UNICESUMAR - CENTRO UNIVERSITÁRIO DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS TECNOLÓGICAS E AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

TPM – TOTAL PRODUTIVE MAINTENANCE: UMA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIO

LUCAS JOSÉ DA SILVA AZEVEDO

MARINGÁ– PR
2018

LUCAS JOSÉ DA SILVA AZEVEDO

TPM – TOTAL PRODUTIVE MAINTENANCE: UMA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIO

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Centro de Ciências Exatas Tecnológicas e Agrárias da UniCesumar – Centro Universitário de Maringá como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, sob a orientação do Prof.Hugo Eiji Imai.

MARINGÁ– PR

2018

FOLHA DE APROVAÇÃO

Lucas José da Silva Azevedo

TPM – TOTAL PRODUTIVE MAINTENANCE:
UMA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIO

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Centro de Ciências Exatas Tecnológicas e Agrárias da UniCesumar – Centro Universitário de Maringá como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, sob a orientação do Prof. Hugo Eiji Imai.

Aprovado em: 12 de novembro de 2018.

BANCA EXAMINADORA

_____

Reginaldo Simpricio dos Santos - Unicesumar

_____

Valmir Tadeu Fernandes - Unicesumar

_____

Hugo Eiji Imai - UniCesumar (orientador)

AGRADECIMENTOS

A Deus em primeiro lugar que me concedeu paciência, sabedoria e discernimento para a conclusão deste trabalho.

À minha família pelo apoio e todo o suporte necessário para a conclusão do curso, em especial minha namorada pelo companheirismo e incentivo nos momentos difíceis.

Aos amigos que fiz e aos professores que conheci durante essa jornada que levarei as lembranças e conhecimentos para o longo da vida.

Aos profissionais e a empresa que proporcionou e viabilizou este estudo.

Ao professor orientador que me incentivou a estudar mais para dar maior qualidade à minha monografia.

RESUMO

AZEVEDO, Lucas José da Silva. **TPM – Total Produtive Maintenance: Uma Oportunidade de Negócio.** 2018. 65 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) - Centro Universitário de Maringá, Maringá, 2018.

A manutenção passou por grandes mudanças, conhecidas como gerações e atualmente vivemos a quarta geração, no entanto, segundo pesquisas da ABRAMAN – Associação Brasileira de Manutenção, realizada em 2013, muitas empresas ainda estão inseridas na primeira ou segunda geração, algumas na terceira geração e uma pequena minoria caminha para a quarta geração. E ainda segundo Kardec &Nascif (2009) boa parte delas estão inseridas no paradigma do passado em relação à manutenção. Com a evolução e a necessidade de maior disponibilidade e confiabilidade surgiram técnicas e conceitos para auxiliar o homem de manutenção e a organização a obter maiores resultados e extrair maior proveito dos equipamentos. Nos anos 60 no Japão a empresa Nippondeson, desenvolveu a ferramenta TPM – Total Produtive Maintenance, tendo como principal objetivo atender os requisitos do Just in Time, ou seja, garantir o pleno funcionamento dos ativos com maior disponibilidade produtiva para realizar as entregar no tempo programado.No ano de 2013 a empresa estudada do segmento de injeção de termoplástico situada em Maringá no Paraná, optou pela implementação dessa ferramenta, onde contou com apoio de uma consultoria e um comitê interno para desenvolvimento dos pilares da metodologia. Já em 2014 surgiram os resultados nos indicadores controlados pelo departamento, sendo o principal deles a disponibilidade que em 2013 teve o resultado anual de 3,83% de impacto e nos anos seguintes uma redução média de mais de 1,6% mantendo uma média de 2,20% de impacto apenas nos anos seguintes.

Palavras-chave: Gestão de Manutenção, TPM, Disponibilidade.

ABSTRACT

AZEVEDO,Lucas José da Silva. **TPM – Total Produtive Maintenance: The Oportunity of Business.** 2018. 65 p. Work Completion Course (Bachelor's Degree) - University Center of Maringá. Maringá, 2018.

