do programa Excel, pois o planejamento da manutenção é inteiro programado nesse Software.

Além disso, utilizou-se o sistema SAP que é fundamental para o processo, já que a partir dele é possível obter vários dados e importá-los para planilhas para serem analisados e programados. Ele possui dados de todos os processos da fábrica.

Outra forma de coletar dados é por meio da observação do processo, já que assim, é possível ter contato real com as máquinas, operadores e mantenedores. Com esse contato, pode-se fazer questionamentos não estruturados, aprender sobre o processo, discutir sobre o maquinário e levantar ideias de melhoria.

A técnica principal utilizada para este trabalho foi a de estudo de caso, que tem característica de uma pesquisa da qual o objeto é uma unidade que se analisa profundamente. Tem o intuito de obter um detalhamento do ambiente, de um sistema, uma empresa ou uma situação. O estudo de caso vem se tornando muito utilizado por pesquisadores que desejam responder perguntas de “como”, e “porque” certos sintomas ocorrem. GODOY (1995).

Essa técnica foi escolhida, pois um dos objetivos desse trabalho é implantar e analisar um sistema de planejamento e controle da manutenção, sendo assim, possível responder perguntas cruciais para a vida útil do maquinário, tais como:

- Por que a máquina parou?
- Quanto tempo levará para ser consertada?
- É possível prevenir essa falha? Como e quando?
- Qual o tempo médio entre falhas?
- O equipamento ou o sistema analisado encontra-se dentro do planejamento de manutenção preventiva, ou preditiva?

Logo, o estudo de caso encaixa-se perfeitamente para esse projeto, já que deseja-se um detalhamento do sistema de manutenção da empresa em análise. Para realizar esse estudo, utilizou-se fontes primárias (por exemplo, o questionário acima) e secundárias (a bibliografia desse trabalho).

A coleta de dados teve seu início em março de 2017 e terá seu término em dezembro do mesmo ano. Para a sua análise, utilizou-se como principal referência bibliográfica KARDEC & NASCIF (2009).

A delimitação do trabalho consiste em uma planta industrial na cidade de Ponta Grossa, PR, Brasil sendo que o setor explorado é o da manutenção e os dados analisados são coletados de planilhas. Além disso, todos os dados relatados têm como base de sua análise o TPM. Os dados obtidos nessa pesquisa, não se aplicam a outras empresas, sejam do mesmo setor, ou não.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 PLANEJAMENTO SEMANAL DE AÇÕES CORRETIVAS PLANEJADAS

A programação de ações corretivas não era realizada no setor analisado, ou seja, ao observarem oportunidades de máquina parada, os mantenedores deveriam lembrar quais eram as ações pendentes para realizar na máquina. Portanto, as ações dependiam da memória dos colaboradores para serem realizadas.

Com o objetivo de aumentar a confiabilidade das máquinas e o intuito de quebra zero do pilar de manutenção planejada do TPM, conforme descrito no capítulo 2, foi elaborado o planejamento semanal de ações corretivas planejadas. O planejamento tem como finalidade programar ações para aumentar a disponibilidade das máquinas analisadas.

Com a implantação do planejamento semanal de ações corretivas, foi possível identificar exatamente quais ações estavam pendentes, e quais as prioridades, facilitando então, a organização e execução das ações em oportunidades de máquina parada. Portanto, esse capítulo mostrará os métodos e programas utilizados para a realização e execução do planejamento.

Para realizar o planejamento, seguiu-se 5 passos, são eles: coleta dados, reestabelecer o sistema SAP, programar os dados no SAP, programar ações na planilha do Excel, repassar as atividades para os mantenedores.

#### 4.1.1 Coleta de dados

A coleta de dados consiste em buscar todas as informações possíveis referente as ações de manutenção pendentes. Essas informações podem ser provenientes de análises de inspeção da máquina, de reuniões diárias, de relatórios de análises de óleos e vibrações, de análises de quebras, de preventivas, de notas, entre outras.

As ações coletadas, conforme a metodologia descrita no capítulo 3, devem conter basicamente as seguintes informações:

- Descrição detalhada da atividade a ser realizada;

- Qual a máquina e subsistema de máquina onde a ação será realizada;
- Quem será o responsável por realizar a atividade de manutenção;
- Quanto tempo levará para a atividade ser finalizada;
- Definir como a ação pode ser realizada, com a máquina parada ou com a máquina em atividade, caso seja parada, deve-se definir o tipo de parada;
- Qual a prioridade da ação a ser realizada;
- Quais os materiais necessários para a ação ser realizada.

Para facilitar a coleta de dados foi projetado um modelo de caderno para anotação de ações diárias para área, o qual era preenchido todos os dias nas reuniões diárias de manutenção. Além disso, é muito importante comunicar-se com os mantenedores para entender quais são as atividades que eles sabem que estão pendentes, mas não estão registradas no sistema.

#### 4.1.2 Reestabelecer o sistema SAP

Antes de inserir novas ações no sistema SAP foi necessário organizar, limpar e arrumar o sistema, pois existiam dados antigos que dificultavam a confiabilidade dos novos dados, portanto foi necessário deletar ações antigas que não iriam ser realizadas e confirmar as ações já realizadas, mas que ainda estavam com status de pendentes no sistema.

Para fazer isso, também foi necessário fazer um acompanhamento com toda a equipe visando obter clareza quanto as inconsistências de dados antigos. Pois, todas as ordens de manutenção, de serviço e de requisição de compras que já foram concluídas, deveriam ser confirmadas e finalizadas.

As ordens de manutenção antigas que ainda iriam ser realizadas foram conferidas quanto o seu detalhamento e caso estivessem faltando alguma informação, essa foi editada e incluída no sistema.

Com isso, foi possível construir uma nova base de dados confiável para o sistema e para o planejamento semanal.

### 4.1.3 Programar os dados no sistema SAP

Após o reestabelecimento de dados confiáveis no SAP, deve-se programar os novos dados na base do sistema, ou seja, as novas ordens de manutenção. Para isso, é necessário utilizar os dados encontrados na primeira etapa e saber o procedimento de criar ordem no SAP.

#### 4.1.3.1 Criar Ordem de manutenção

O primeiro passo para criar uma ordem de manutenção é definir qual tipo de ordem ela é, sendo que são divididas em 8 classificações:

- PM01- Ordem originada de uma quebra de máquina;
- PM02- Ordem originada para uma preventiva ou preditiva;
- PM03- Ordem originada para corretivas programadas;
- PM04- Ordem de reparo, é usada para envio de equipamentos para reparo externo;
- PM05- Ordem para calibração de instrumentos;
- PM06- Ordem para investimento em projetos;
- PM07- Ordem para melhorias e modificações;
- PM08- Ordem para atividades administrativas que não envolve a máquina diretamente.

Feito isso, foi necessário definir a prioridade da atividade, sendo que:

- A- Prioridade muito alta ou alta;
- B- Prioridade média;
- C- Prioridade baixa, ou muito baixa.

Posteriormente, deve-se inserir o local e equipamento onde será realizada a ação e a planta da atividade, o preenchimento segue as orientações na figura 5.

**Figura 5 - Como criar uma ordem no SAP**

The screenshot displays the 'Create Refurbishment order: Initial Screen' in SAP. The interface includes a menu bar (Order, Edit, Goto, Extras, Environment, System, Help) and a toolbar with various icons. The main area is titled 'Header data' and contains several input fields with callout boxes explaining them:

- Order Type:** Set to 'PM03', with a callout box labeled 'Tipo da Ordem'.
- Priority:** Set to 'Medium', with a callout box labeled 'Prioridade da ordem'.
- Func. Loc.:** An empty field.
- Equipment:** Set to '7000118008', with a callout box labeled 'Local de reparo na máquina, ou equipamento'.
- Assembly:** An empty field.
- Plng plant:** An empty field, with a callout box labeled 'Planta da fábrica e código de área'.
- Bus. Area:** An empty field.

At the bottom, there is a 'Reference' section with an 'Order' field.

**Fonte: Autoria Própria**

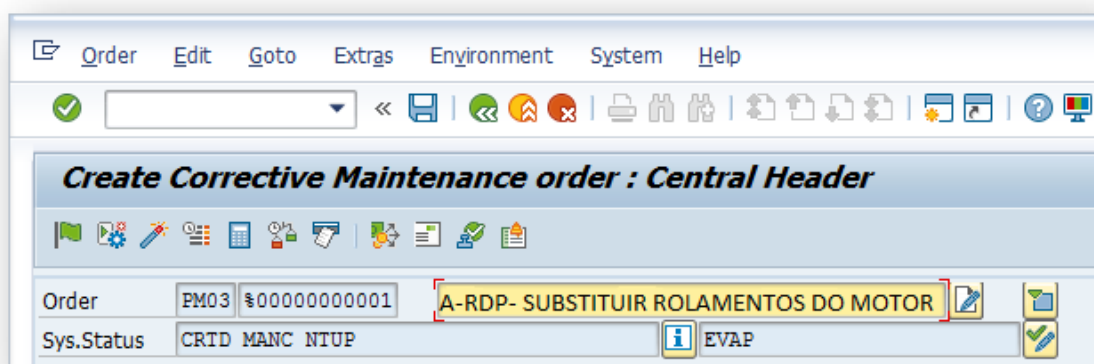
Em seguida, deve-se adicionar o título da ação a ser realizada, o qual deve constar o código de referência da origem da ordem, precedido pela prioridade, conforme a especificação abaixo:

- PSM- Ordens originadas de análises de quebra;
- RDM- Ordens originadas de reuniões diárias de manutenção;
- RDC- Ordens originadas de reuniões diárias de célula;
- RAO- Ordens originadas de relatório de análise de óleo;
- RAI- Ordens originadas de relatório de análise de inspeção;
- RAP- Ordens originadas de relatório de preventiva;
- RDP- Ordens originadas de relatório de análise de preditiva;

- T-MT- Ordens originadas de nota aberta para corretiva;
- T-IMT- Ordens originadas de nota aberta para melhoria.

Assim, para uma ordem de alta prioridade, originada de uma análise de preditiva, têm-se o exemplo que pode ser visto na figura 06.

**Figura 6 - Como criar título de uma ordem no SAP**



**Fonte: Autoria Própria**

Feito isso, deve-se indicar a especialidade da ordem:

- Código: 203- Mecânico;
- Código: 204- Eletrônico.

Então, adiciona-se o mantenedor responsável pela atividade e indica-se a condição da máquina, conforme o exemplo da figura 07, sendo:

- 0- Máquina parada;
- 1- Máquina em atividade.

**Figura 7 - Como adicionar o responsável pela atividade no SAP**

The screenshot shows the 'HeaderData' tab of a SAP maintenance order. The 'Person responsible' section includes fields for 'PlannerGrp' (P01 / BR04 Printers), 'Mn.wk.ctr' (MWC02PG / BR04 Printer Electric / E...), and 'Person resp...' (João). A callout box labeled 'Responsável pela ação' points to the 'Person resp...' field. The 'System condition' section includes 'Notifctn', 'Costs' (BRL), 'PMActType' (203 Mechanic Maint...), 'SystCond.' (0 not in operatio), and 'Address'. A callout box labeled 'Condição da máquina' points to the 'SystCond.' field.

Fonte: Autoria Própria

Logo após, deve-se migrar para a aba operações do sistema SAP e então, especificar exatamente o que é para realizar, ou seja, a ação completa no campo mostrado na figura 8.

**Figura 8 - Como adicionar texto longo no SAP**

Create Corrective Maintenance order : Operation Overview

Order: PM03 \$000000000001 A-RDP-SUBSTITUIR ROLAMENTOS DO MOTOR

Syst.Status: REL PRC SETC EVAP

Op...	SOp	Work ctr	Plant	Co...	StTextK	S..	Operation short text	LT	Actual w
0010		MWC01PG	BR04	PM04	PM_AVAI	0	A-RDP-SUBSTITUIR ROLAMENTOS DO MOTOR		
0020		MWC01PG	BR04	PM01					
0030		MWC01PG	BR04	PM01					
0040		MWC01PG	BR04	PM01					
0050		MWC01PG	BR04	PM01					
0060		MWC01PG	BR04	PM01					
0070		MWC01PG	BR04	PM01					
0080		MWC01PG	BR04	PM01					
0090		MWC01PG	BR04	PM01					
0100		MWC01PG	BR04	PM01					

Callouts in the image: 'Titulo da ordem' points to the order title; 'Inserir mais informações sobre a ação a ser realizada' points to the 'Operation short text' column; 'Indica o estado da máquina, parada ou, em funcionamento' points to the 'S..' column.

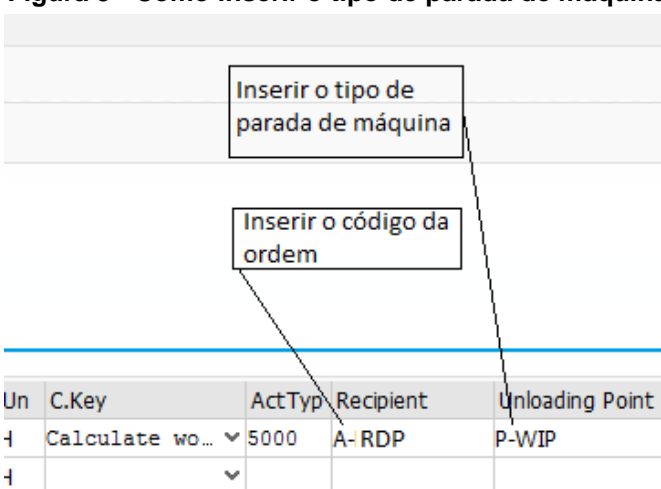
Fonte: Autoria Própria



Além disso, completa-se o campo de *Recipient* com o código de referência de origem da ordem e preenche-se o campo *Unloading Point* com o tipo de parada de máquina, conforme a especificação abaixo e mostrado na figura 9.

- P-WIP- Paradas de máquinas de até 4 horas;
- P-PREV- Paradas de máquinas de até 8 horas;
- P-FAB- Paradas de máquina que ultrapassam 8 horas e dependem de parada da fábrica.

**Figura 9 - Como inserir o tipo de parada de máquina**

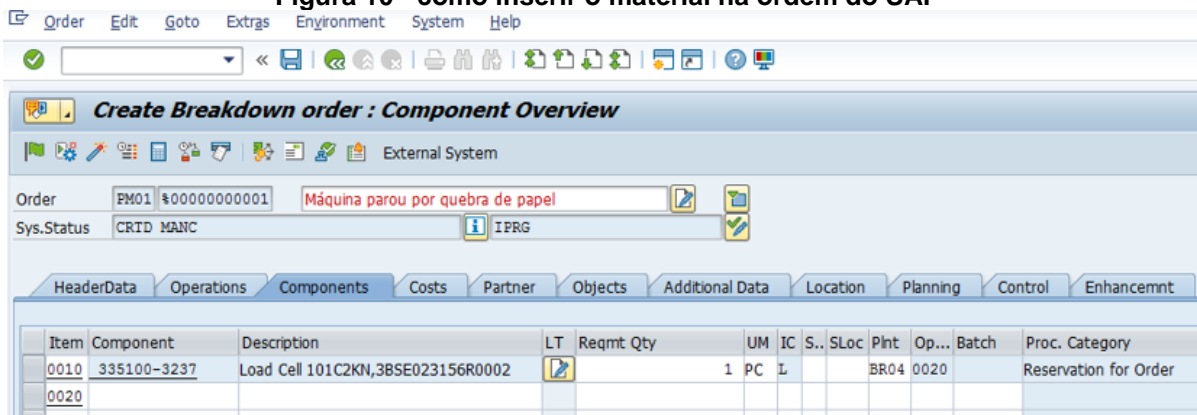


Un	C.Key	ActTyp	Recipient	Unloading Point
+	Calculate wo...	5000	A-RDP	P-WIP
+				

Fonte: Autoria Própria

Posteriormente, seleciona-se a aba componentes, na qual adiciona-se os materiais necessários para utilizar na ação. Então, coloca-se o código do material na caixa *Component*, informa-se a quantidade desejada e a letra L para identificar que é um item do estoque, conforme a figura 10.

**Figura 10 - como inserir o material na ordem do SAP**

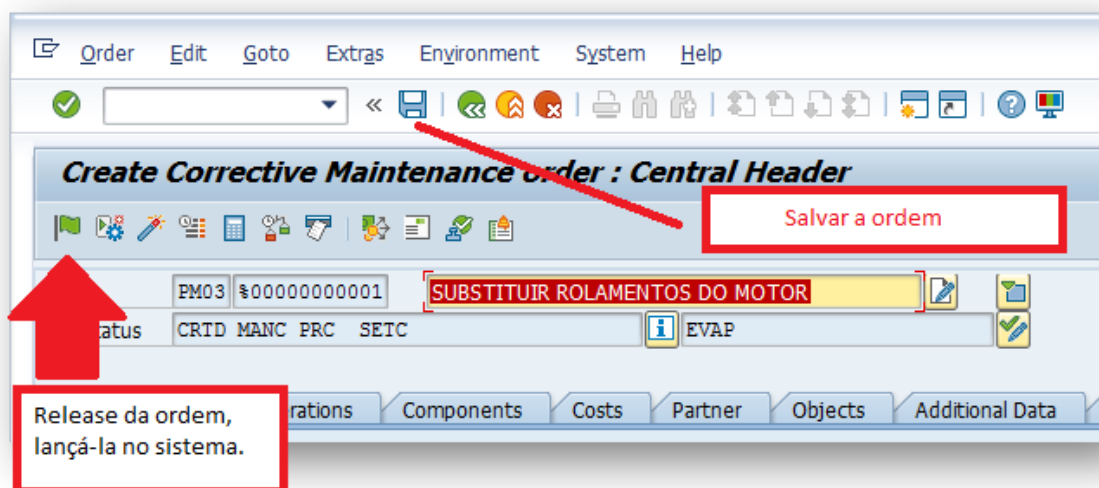


Item	Component	Description	LT	Reqmt Qty	UM	IC	S..	SLoc	Plnt	Op...	Batch	Proc. Category
0010	335100-3237	Load Cell 101C2KN,3BSE023156R0002		1	PC	L			BR04	0020		Reservation for Order
0020												

Fonte: Autoria Própria

Por fim, para finalizar a ordem, é preciso lançá-la no sistema, para isso, é só clicar no ícone da bandeira verde e salvar, conforme descrito na figura 11.

**Figura 11 - Salvar e lançar uma ordem no sistema SAP**



**Fonte: Autoria Própria**

Assim, esse processo foi realizado com todos os dados recolhidos na primeira etapa que geraram ações. Após criar todas as ordens, a base do sistema estava preenchida e confiável, então o passo seguinte foi programar as ações na planilha do Excel.

#### 4.1.4 Programar a ordens na planilha do Excel

Foi definido que a programação de ordens de corretiva planejada semanal deveria ser feita no Excel, pois todos os mantenedores teriam acesso e seria mais fácil o controle e análise. Para isso, foi criado duas planilhas, a geral que consiste em mostrar a quantidade de ações pendentes e executadas, e a semanal que consiste na programação completa de todas as ações pendentes.

Para programar as ações semanais na planilha do Excel, primeiro foi necessário importar os dados do sistema SAP. Para isso, foi utilizado a operação IW37 que fornece uma lista de dados gerais, essa é a base da planilha geral.

Então, na interface da operação, deve-se preencher os seguintes dados conforme mostrado na figura 12:

- *Plant*: é a planta local da fábrica analisada;

- *Order type*: Tipo da ordem, nesse caso o planejamento consiste em PM03, PM07 e PM08;
- *Reference date*: Primeira data de referência que se deseja buscar as ações e data final de busca, sendo que 31.12.9999 refere-se todas as ações lançadas da primeira data de referência até o lançamento de hoje.
- *Functional Location*: Refere-se as máquinas das ações a serem listadas.
- *Service/ PM order*. Deve-se marcar essa caixa;
- *Current*: Deve-se marcar essa caixa para buscar todas as ordens lançadas.


**Figura 12 - IW37-Abrir uma lista de ordens no SAP**

Change Operations: Selection of Order Operations

Operations

Current  Historical

Order operation selection

Work center		to		
Plant	BR04	to		
Order		to		
Order Type	PM03	to		
Reference date	01.01.2016	to	31.12.9999	
Operation/Activity		to		
Operation short text		to		
Functional Location	 BR04-PRIN*	to		
Equipment		to		
Material		to		
Serial Number		to		
Sort field		to		
Planner group		to		
Planning plant		to		
Confirmation		to		
Control key		to		
Status inclusive		to		
Status exclusive		to		
Assembly		to		
Standard text key		to		
System Condition		to		

Service/PM orders

Fonte: Autoria Própria

Feito isso, ao rodar o sistema, obteve-se a listagem de ordens com ações programadas até a data corrente escolhida, conforme o exemplo da figura 13.