The maintenance has undergone great changes, known as generations and currently we live the fourth generation, however according to surveys of ABRAMAN - Brazilian Maintenance Association held in 2013, many companies are still inserted in the first or second generation, some in the third generation and a small minority walks to the fourth generation. And according to Kardec & Nascif (2009), many of them are part of the paradigm of the past in relation to maintenance. With the evolution and the need for greater availability and reliability, techniques and concepts have emerged to help the maintenance man and the organization to obtain greater results and to obtain greater benefit from the equipment. In the 1960s in Japan the company Nippondeson developed the TPM tool - Total Productive Maintenance, whose main objective is to meet the requirements of Just in Time, that is, to guarantee the full operation of the assets with greater productive availability to deliver them in the programmed time .In the year 2013 the company studied in the segment of thermoplastic injection located in Maringá, Paraná, opted for the implementation of this tool, where it had the support of a consultancy and an internal committee to develop the pillars of the methodology. As early as 2014, results were obtained in indicators controlled by the department, the main one being the availability of a 3.83% annual impact in 2013 and an average reduction of over 1.6% in the following years, maintaining an average of 2.20% impact only in subsequent years.

Keywords: Management of Maintenance, TPM, Availability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Resultados x Tipos de Manutenção 22
Figura 2 - Planejamento e Controle de Manutenção 27
Figura 3 - Os Pilares do TPM 30
Figura 4 - Método de Cálculo do OEE 40
Figura 5 - Parque Fabril 41
Figura 6 - Organograma de Manutenção 42
Figura 7 - Abertura de Solicitação de Serviço 43
Figura 8 - Fluxo de Manutenção Corretiva 44
Figura 9 - Modelo de OS Preventiva 45
Figura 10 - Gráfico/Problemas Preditiva 46
Figura 11 - Histórico IJ 118 Preditiva 47
Figura 12 - Histórico IJ 121 Preditiva 47
Figura 13 - Cabeçalho Relatório Preditiva 48
Figura 14 - Corpo do Relatório Preditiva 48
Figura 15 - Gráfico Preditiva 49
Figura 16 - Relatório Termográfico 50
Figura 17 - Certificado LandfillFree e ISO 14001 53
Figura 18 - Checklist Operacional 54
Figura 19 - Gráfico de Indisponibilidade 58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tipos de Programas utilizados na Manutenção 25
Tabela 2 - Controle Manual versus Informatizado.....26
Tabela 3 - Responsabilidade/Função.....29
Tabela 4 - Melhorias Específicas 30
Tabela 5 - Fases de Implementação do TPM.....32
Tabela 6 - As Seis Grandes Perdas x Causas x Influência.....33
Tabela 7 - Treinamento/Colaborador 51
Tabela 8 - Indisponibilidade (%).....56
Tabela 9 - Indisponibilidade (Horas).....57
Tabela 10 - Calculo Tempo Disponibilizado.....59
Tabela 11 - Informações Produto "X" 59
Tabela 12 - Cálculo da Oportunidade de Faturamento 60
Tabela 13 - Custo Funcionário.....61

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - MTBF 37
Equação 2 - MTTR 38
Equação 3 - Disponibilidade.....38
Equação 4 - Confiabilidade 39
Equação 5 - OEE 40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS E LISTA DE SÍMBOLOS

ABRAMAN	-	Associação Brasileira de Manutenção
JIPM	-	JapanInstituteofPlantMaintenance (Instituto Japonês de Manutenção de Planta)
MTBF	-	Tempo Médio entre as Falhas (Mean Time Between Failures)
MTTR	-	Tempo Médio para Reparo (Mean Time ToRepair)
OEE	-	Overall EquippamentEffectiveness (Eficácia Global dos Equipamentos)
OS	-	Ordem de Serviço
PCM	-	Planejamento e Controle da Manutenção
RCM	-	Reliability-CenteredMaintenance (Manutenção Centrada à Confiabilidade)
SS	-	Solicitação de Serviço
TPM	-	Total ProductiveMaintenance (Manutenção Produtiva Total)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12