**Figura 13 - Exemplo de listagem de ordens programadas**

PM03	A-RDM	0	A-RDM- INSTALAR INVERSOR DE FREQU...
PM03	A-RDM	0	A-RDM- TROCAR TODOS OS BOTÕES DE...
PM03	A-RDM	0	A-RDM- TROCAR TODOS OS BOTÕES EM...
PM03	A-RDM	0	A-RDM- VERIFICAR PROBLEMA DE TUDO ...
PM03	A-PSM	1	A-PSM-EM11-AÇÃO 1-REPORTAR SOBRE ...
PM03	A-PSM	1	A-PSM-EM11-AÇÃO 2-CRIAR ALARME DE ...
PM03	A-PSM	1	A-PSM-EM11-AÇÃO 3-FAZER REPARO NO...
PM08	B-PSM	1	B-PSM-DP81-AÇÃO 2-INSERIR NO TBM P...
PM03	B-PSM	1	B-PSM-DP81-AÇÃO 1-ENVIAR CILINDRO ...
PM03	A-T-MT	0	A-T-MT- RETIRAR SISTEMA DE BOTOEIR...
PM07	B-PSM	0	B-PSM-MD07-AÇÃO 2-VERIFICAR POSSIB...
PM08	B-PSM	0	B-PSM-MD07-AÇÃO 1-VERIFICAR COM O...
PM08	B-PSM	1	B-PSM-DP113-AÇÃO 2-INSERIR INSPEÇÃ...

Fonte: Autoria Própria

Com isso, exportou-se os dados para uma planilha do Excel que foi utilizada como base para criar a planilha geral de ordens. A Planilha geral é uma tabela pivô, no qual ao atualizar os dados ela atualiza o gráfico de ordens programadas e encerradas.

Então, com a planilha exportada, copiou-se os dados e colou-se na tabela pivô geral. A qual contém a aba situação que atualiza automaticamente com a descrição de programada ou encerrada conforme o status da ordem. Um exemplo pode ser visto na figura 14.

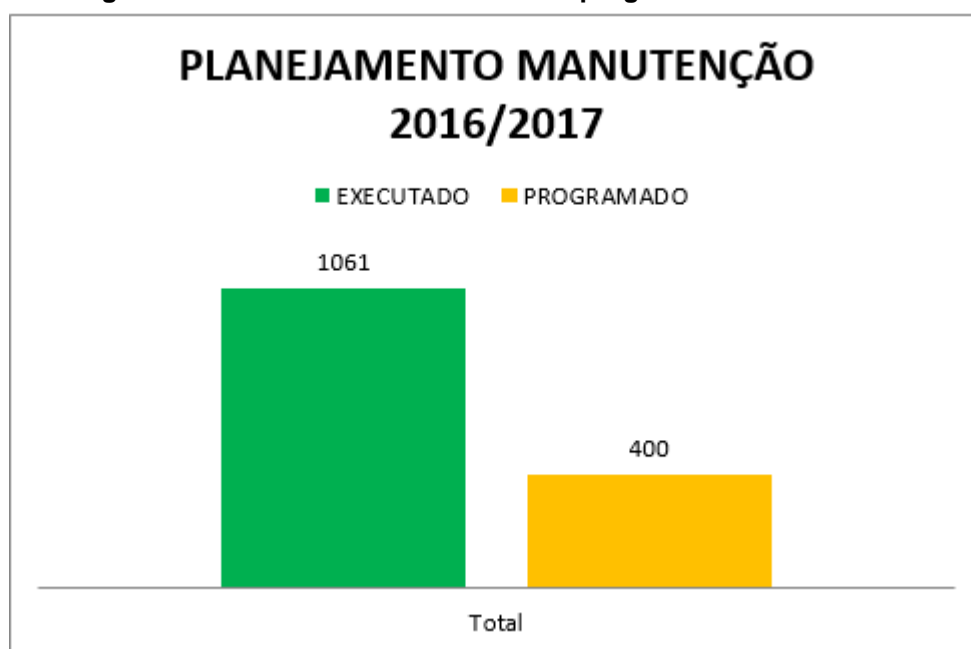
**Figura 14 - Exemplo da tabela geral no Excel**

Order Ty	Recipie	Sy	Opr. short text	Wo	Order	Earl.start dat	Syst	Semana	Situação
PM03	A-PSM	0	A-PSM-E65-AÇÃO1-CRIAR CHECK LIST DE MONT	4,0	501014568	01/10/2016	REL	40	PROGRAMADO
PM03	A-PSM	1	A-PSM-AÇÃO1-INSERIR OPÇÃO DE ENCERRAMENT	0,0	501014450	05/09/2016	REL	37	PROGRAMADO
PM03	A-PSM	1	A-PSM-AÇÃO2-OPL VALVULA DE CONTROLE DE P	2,0	501014450	06/09/2016	REL	37	PROGRAMADO
PM03	A-PSM	1	A-PSM-AÇÃO3-OPL AJUSTE DE SINCRONISMO DE	3,0	501014450	06/09/2016	REL	37	PROGRAMADO
PM03	A-PSM	1	A-PSM-AÇÃO4-INSERIR NO CHECK LIST SEMANA	2,0	501014450	06/09/2016	REL	37	PROGRAMADO
PM03	A-PSM	0	A-PSM-AÇÃO05-INSTALAR SENSOR PARA O BUMP	6,0	501014450	06/09/2016	REL	37	PROGRAMADO
PM03	B-PSM	1	B-PSM- ES09 - VENTILADOR NÃO LIGA AÇÃO 2	2,0	501014448	16/09/2016	REL	38	PROGRAMADO
PM03	B-PSM	1	B-PSM- ES09 - VENTILADOR NÃO LIGA	2,0	501014448	16/09/2016	REL	38	PROGRAMADO

Fonte: Autoria Própria

Assim, fez-se um gráfico dinâmico de ordens programadas e executadas para comparação, conforme o exemplo na figura 15. Esses dados contribuíram para analisar e quantificar o número de ações realizadas além disso, foi possível ter maior confiabilidade na programação e verificação das ações geradas por quebras de máquina.

Figura 15 - Gráfico dinâmico de ordens programadas e executadas



Fonte: Autoria Própria

Feito isso, o próximo passo foi confeccionar a planilha do Excel que contempla o planejamento semanal. O modelo foi criado de acordo com o layout importado do SAP para facilitar os dados.

O modelo criado contém as seguintes informações:

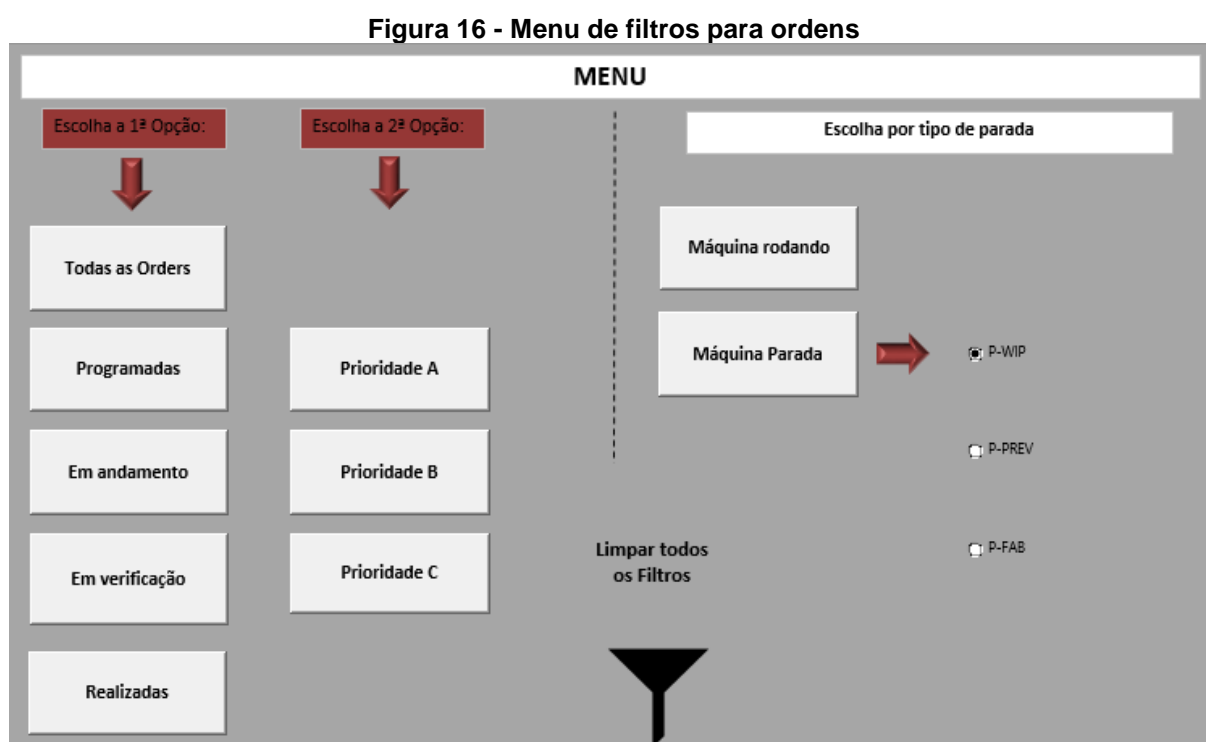
- Número da ordem e descrição completa da ação;
- Responsável pela ação;
- Local da máquina que a ação deve ser realizada;
- Duração da ação em horas;
- Tipo de parada de máquina e condição de máquina, se parada ou em atividade;
- Se é necessário material, qual a localização do mesmo e seu código;
- O status da ação que pode variar entre: Programada, em andamento, em verificação ou, realizada;

- Data da programação;
- Comentários.

Assim, para inserir as informações nessa planilha, utilizou-se a transação do SAP chamada YIW37, a qual apresenta o texto completo das ações.

Ao elaborar a planilha, o planejamento foi dividido em várias abas, as quais continham o planejamento geral de todas as máquinas, e as máquinas separadas uma para cada aba.

Então, para facilitar a filtragem de ordens, foi elaborado um menu utilizando a ferramenta de macros do Excel conforme o exemplo na figura 16.