1.1 PROBLEMA 12

1.2 JUSTIFICATIVA 13

1.3 OBJETIVOS 13
1.3.1 Objetivo Geral 13
1.3.2 Objetivo Específico 14

1.4 Caracterização da Metodologia 14
1.4.1 Universo e Amostra 15
1.4.2 Instrumentos 15
1.4.3 Procedimentos 15

1.5 Estrutura do Trabalho 16

2 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA 17

2.1 DEFINIÇÃO 17

2.2 EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO 17
2.2.1 Primeira Geração 17
2.2.2 Segunda Geração 17
2.2.3 Terceira Geração 18
2.2.4 Quarta Geração 18

2.3 TIPOS DE MANUTENÇÃO 19
2.3.1 Manutenção Corretiva 19
2.3.1.1 Manutenção corretiva não planejada 19
2.3.1.2 Manutenção corretiva planejada 20
2.3.2 Manutenção Preventiva 20
2.3.3 Manutenção Preditiva 20
2.3.4 Manutenção Detectiva 21
2.3.5 Engenharia De Manutenção 21

2.4 GESTÃO ESTRATÉGICA DA MANUTENÇÃO 22
2.4.1 Planejamento E Controle Da Manutenção (Pcm) 24

2.5 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM) 28

2.6 MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE (RCM) 34

2.7 OS CINCO SENSOS “5S” 36

2.8 INDICADORES 37
2.8.1MTBF 37
2.8.2MTTR 38

2.8.3 Disponibilidade.....38
2.8.4 Confiabilidade.....39
2.8.5 OEE(OverrallEquipmentEffectiveness).....39

3 DESENVOLVIMENTO.....41

3.1 A EMPRESA.....41

3.2 DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO.....42

3.3 MANUTENÇÃO CORRETIVA.....43

3.4 MANUTENÇÃO PREVENTIVA.....45

3.5 MANUTENÇÃO PREDITIVA.....46

3.6 O PROGRAMA 5S.....50

3.7 METODOLOGIA TPM – MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL.....51
3.7.1 Pilar Educação e Treinamento.....51
3.7.2 Pilar Segurança e Meio Ambiente.....52
3.7.3 Pilar Manutenção Autônoma.....53
3.7.4 Pilar Melhoria Especifica.....55
3.7.5 Manutenção da Qualidade.....55

4 APRESENTAÇÃO DOS DADOS (RESULTADOS).....56

4.1 INDICADOR de Indisponibilidade (%).....56

4.2 MÃO DE OBRA.....57

5 ANÁLISE (DISCUSSÃO).....58

5.1 REDUÇÃO DE INDISPONIBILIDADE.....58

5.2 OPORTUNIDADE DE NEGÓCIO.....59

5.3 REDUÇÃO DE MÃO DE OBRA.....61

CONCLUSÃO.....62

REFERÊNCIAS.....63

1 INTRODUÇÃO

O cenário empresarial é caracterizado por um ambiente competitivo, dinâmico, inovador e globalizado. Fatores como atendimento adequado e ágil aos clientes, preços baixos, prazos e qualidade do produto levam as empresas a repensarem suas estratégias. Neste contexto, a principal estratégia é a eliminação de desperdícios, denominada Produção Enxuta.

A Produção Enxuta que tem como premissa o desperdício zero, traz a manutenção corretiva como uma das principais causas de não sucesso no processo, pois, são atividades que não agregam valor ao processo, ou seja, geram custos, atrasos e instabilidade ocasionando não conformidades e má qualidade do produto/serviço.

Neste cenário, o departamento de manutenção age como função estratégica dentro da organização e atua de maneira preventiva, antecipando a falha, evitando assim a degradação do equipamento e gera maior disponibilidade e confiabilidade dos ativos com o desempenho produtivo requerido pelo processo.

Deste modo, o objetivo deste trabalho é realizar um estudo sobre a história e evolução da manutenção, assim como os conceitos e ferramentas aplicadas à Gestão de Manutenção e enfatizar sua importância identificando a sua participação nos resultados operacionais em uma indústria de termoplásticos.