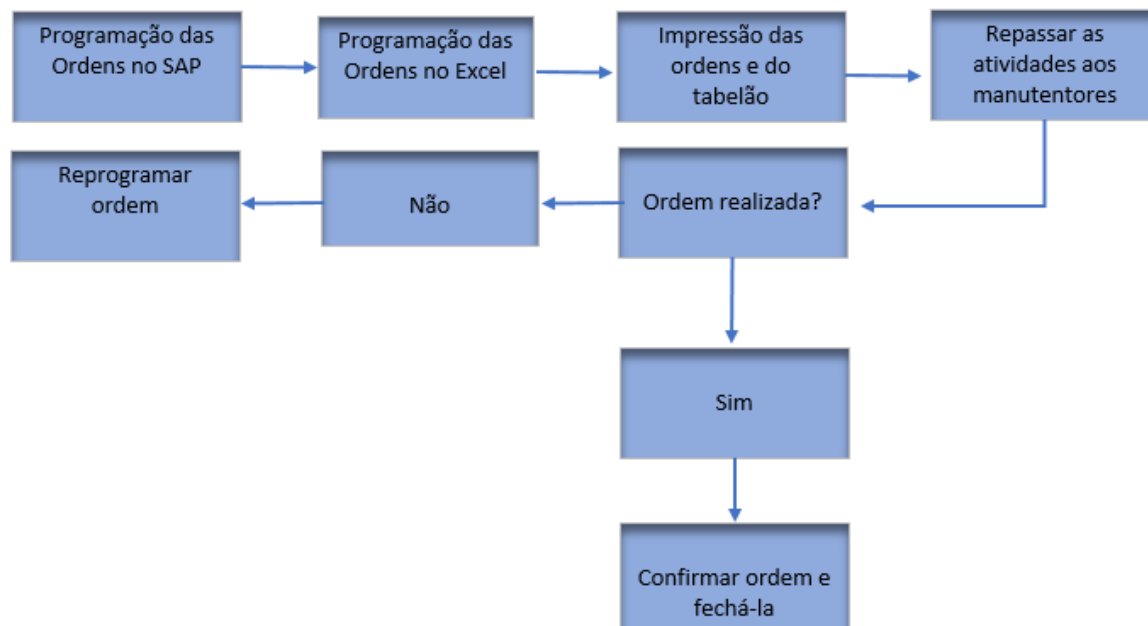


Fonte: Autoria Própria

Dessa forma, essa planilha foi atualizada semanalmente durante todo o período analisado, seguindo o padrão de excluir as ações já realizadas e adicionar as novas ações. Além disso, era impresso para cada mantenedor as suas respectivas ações e, foi impresso a lista de ações em folha A0 que ficavam expostas em um quadro de ações semanais próximo da máquina.

Assim, o processo ocorre segundo o fluxograma 1.

**Fluxograma 1- Programação de ações semanais**



**Fonte: Autoria própria**

Com isso, o planejamento de manutenção semanal cumpriu o objetivo principal de organizar as ordens de manutenção corretivas, diminuindo as falhas em equipamentos e máquinas. Além disso, contribuiu para melhor organização e distribuição dos serviços nas paradas planejadas de máquina para ações preventivas, e corretivas. Também, ajudou na programação das análises de preditivas e na execução das ações geradas através dessas análises.

Outro ganho com esse planejamento foi o de melhor controle de peças cadastradas, compradas e retiradas do almoxarifado, contribuindo assim, para uma análise mais detalhada dos custos da área. Além de que, auxiliou os mantenedores a registrar as suas atividades no sistema, controlando assim, quando tempo foi gasto em cada ação.

## 4.2 PLANEJAMENTO DE NOTIFICAÇÕES DE MANUTENÇÃO

As notas ou etiquetas de manutenção, conforme o pilar da manutenção autônoma, nada mais é do que uma solicitação de correção ou melhoria de problemas. Dessa forma, toda anomalia encontrada deve ser reportada com uma via de nota física que é fixada na máquina e outra no quadro da manutenção autônoma e, deve ser lançada no sistema SAP para que seja programada e executada.

As etiquetas foram classificadas por tipo e cor, pode-se observar a figura 17, sendo:

- Vermelha: Etiqueta para restauração da condição básica do equipamento e é executada pela manutenção ou terceiros;
- Verde: Etiqueta de restauração básica do equipamento que põe em risco a segurança dos operadores. Deve ser realizada pela manutenção em até 24 horas;
- Azul: Etiqueta usada para indicar melhorias em equipamentos ou no local de trabalho e podem ser voltadas para qualidade, eficiência, segurança e layout da área;
- Preta: Etiqueta usada para relatar intervenções realizadas pelo próprio operador no equipamento. Essas etiquetas não precisam ser programadas, pois o próprio operador realiza a ação.

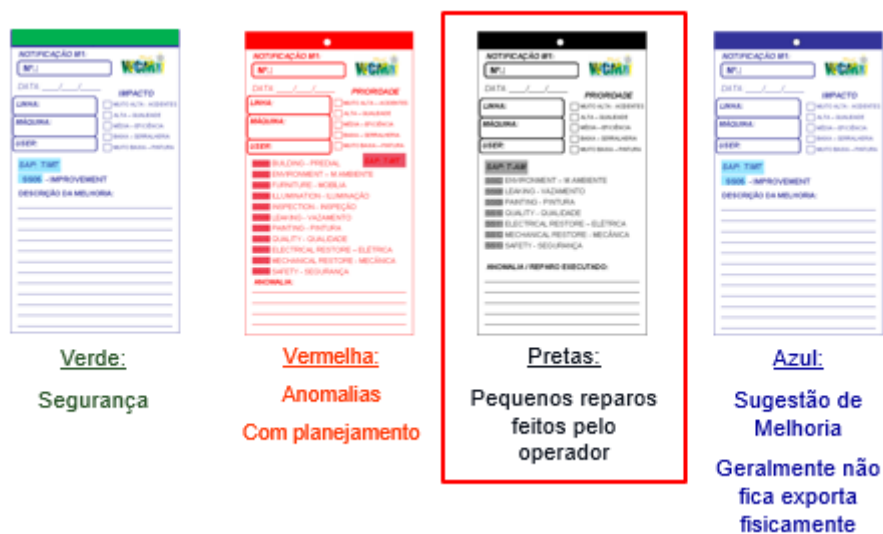
As etiquetas devem ser lançadas com a descrição específica da anomalia na máquina correspondente e a sua respectiva prioridade, que pode ser:

- Very High - Muito alta: Deve ser usada quando a anomalia possui risco de acidentes graves e eminentes e as atividades devem ser paradas imediatamente;
- High - Alta: Deve ser usada quando a anomalia pode comprometer a qualidade do produto;
- Medium - Média: Deve ser usada quando a anomalia pode comprometer a eficiência, com risco de quebra dos equipamentos;



- Low - Baixa: Deve ser usada para relatar anomalias menores que não comprometem a eficiência, ou a qualidade. Geralmente, são reparos de serralheria;
- Very Low – Muito baixa: Deve ser usada para relatar anomalias que podem ser feitas em paradas planejadas a longo prazo, por exemplo pinturas e restauração básica dos equipamentos.

Figura 17 - Tipos de etiquetas da manutenção autônoma



Fonte: Autoria própria

Para realizar a programação das etiquetas, deve-se promover a etiquetagem contínua da máquina, ou seja, os operadores precisam relatar as anomalias frequentemente. Assim, após as etiquetas serem abertas no SAP era realizado semanalmente a programação de etiquetas conforme as prioridades.

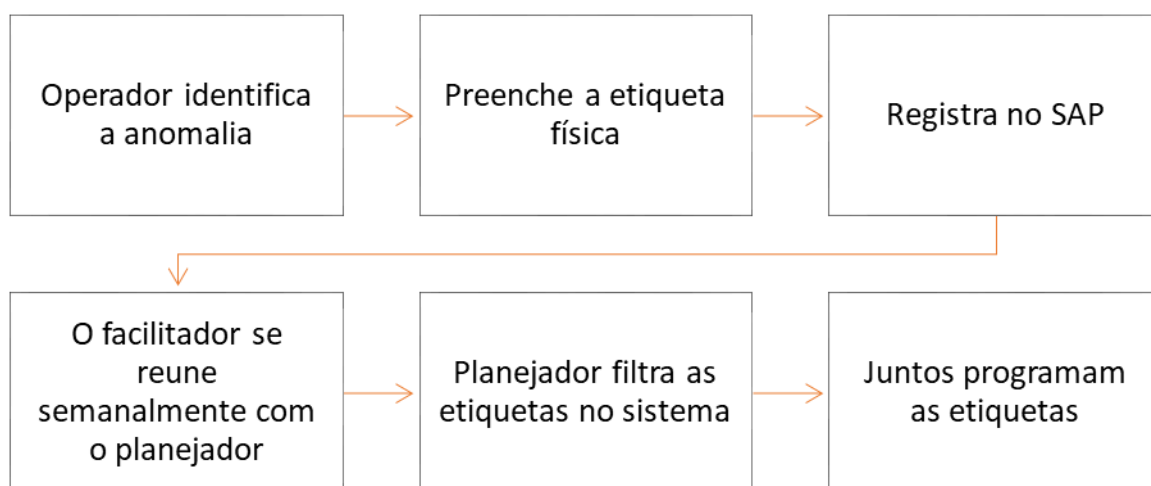
Para o planejamento de etiquetas, foi elaborado uma planilha no Excel, a qual era alimentada de acordo com os dados dos relatórios semanais retirados do SAP e deve conter as seguintes informações:

- Tipo da etiqueta: Vermelha, verde ou azul;
- Prioridade da etiqueta;
- Descrição da ação a ser realizada;
- Qual a máquina ou área a ser reparada;
- Responsável por realizar a atividade;
- Número da ordem programada para a atividade;

- Responsável por lançar a etiqueta no sistema;
- Data da programação da etiqueta;
- Data da abertura da etiqueta.

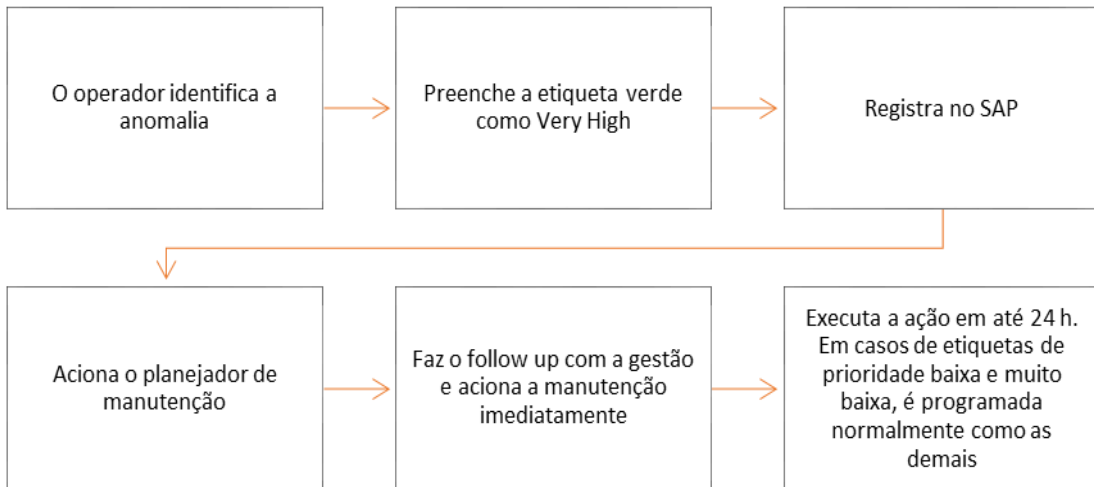
A programação das etiquetas foi realizada semanalmente junto com um operador facilitador que contribuía para o melhor entendimento das ações a serem programadas conforme os fluxos de etiquetas por tipos, relacionadas conforme os fluxogramas 2, 3 e 4.

**Fluxograma 2 - Fluxo de etiquetas vermelhas**



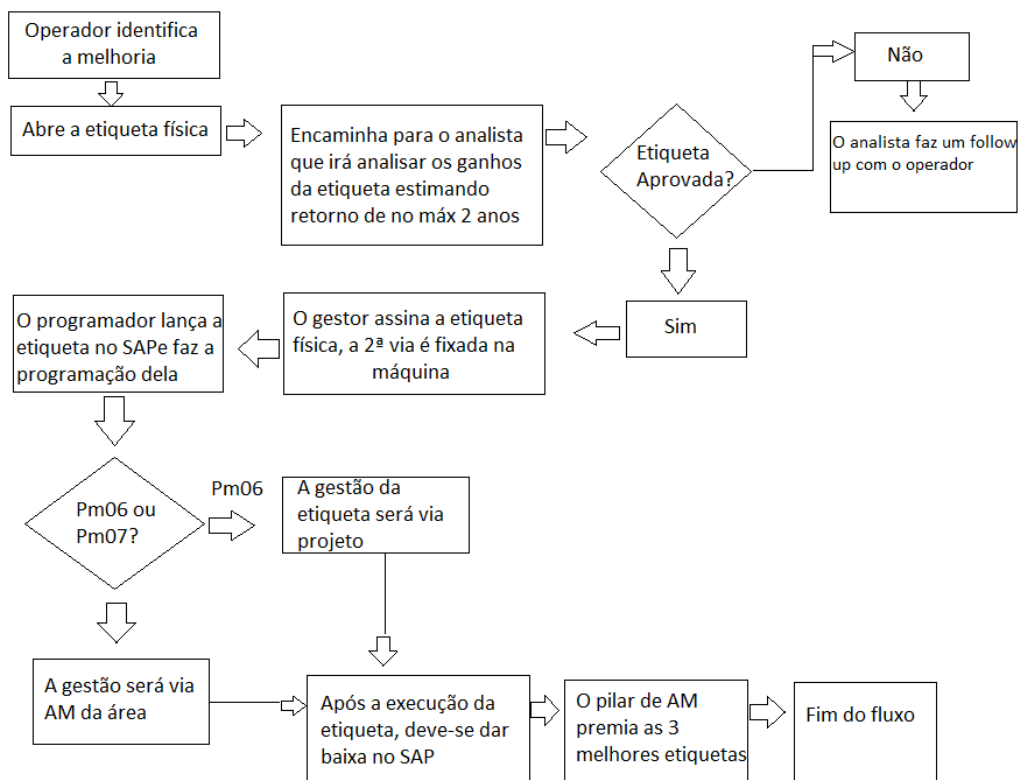
**Fonte: Autoria própria**

### Fluxograma 3 - Fluxo de etiquetas verdes



Fonte: Autoria própria

### Fluxograma 4 - Fluxo de etiquetas azuis

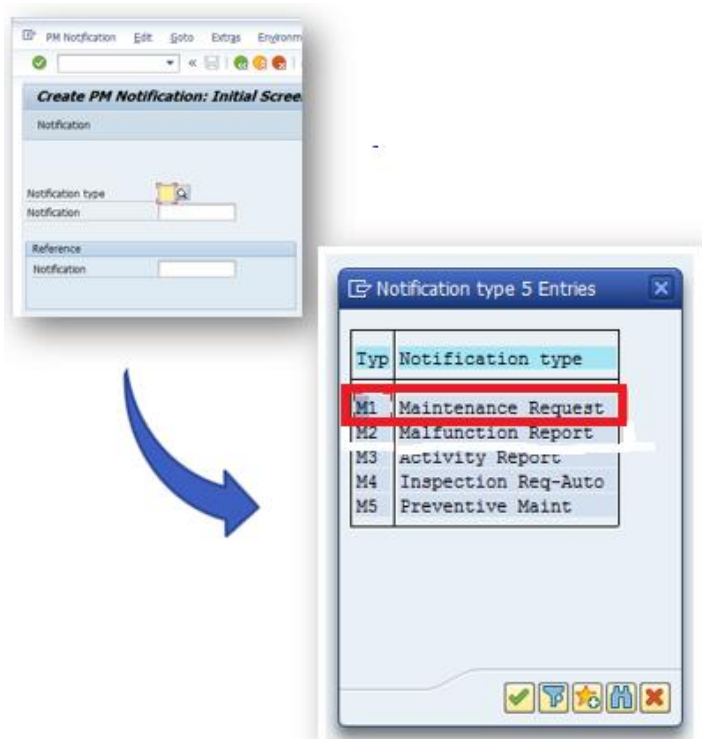


Fonte: Autoria própria

#### 4.2.1 criando uma etiqueta ou notificação

Conforme já mencionado, uma etiqueta deve ser aberta toda vez que o operador encontrar uma anomalia na máquina. Dessa forma, para abrir uma etiqueta dentro do módulo de PM no sistema SAP, utiliza-se a transação IW21, conforme a figura 18, o primeiro campo a ser preenchido é o tipo da etiqueta que nesse caso sempre será M1, pois refere-se à requisição de manutenção.

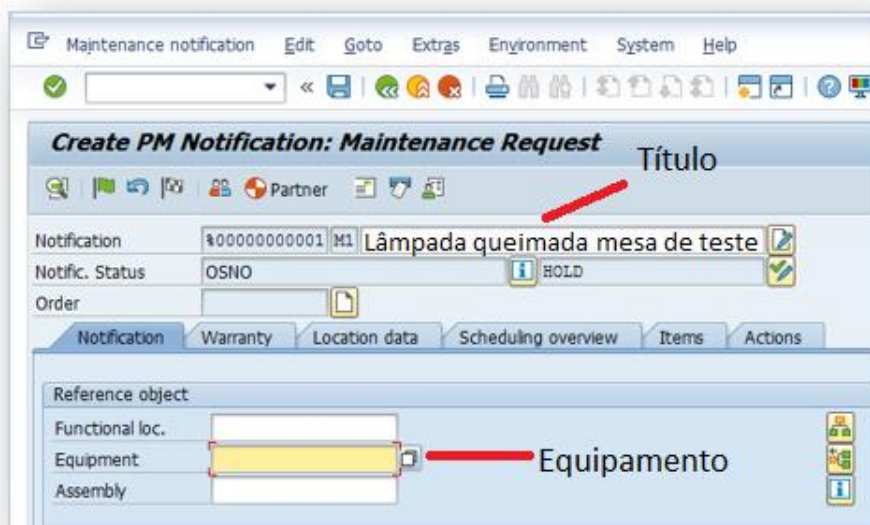
**Figura 18 - Como criar etiqueta ou, nota**



**Fonte: Autoria própria**

Feito isso, deve-se preencher o título da notificação com uma breve descrição da anomalia encontrada, em seguida deve-se selecionar o equipamento correspondente, conforme a figura 19, e no campo do tipo de reparo, seleciona-se de acordo com o tipo de serviço, conforme o quadro 1.

Figura 19 - Exemplo criação de notas



Fonte: Autoria própria

Quadro 1 - Tipos de serviço

S001	Construção ou Civil
S002	Meio ambiente
S003	Móveis
S004	Iluminação
S005	Melhoria
S006	Melhoria Manutenção Autônoma
S007	Inspeção
S008	Vazamento
S009	Pintura
S0010	Qualidade
S0011	Restauração elétrica
S0012	Restauração Mecânica
S0013	Segurança

Fonte: Autoria própria

Posteriormente, na mesma interface deve-se preencher o campo da descrição completa da anomalia, conforme a figura 20, o solicitante da nota e por fim, salvá-la.

**Figura 20 - Como criar uma notificação**

**Fonte: Autoria própria**

#### 4.2.2 Programação de etiquetas

A programação das etiquetas é realizada semanalmente em uma planilha do Excel, sendo que é impressa uma cópia para cada máquina, onde ficam expostas as atividades programadas.

Ao final de cada semana, as etiquetas realizadas são finalizadas e adicionadas a uma tabela do Excel para controle de quantas foram feitas, conforme a figura 21. Além disso, semanalmente era enviado o relatório dos indicadores das etiquetas para comparação se estavam dentro ou fora das metas estabelecidas.

Para programar as etiquetas, foi feito um modelo de planilha no Excel que serviu de base para todas as máquinas, as informações que alimentam a planilha são retiradas do SAP semanalmente, um exemplo pode ser visto na figura 22. Na programação consta os itens mais importantes em uma etiqueta, tais como a sua

descrição, a máquina e o local específico do problema, o responsável pela ação, o tipo de serviço, quem reportou a etiqueta e a data da sua programação.