1.1 PROBLEMA

De acordo com a ABRAMAM (Associação Brasileira de Manutenção), em sua última pesquisa realizada em 2013, as empresas direcionam cerca de 30,86% dos recursos de mão de obra para utilização em manutenção corretiva, impactando na disponibilidade dos equipamentos em 6,20%, com um custo de 4,69% em relação ao faturamento. Ou seja, números altos que impactam diretamente nos indicadores das empresas, tendo peso importante no indicador geral da produção o OEE.

Segundo Kardec & Nascif (2009), grande parte das empresas brasileiras estão inseridas no paradigma do passado, uma pequena parte caminhara para o paradigma moderno e algumas delas estão hoje, focadas no paradigma do futuro e estas estão obtendo grandes resultados. Sendo esses paradigmas definidos da seguinte forma.

1) Paradigma do passado: o homem da manutenção sente-se bem quando executa um bom reparo;
2) Paradigma do presente: o homem da manutenção sente-se bem quando também evita a necessidade do trabalho, a falha.
3) Paradigma do futuro: o homem da manutenção sente-se bem quando ele consegue evitar todas as falhas não planejadas.

1.2 JUSTIFICATIVA

A proposta desse trabalho é justificada pela necessidade de um diferencial competitivo, bem como, pelos dados extraídos do documento da Nacional ABRAMAN de 2013, que apresentam uma grande oportunidade para o desenvolvimento do setor de Manutenção e as suas estratégias no Brasil como, planejamento e controle, sistemas de gerenciamento, da mesma maneira que ferramentas e metodologias aplicadas ao departamento como é o caso do 5s, TPM, RCM dentre outras. E ainda pelo fato de inúmeras empresas estarem inseridas no paradigma do passado.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é realizar um estudo sobre a história e evolução da manutenção, assim como os conceitos e ferramentas aplicadas à Gestão de Manutenção e enfatizar sua importância identificando a sua participação nos resultados operacionais em uma indústria de termoplásticos.

1.3.2 Objetivo Específico

1) Apresentar as estratégias de manutenção utilizadas pela empresa;
2) Analisar os resultados e indicadores pós implementação da metodologia Total Produtive Maintenance (TPM);
3) Identificar oportunidade de negócio e saving proveniente da metodologia Total Produtive Maintenance (TPM).

1.4 CARACTERIZAÇÃO DA METODOLOGIA

Utilizou-se da metodologia bibliográfica e literária para angariar base para os conceitos adquiridos para esta pesquisa através de documentos científicos, artigos, livros (CERVO & BERVIAN, 1996).

Também será empregada neste trabalho a técnica quantitativa (FONSECA, 2002), devido à forma de obter informações para a conclusão de resultados deste estudo, com a observação em campo estruturada em profundidade, para aperfeiçoar as informações recebidas, por meio da coleta de dados, para que sejam interpretados da melhor forma possível, refletindo suas características (MARCONI & LAKATOS, 2004).

Esse método é caracterizado por utilizar fundamentalmente de variáveis, com apenas amostras e não o rigor estatístico, contudo com sua tendência central, ou dispersão, taxadas nos níveis de realidade, para em seguida apresentar o reconhecimento dos resultados e objetivos (FONSECA, 2002), por se tratar de um estudo de caso, se faz muito importante para a diferenciação da competição analisada nesta pesquisa, o que precisa ser identificado para a gerência mais satisfatória da empresa e seu destaque dentre outras, incluindo sua personalização com referências futuras.

O objetivo é explicativo, pois tem como questão ressaltar e identificar quais são os fatores que dão subsídio para a ocorrência do tema estudado, e visão mais detalhada, com o uso de recursos a partir dos procedimentos utilizados em função dos dados coletados (MARCONI & LAKATOS, 2004).

1.4.1 Universo e Amostra

O estudo tem caráter quantitativo com objetivo de compreender os fenômenos através da coleta de dados, que comporta mensurar e permitir o teste de hipóteses, já que são resultados concretos e menos passíveis de erros de interpretação e o universo da pesquisa estará limitado ao da empresa escolhida. Para a pesquisa foram angariados dados provenientes desta empresa, coletados em planilhas ou qualquer outro meio de informação que estivessem reunidos e pudessem demonstrar os benefícios trazidos através da implantação do TPM. Em análise comparativa dos fatores encontrados na empresa e dos encontrados depois da instalação do programa, para diferenciar quais os obstáculos e sucessos referidos à esta ferramenta, o significado deste processo é uma das amostras principais para essa pesquisa.

1.4.2 Instrumentos

O objetivo do trabalho é conectado aos instrumentos utilizados para o estudo de caso de uma empresa escolhida e que foram não-estruturados, com liberdade para desenvolver a situação, com foco e permissão para explorar melhor a abrangência da questão, com flexibilidade da obtenção de dados, em fontes documentais ou mesmo pela compreensão dos dados obtidos, informações mais adequadas e precisas, e sua quantificação para tratamento estatístico, com gráficos e relatórios.

1.4.3 Procedimentos

A abordagem prévia conduziu o processo da pesquisa durante a realização dos procedimentos com a análise dos dados, para a implantação do TPM, por meio de ferramentas como os 5s, e após a sua utilização foi caracterizado à Gestão da Manutenção sua significativa importância, e que este tipo de procedimento teria sucesso em relação ao comparativo pelos procedimentos normais e corriqueiros da empresa, anteriores ao novo sistema e em relação à pesquisa-ação.

Conforme especifica Marconi e Lakatos (2004), o procedimento se dá no próprio ambiente de pesquisa e passa a ser observado como objeto de pesquisa e com a interação dos sujeitos com os dados do estudo.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente estudo está organizado da seguinte maneira:

Capítulo 1 – Introdução

Compõe-se de breve introdução a respeito do tema do trabalho, constando a justificativa, caracterização da metodologia, objetivos e estrutura do trabalho.

Capítulo 2 – Referência Bibliográfica

Possui a teoria escrita por autores chaves de todos os temas tratados no desenvolvimento do trabalho relacionados a manutenção.

Capítulo 3 – Desenvolvimento

É apresentado sobre a empresa e o departamento de manutenção e as estratégias adotadas pela mesma.

Capítulo 4 – Resultados

Retrata os resultados obtidos a partir das estratégias adotadas pela empresa no departamento de manutenção.

Capítulo 5 – Análise dos Resultados

Expressa a análise do autor em relação aos resultados obtidos apontando as oportunidades.

Capítulo 6 – Conclusão

Discorre-se a respeito das estratégias adotadas, sendo a sua importância e os benefícios adquiridos com a aplicação das tais estratégias.

2 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

2.1 DEFINIÇÃO

Manutenção, segundo Branco (2006, p. 82), trata-se de ações técnicas e administrativas que visam preservar o estado funcional de um equipamento ou sistema, ou ainda ações para recolocar o equipamento ou sistema a um estado funcional no qual permita cumprir a função para o qual foi projetado.

2.2 EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO

De forma inconsciente a manutenção, é realizada desde os primórdios dos tempos, tarefas como conservação de utensílios e ferramentas até chegar nos dias atuais onde a manutenção é mais participativa desde o início do projeto, prolongando a vida útil de equipamentos e instalações, garantindo a máxima eficiência e qualidade dos produtos e serviços.

2.2.1 Primeira Geração

Antecede a Segunda Guerra Mundial, neste período a indústria apresentava como característica ser pouco mecanizada, os equipamentos eram simples, com pouca automação e na grande maioria superdimensionados. A questão produtividade não era prioridade, consequentemente, não era necessária manutenção sistemática. Apenas manutenção corretiva, como limpeza, lubrificação e reparos após a quebra. (KARDEC & NASCIF, 2009, p.4).