Figura 21 - Relatório de etiquetas realizadas

**ETIQUETAS REALIZADAS SEMANA 23**

Total	
<b>Realizadas</b>	<b>37</b>

Notification	Description	Order	Main WorkCtr	Priority	User status	Created on	Functional Loc.	Description
11815037	CARRINHO N12 PRECISA DE REPARO		MWC01PG	High	IPRG T-MT	13/04/2018	BR04-PPRE18	Pre Press LINE
11814883	FALTA DE REGISTRO NA PISTOLA DE AGUA		MWC03PG	Low	CLSD T-MT	13/04/2018	BR04-PRIN13-V09	Printer Station 6
11844542	LUBRIFICAÇÃO PARTES MÓVEIS MICROFLEX 03			Very high	IPRG T-AM	04/06/2018	BR04-PPRE18	Pre Press LINE
11815037	CARRINHO N12 PRECISA DE REPARO		MWC01PG	High	CLSD T-MT	13/04/2018	BR04-PPRE18	Pre Press LINE
11844541	LIMPEZA DA ESTRUTURA DA MICROFLEX 03			Very high	IPRG TIAM	04/06/2018	BR04-PPRE18	Pre Press LINE
11824521	DEMARCAR PISO C/ ZEBRADO			High	IPRG	28/04/2018	BR04-PPRE18	Pre Press LINE
11824522	DEMARCAR PISO C/ ZEBRADO			Very high	IPRG	28/04/2018	BR04-PPRE18	Pre Press LINE
11824581	DEMARCAR PISO C/ ZEBRADO			Very high	IPRG	28/04/2018	BR04-PPRE18	Pre Press LINE
11829312	MICROFLEX 3 COM PROBLEMAS DE VARIAÇÃO			Very high	CLSD T-MT	08/05/2018	BR04-PPRE18	Pre Press LINE
11827212	MANUT-REMOVER CABOS ELETRICOS ETIQUETADO		MWC02PG	Very Low	CLSD T-MT	03/05/2018	BR04-PRIN11-R01	Rewinder
11843204	BOMBA ELÉTRICA N°05		MWC01PG	Very high	IPRG T-MT	02/06/2018	BR04-PRIN11-A01	Printing Unit 1
11796461	MANUT- BOMBA ELÉTRICA N°18		MWC02PG	Very high	CLSD T-MT	13/03/2018	BR04-PRIN11-A02	Printing Unit 2
11843205	BOMBA ELÉTRICA N°40		MWC02PG	Very high	IPRG T-MT	02/06/2018	BR04-PRIN11-A02	Printing Unit 2
11836748	VAZAMENTO ENERPAC L.M.		MWC01PG	Very high	CLSD T-MT	22/05/2018	BR04-PRIN11-A04	Printing Unit 4

... SEM 18 SEM 19 SEM 20 SEM 21 SEM 22 **SEM 23** SEM 24 SEM 25 SEM 26 SEM 27 SEM 28 SEM 29 SEM 30 SEM 31

Fonte: Autoria própria

Figura 22 - Exemplo da planilha de programação de etiquetas

PROGRAMAÇÃO DE ETIQUETAS										Abertas	Atrasadas	
										Etiquetas vermelhas	3	3
										Etiquetas verdes	0	0
										Etiquetas azuis	0	0
Notificação	Ordem	Frente	Prioridade	Data de abertura da etiqueta	Local	Máquina	Descrição da Tarefa	Responsável	Relatado por	Prazo para Execução	Tempo da Etiqueta no SAP	
1	50	Elétrica	A	20/05/2017	Painel	máquina 01	Led do painel queimado	João	Jorge	30/05/2018	IPRG T-MT	
2	51	Mecânica	B	21/05/2017	Bomba	máquina 02	Reparar bomba com muito ruído	José	Antônio	30/05/2018	IPRG T-MT	
3	52	Mecânica	C	23/05/2017	Mesa	máquina 03	Mesa elevatória vazando graxa	Pedro	Felipe	30/05/2018	IPRG T-MT	

Fonte: Autoria própria

O prazo de execução da atividade é definido de acordo com o grau de prioridade da etiqueta, conforme já descrito. Para maior clareza das atividades a programação pode ser feita junto com um operador facilitador da máquina.

### 4.3 CONTROLE DE INDICADORES DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA

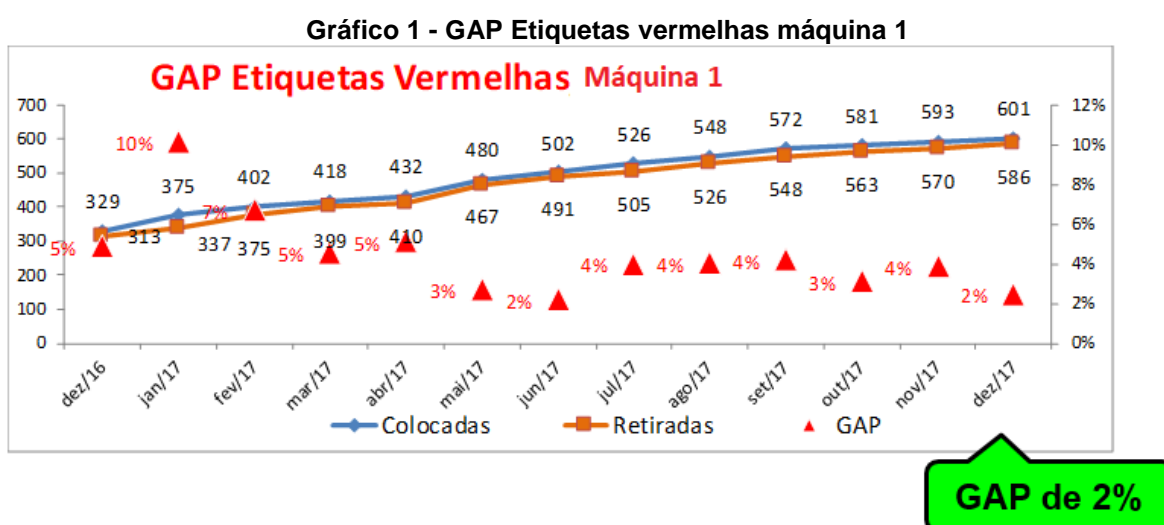
Com o planejamento de etiquetas sendo realizado semanalmente, o controle de indicadores de etiquetas da manutenção autônoma ficou mais fácil e preciso. A partir de abril de 2017 o planejamento de etiquetas entrou em vigor, após isso, é notável a diferença nos indicadores conforme as metas estabelecidas.

Uma forma de controlar as metas é através do cálculo de GAP que é a diferença entre etiquetas colocadas versus etiquetas retiradas, conforme a equação 7.

$$GAP = \frac{\text{Total de etiquetas pendentes}}{\text{Total de etiquetas colocadas atual} - \text{Total inicial}} \quad (7)$$

Dessa forma, o máximo de GAP estabelecido para etiquetas vermelhas no ano de 2017 para a máquina 1 foi de 5%, então caso ultrapassasse esse valor durante o ano, a meta não seria atingida e a máquina não poderia evoluir de passo no sistema de TPM.

Com o planejamento de etiquetas é possível observar a evolução da meta durante os meses de 2017 conforme o gráfico da figura 23. Além disso, é notável a melhoria após o mês de abril, no qual foi implantado o planejamento.

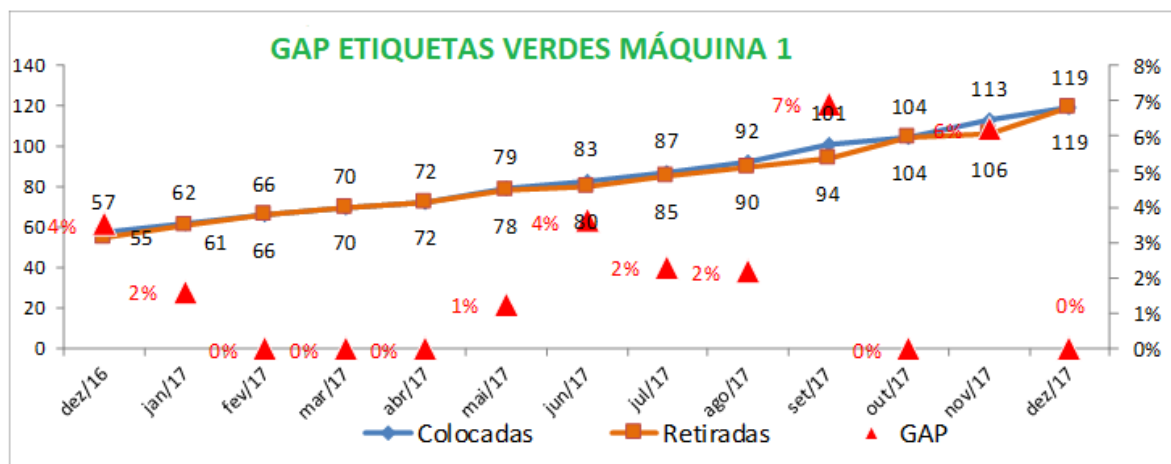


Fonte: Autoria própria



Para as etiquetas verdes, a meta de GAP estabelecido em 2017 foi de no máximo 0%, devido ao conceito de prioridade na segurança. Dessa forma, para a máquina 1, obteve-se os seguintes resultados apresentados no gráfico 2.

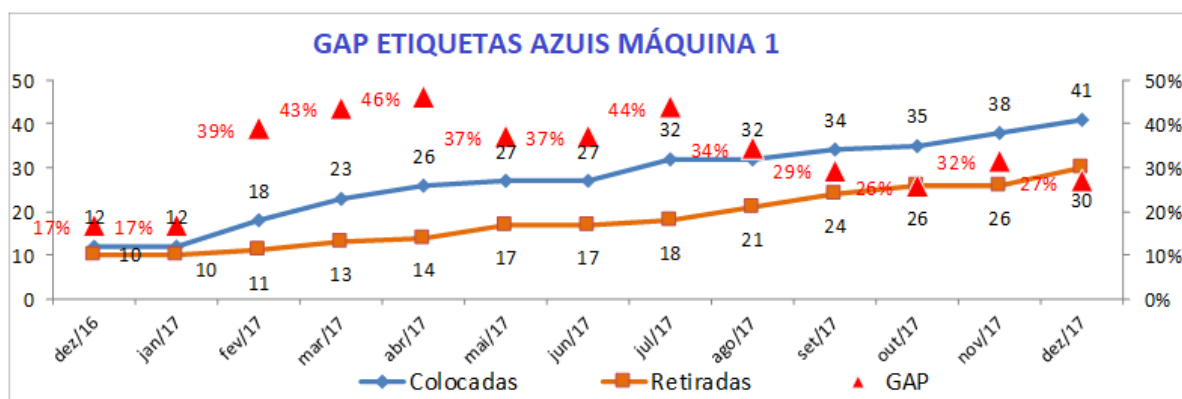
Gráfico 2 - GAP Etiquetas verdes máquina 1



Fonte: Autoria própria

Para as etiquetas azuis, a meta do ano de 2017 foi de no máximo 50%, pois são etiquetas de melhorias e demoram mais tempo para serem estudadas, aprovadas e realizadas. Dessa forma, a máquina 1 apresentou os seguintes resultados apresentados no gráfico 3.