2.2.2 Segunda Geração

O período pós-guerra trouxe esta nova geração, em que a tolerância com atrasos diminuiu e a exigência de produtividade aumentou (MOUBRAY, 1997). Após a Segunda Guerra Mundial até os anos 60, a demanda por diversos tipos de produtos aumentou significativamente e na contramão a mão de obra industrial teve uma

redução considerável. Como respostas a diversidades, o nível de mecanização e complexidade das instalações industriais teve um forte aumento (KARDEC & NASCIF, 2009, p.4)

Neste período fica evidente a necessidade de maior disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos. O segmento industrial estava dependente do bom funcionamento dos maquinários, com isso, surge o conceito de manutenção preventiva. Nesta década as manutenções eram realizadas em um intervalo fixo (KARDEC & NASCIF, 2009, p.4).

2.2.3 Terceira Geração

Na década de 70 com a tendência da utilização de sistemas “Just-in-time” acelerou o processo de mudança nas indústrias. A cada paralisação de produção, diminui a capacidade de produção, aumentando custos e afetando a qualidade dos produtos e impactando toda a cadeia.

Cada vez mais as falhas provocam sérias consequências na segurança e no meio aumento, em um momento onde os padrões de exigência nesses quesitos aumentaram rapidamente. A terceira geração implicou no conceito de manutenção preditiva (KARDEC & NASCIF, 2009, p. 5).

2.2.4 Quarta Geração

Por ser um tema novo ainda não temos muitas obras a respeito. Com o avanço das tecnologias, e o nascimento da indústria 4.0 a manutenção deu mais um passo rumo a excelência,

A quarta geração traz uma redefinição do conceito de Ativo com um grande foco na gestão de riscos associados. Novas técnicas preditivas e maior acuracidade na medição e demonstração dos resultados, assim como aumento da confiabilidade humana, devido a recursos tecnológicos aplicados a manutenção.

2.3 TIPOS DE MANUTENÇÃO

Os tipos de manutenção são classificados de acordo com a situação e intervenção realizada em um ativo. Os principais estudados atualmente e expostos pelos principais autores são: manutenção corretiva planejada e manutenção corretiva não planejada, manutenção preventiva, manutenção preditiva, manutenção detectiva e engenharia de manutenção.

2.3.1 Manutenção Corretiva

É o tipo de manutenção mais antigo e mais simples. Trata-se da intervenção para correção da falha ou da baixa eficiência produtiva, nem sempre a manutenção corretiva é necessariamente, a manutenção de emergência.

Segundo Kardec e Nascif (2009, p. 36) “Manutenção Corretiva é a atuação para a correção ou do desempenho menor que o esperado”.

Pode-se dizer que a Manutenção Corretiva é dívida em duas:

- Não Planejada;
- Planejada.

2.3.1.1 Manutenção corretiva não planejada

É a correção da falha ao acaso, é caracterizada pela atuação de um fato já ocorrido, sendo por uma falha ou por um desempenho abaixo do esperado. Implica em altos custos, devido perda de produção, peças sobressalentes, hora extras, tempo de manutenção elevado e disponibilidade e confiabilidade baixa.

O custo da manutenção corretiva é estimado em 3 vezes maior do que se for realizado de modo programado ou preventivo.

Para Kardec &Nascif (2009, p.37) *“Manutenção Corretiva Não Planejada é a correção da FALHA de maneira ALEATÓRIA”*

2.3.1.2 Manutenção corretiva planejada

Ocorre quando a manutenção é preparada, por exemplo, pela decisão gerencial de operar até a falha ou em função de um acompanhamento preditivo (KARDEC & NASCIF, 2009, p.38). Pelo próprio nome que é planejado, entende-se que tudo o que é planejado, tende a ter um custo menor, mais seguro e com maior eficiência.

2.3.2 Manutenção Preventiva

Voltada para minimizar e evitar que a falha ocorra, através de manutenções realizadas em intervalos de tempos predefinidos. Nem sempre os fabricantes fornecem dados precisos para os planos de manutenção preventiva. As condições operacionais e ambientais influenciam na expectativa de desgaste dos equipamentos, a definição do intervalo de tempo entre as manutenções preventivas deve ser estipulada para cada instalação.