Gráfico 3 - GAP Etiquetas azuis máquina 1



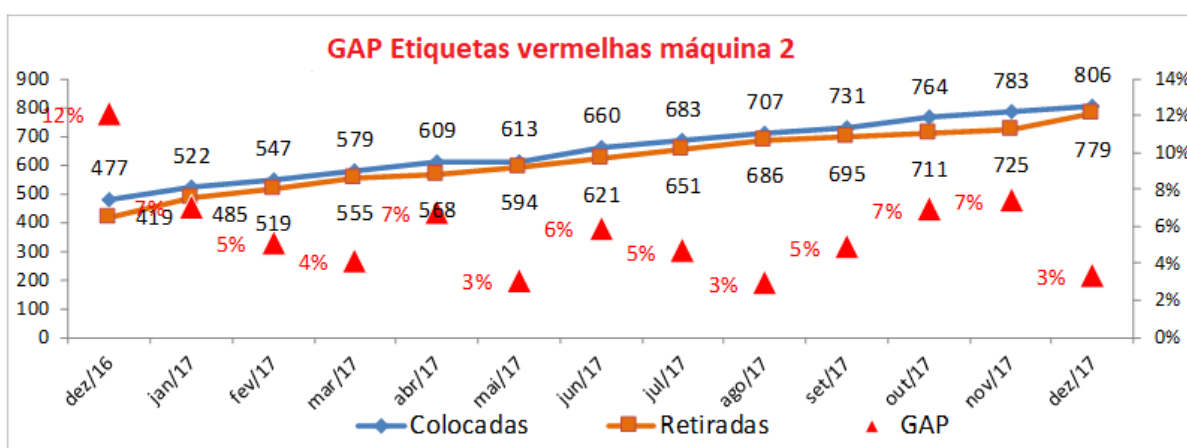
Fonte: Autoria própria

O GAP de etiquetas faz parte do conjunto de metas do *Compliance* das atividades da manutenção autônoma, assim ao final de 2017 a máquina 1 fechou com um *Compliance* de 91%.

Para a máquina 2 o GAP admitido para etiquetas vermelhas no ano de 2017 foi de 10%, para etiquetas verdes de 0% e para etiquetas azuis de 50%. Dessa forma, os resultados obtidos durante o ano estão apresentados nos gráficos 4, 5 e 6.

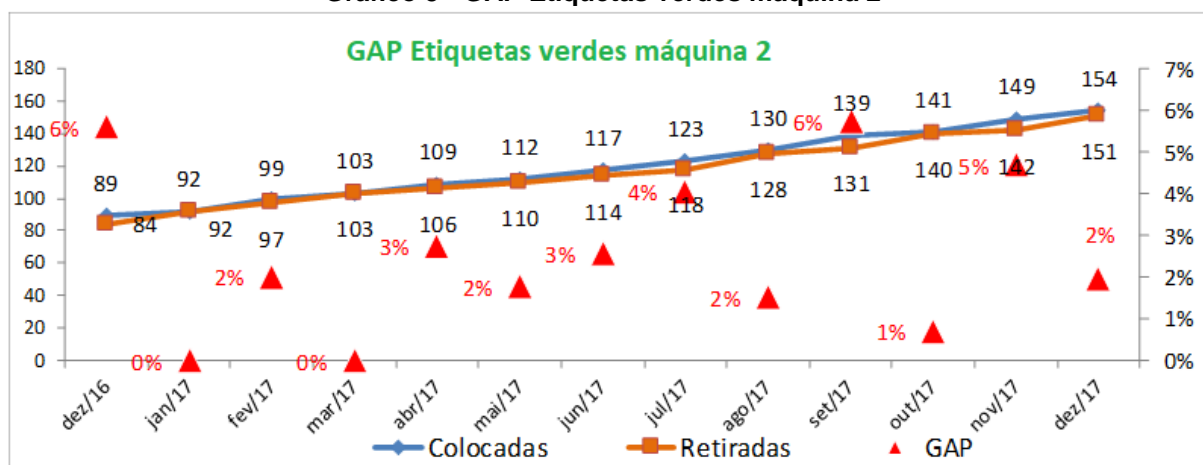
Conforme a análise dos gráficos, percebe-se que após a implantação do planejamento e controle de indicadores de etiquetas, houve uma considerável melhoria em relação ao ano anterior. Além disso, o *Compliance* da máquina 2, ao final de 2017 obteve resultado de 90% e contribuiu para a nova meta de etiquetas vermelhas em 2018 fosse 5%.

**Gráfico 4 - GAP Etiquetas vermelhas máquina 2**



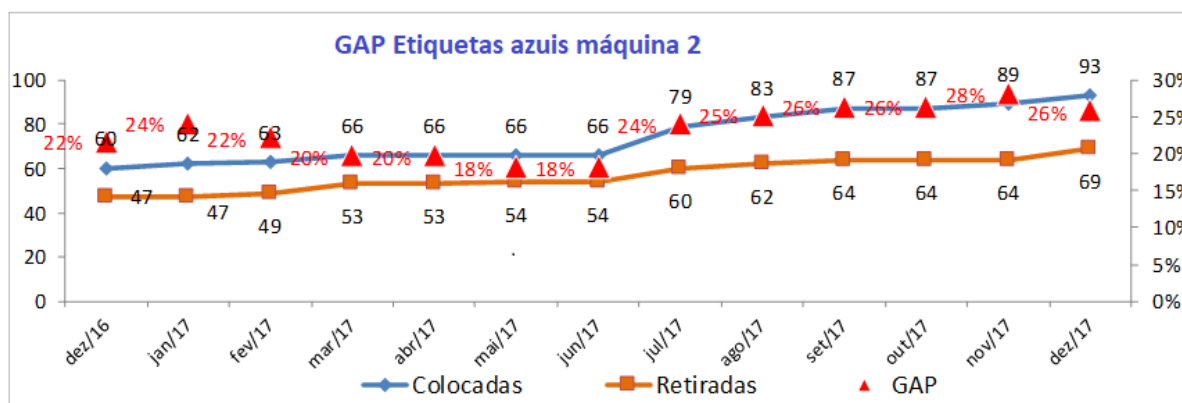
Fonte: Autoria própria

**Gráfico 5 - GAP Etiquetas verdes máquina 2**



Fonte: Autoria própria

Gráfico 6 - GAP Etiquetas azuis máquina 2

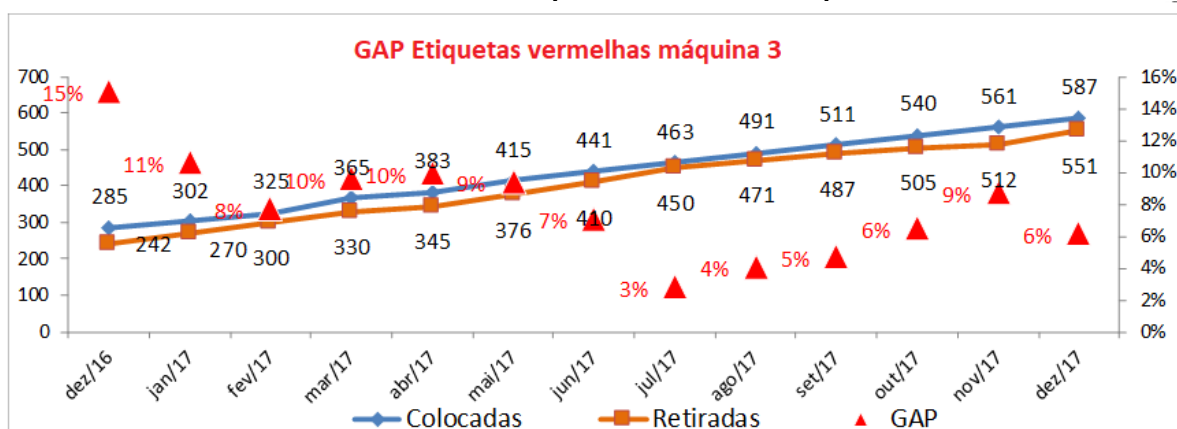


Fonte: Autoria própria

Já para a máquina 3, as metas de GAP estabelecidas para o ano de 2017 foram de no máximo 10% para etiquetas vermelhas, 0% para as verdes e de 50% para as azuis. Os resultados obtidos podem ser analisados nos gráficos 7, 8 e 9.

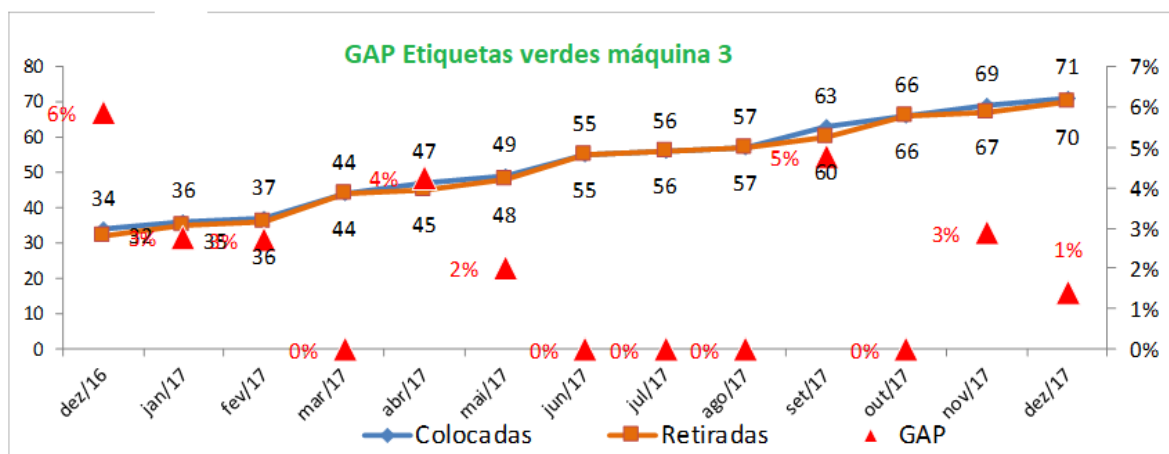
A máquina 3 foi a que mostrou o melhor resultado no *Compliance* de 2017 da área analisada, ela obteve resultado de 98%. Dessa forma, percebe-se o quão importante foi a implantação do planejamento e controle de etiquetas nos indicadores da manutenção autônoma. Além disso, essa máquina mudou de passo.

Gráfico 7 - GAP Etiquetas vermelhas máquina 3



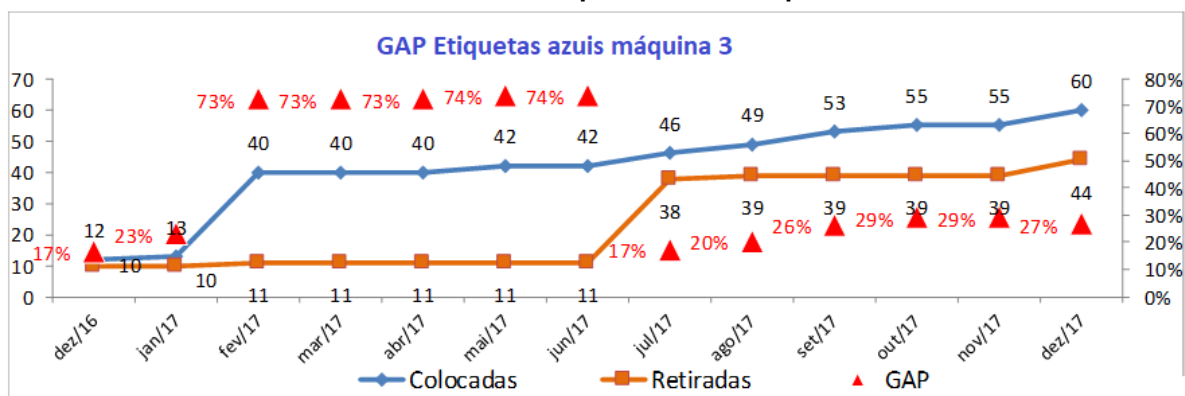
Fonte: Autoria própria

Gráfico 8 - GAP Etiquetas verdes máquina 3



Fonte: Autoria própria

Gráfico 9 - GAP Etiquetas azuis máquina 3



Fonte: Autoria própria

## 5 CONCLUSÃO

A realização deste trabalho contribuiu para melhorias na aplicação do WCM na empresa analisada, também proporcionou estratégias para a melhoria contínua dos pilares de manutenção planejada e manutenção autônoma.

Conforme apresentado no capítulo 2, revisão bibliográfica, o TPM visa a zero quebra e a garantia da confiabilidade nos equipamentos. Dessa forma, pode-se afirmar que todos os objetivos específicos estabelecidos foram atingidos, conforme descrito a seguir:

- I. A implantação do planejamento semanal contribuiu para a melhor organização e classificação de ordens a serem realizadas, assim como diminuiu o número de quebras potenciais de algumas máquinas e equipamentos devido ao monitoramento constante das ordens. Além disso, contribuiu para a melhoria dos indicadores de falhas e facilitou os estudos de quebras das máquinas. Também, auxiliou os mantenedores no controle de suas atividades diárias e o tempo gasto em cada atividade. Ademais ajudou na análise de custos de peças da área, pois como o planejamento, foi possível identificar e registrar as peças utilizadas nas manutenções.
- II. Foi criado um planejamento de notificações semanais, o qual contribuiu bastante para os indicadores de manutenção autônoma. O método utilizado ajudou a ter um contato maior com os operadores, assim como de treiná-los para o lançamento correto de notificações no sistema, facilitando, as análises de notificação e a programação correta delas.
- III. A partir do planejamento semanal de notificações, foi possível ver mensalmente as melhorias nos indicadores, conforme descrito nos gráficos da seção 5.3, finalizando o ano de 2017 para todas as máquinas analisadas um *Compliance* igual ou, acima dos 90%. Além disso, contribuiu para melhorar a vazão das etiquetas verdes de segurança, o que é uma prioridade para a empresa. Também, ajudou na identificação de possíveis falhas e quebras de máquinas, pois o relato do operador, muitas vezes, antecedia as inspeções diárias dos mantenedores.

Portanto, através dos planejamentos realizados neste trabalho obteve-se resultados significativos para o setor de manutenção na empresa analisada.

## REFERÊNCIAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR 6023: informação e documentação: referências: elaboração**. Rio de Janeiro, 2002.

ABRAMAN. **Associação Brasileira de Manutenção, Documento Nacional 2011**. Disponível em: <<http://www.abraman.org.br>>. Acesso em: 13 maio 2017.

ALMEIDA, F. R. **Análises Estatísticas e Reconhecimento de Padrão Aplicados em Diagnosticos de Defeitos em Rolamentos Através da Análise de Vibração**. 2007. Disponível em: <[http://www.portal.unifei.edu.br/files/arquivos/PRPPG/Engenharia\\_mecanica/Projeto\\_fabrica%C3%A7%C3%A3o\\_doutorado/Fabiano%20Ribeiro%20do%20Vale%20Almeida.pdf](http://www.portal.unifei.edu.br/files/arquivos/PRPPG/Engenharia_mecanica/Projeto_fabrica%C3%A7%C3%A3o_doutorado/Fabiano%20Ribeiro%20do%20Vale%20Almeida.pdf)>. Acesso em: 13 mai. 2017.

BRANCO FILHO, G. **A organização, o planejamento e o controle da manutenção**. Rio de Janeiro: ciência moderna, 2008.

DESLAURIERS, J-P; BRASSARD, MJ. **Pouvoir habiter**. Chicoutime, 1989.

DOXSEY, J. R.; RIZ, J. DE. **Metodologia da pesquisa científica**. Escola superior aberta do Brasil, 2003. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/abaaaaoesac/metodologia-pesquisa-cientifica>>. Acesso em: 14 maio. 20015.

FACHINI, Silmar; SELLITO, Miguel. **Análise estratégica da gestão na manutenção industrial de uma empresa de metal-mecânica**. Tecnologias para Competitividade Industrial, Florianópolis, 2014.

FLEMING, P.V. & FRANÇA, S.R.R.O. **Considerações sobre a implementação conjunta de TPM e MCC na indústria de processos**. In: Anais do 12.º Congresso Brasileiro de Manutenção. São Paulo, 1997.

FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. **Confiabilidade e manutenção industrial**. Rio de Janeiro: elsevier, 2009.

GIL, A. C. **MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA SOCIAL**. 6. ED. SÃO PAULO: ATLAS, 2008

GODOY, A. S. **A pesquisa qualitativa e sua utilização em administração de empresas**. Revista de Administração de Empresas. São Paulo, v. 35, n. 4, Jul./Ago. 1995A, p.65-71.

J. I. P. M. Japanese Institute of Plant Maintenance **Japan Institute of Plant Maintenance**. JIPM. Disponível em <<http://www.advanced-eng.com.br/>> Acessado em 29 abril 2017.

KRONER, W. **Produtividade e Qualidade na Manutenção, Apostila apresentada no curso para Gerenciamento da Manutenção** São Paulo, 1999.

LIMA, R. **TPM Total Productive Maintenance** – Curso de Formação de Multiplicadores. BeloHorizonte: Advanced Consulting e Training, 2000.

KARDEC, Alan; NASCIF, Julio. **Manutenção: Função Estratégica**. Rio de Janeiro: Qualimark: Petrobras, 2009. KOBACZY, K. A., & Murthy, D. P. 2008. Complex system maintenance handbook. London: Springer-Verlang.

LEMOS, Mateus; ALBERNAZ, Claudia; CARVALHO, Rogério. **Qualidade na Manutenção**. XXXI Encontro nacional de engenharia de produção. Belo Horizonte, 2011.

MARCORIN, Wilson; LIMA, Carlos. **Análise de custos de manutenção e de não manutenção de equipamentos produtivos**. São Paulo, 2003.

MIRSHAWKA, Victor; OLMEDO, N.L. **Manutenção - Combate aos Custos da Não-Eficácia- A vez do Brasil**. São Paulo; Makron Books, 1993.

MONCHY, François. **A Função Manutenção**. São Paulo: Durban, 1987.

MOUBRAY, J. **Introdução à Manutenção Centrada na Confiabilidade**. São Paulo: Aladon, 1996.

OTANI, M.; MACHADO, W. V. **A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial**. *Revista Gestão Industrial*. Vol.4, n.2, 2008.

PRODANOV, C. C. **Manual de metodologia científica**. 3. ed. Novo Hamburgo, RS: Feevale, 2006.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002. 703 p.



SIQUEIRA, Iony Patriota de. **Manutenção Centrada na Confiabilidade: Manual de Implementação**. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005. 408p.

SOUZA, S. S.; LIMA, C. R. C. **Manutenção Centrada em Confiabilidade como Ferramenta Estratégica**. In: XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção, 2003, Ouro Preto – MG.

SHIROSE, Kunio. **TPM Total Productive Maintenance New Implementation Program in Fabrication and Assembly Industries**. Marietta: Copyright, 1996

TAVARES, L. A. **Manutenção centrada no negócio**. 1ª edição. Rio de Janeiro: NAT, 2005. 164 p.

TAVARES, L. A. **Administração Moderna de Manutenção**. 1ª edição. Rio de Janeiro: Novo Pólo, 2000.

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

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ. Sistema de Bibliotecas. **Normas para elaboração de trabalhos acadêmicos**. Curitiba: UTFPR, 2009. Disponível em: <[http://www.utfpr.edu.br/documentos/normas\\_trabalhos\\_utfpr.pdf](http://www.utfpr.edu.br/documentos/normas_trabalhos_utfpr.pdf)>. Acesso em: 17 nov. 2015. (modelo de referência de material disponível na versão eletrônica).

XAVIER, Júlio. **Indicadores de Manutenção**. Disponível em: <<http://www.manter.com.br>>. Acessado em: 13.mai.2017.

XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. 1ª edição. Rio de Janeiro: INDG, 1998. 302 .

YIN, R. K. Estudo de caso: **planejamento e métodos**. Traduzido de Daniel Grassi. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZAIONS, D. **Manutenção Industrial com Enfoque na Manutenção Centrada em Confiabilidade**. Porto Alegre: UFRGS, 2003.

ZEN, Milton Augusto Galvão. **Indicadores de manutenção**. Disponível em: <<http://www.mantenimentomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/indicadoresBR.pdf>>. Acesso em: 13 mai. 2017.