Ainda segundo Kardec &Nascif (2009, p.40) esse método leva à existência de duas situações dispostas na fase inicial.

a) Ocorrência de falha antes de completar o período estimado
b) Abertura do equipamento e reposição de componentes prematuramente.

2.3.3 Manutenção Preditiva

Conhecida como Manutenção Sob Condição ou como Manutenção com Base no Estado, é a primeira quebra de paradigma acerca do tema manutenção é definida pela atuação com base em parâmetros de condição ou desempenho por meio de equipamentos de análise, extraindo o maior aproveitamento do ativo e aumentando o tempo produtivo, consequentemente reduzindo o custo de manutenção e identificando o momento certo para intervenção (KARDEC & NASCIF, p. 42).

É o método que oferece os melhores resultados, pois intervém o mínimo possível, somente quando necessário. Porém para adoção desse plano são necessárias algumas condições

- Equipamento deve permitir algum tipo de monitoramento/medição.

- Equipamento deve merecer esse tipo de ação, devido aos custos envolvidos.
- As falhas devem ser provenientes das causas que possam ser monitoradas e sua progressão acompanhada
- Estabelecido um programa de acompanhamento, análise e diagnósticos sistematizados.

2.3.4 Manutenção Detectiva

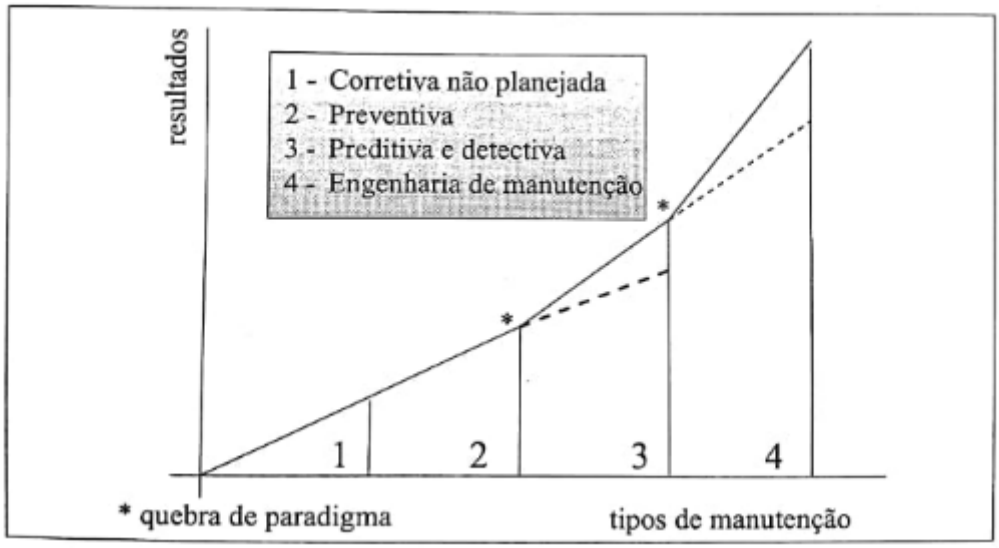
O termo manutenção detectiva vem da palavra “detectar” e começou a ser mencionado na década de 90. O objetivo deste tipo de manutenção é aumentar a confiabilidade dos ativos, é caracterizada pela intervenção em sistemas de proteção para detectar falhas ocultas e não perceptíveis aos olhos da equipe operacional. (KARDEC & NASCIF, 2009, p.44)

É importante especialmente se o nível de automação dentro da planta aumenta ou se o processo é crítico e não suporta falhas. Na manutenção detectiva, os mantenedores fazem verificações sem tira-los de operação, são capazes de detectar a falhas ocultas e preferencialmente corrigir a situação, ainda com o sistema operando.

2.3.5 Engenharia De Manutenção

Significa uma mudança cultural, é a segunda quebra de paradigma na Manutenção. Basicamente, é deixar de ficar consertando continuamente, para procurar as causas, modificar situações permanentes de mau desempenho, melhorar padrões e sistemáticas e desenvolver a manutenibilidade. Engenharia de Manutenção significa perseguir benchmarks, aplicar técnicas modernas e estar nivelado com a manutenção Classe Mundial.

Figura 1- Resultados x Tipos de Manutenção



Fonte: KARDEC & NASCIF (2009)

Na figura 1 é possível identificar o resultado esperado para cada tipo de manutenção, onde fica evidente que os resultados obtidos realizando manutenção preditiva e engenharia de manutenção é consideravelmente superior aos demais.

2.4 GESTÃO ESTRATÉGICA DA MANUTENÇÃO

De acordo com KARDEC & NASCIF (2009, p. 10) visando cenários cada vez mais desafiadores, cercada por uma economia globalizada e competitiva. A manutenção surge como uma atividade fundamental no processo de produção, em que precisa ser cada vez mais proativa.

No momento atual, a Manutenção existe para que não seja mais necessária a manutenção; falando neste cenário da manutenção corretiva não planejada. Para isto, o pessoal da área precisa estar preparado e aprovisionado para evitar falhas e não para corrigir.

Esta mudança estratégica reflete nos resultados operacionais, tais como:

- Aumento da disponibilidade;
- Aumento do faturamento e do lucro;
- Aumento da segurança pessoal e das instalações;
- Redução da demanda de Serviços;
- Redução de custos;

- Redução de lucro cessante;
- Preservação ambiental.

Alguns instrumentos gerenciais estão à disposição dos homens de manutenção, CCQ, TPM, GQT entre outros. No entanto, segundo Kardec&Nascif (2009, p. 10), são apenas ferramentas e sua utilização não são sinônimos de bons resultados. Para que sua utilização seja efetiva é necessário estar ligado com a correta definição da Missão da Manutenção, os conceitos básicos e seus novos paradigmas. Dentro deste cenário a utilização dessas ferramentas trará certamente bons resultados.

Kardec &Nascif (2009) citam algumas “Best Practices” melhores práticas de gestão de manutenção:

- Nos diversos níveis, gerentes e supervisores devem liderar o processo de sensibilização, treinamento, implantação e auditoria das melhores práticas de SMS – Saúde, Meio Ambiente e Segurança;
- A gestão deve ser baseada em itens de controle empresariais: disponibilidade, confiabilidade, meio ambiente, custo, qualidade, segurança e outros específicos, com análise crítica periódica;
- Priorização e análise crítica das intervenções com base na disponibilidade, confiabilidade operacional e resultado operacional;
- Uso de mão de obra qualificada e certificada;
- Ênfase na manutenção preditiva acoplada aos “softwares” de diagnósticos;
- Adesão do programa de Manutenção Produtiva Total – TPM;
- Adesão da ferramenta MCC – Manutenção Centrada em Confiabilidade;
- Procedimento Operacional para os principais trabalhos.

2.4.1 Planejamento E Controle Da Manutenção (Pcm)

A manutenção tem grande importância para a produção, no sentido de contribuir positivamente para atingir as metas traçadas. Portanto, o planejamento deve estar de acordo com os objetivos da organização e também de forma implícita gerar lucros.

De acordo com Souza (2008, p.69) existem cinco elementos básicos de competitividade, que contribuem significativamente para o desempenho da empresa. Sendo eles a gestão da função manutenção com base na qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custos.

Segundo Branco Filho (2008, p.82) o PCM consiste em ações para preparar, programar, verificar o resultado da execução das atividades de manutenção versus valores preestabelecidos e adotar medidas de correção dos desvios. O Planejamento e Controle de Manutenção é uma ferramenta de fundamental importância para tomadas de decisões.

Ainda, de acordo com Branco Filho (2008, p. 82) define Planejamento da seguinte forma: “Processo que leva estabelecimento de um conjunto de coordenado de ações visando à consecução de determinados objetivos” Sobre programação define: “O plano de trabalho de uma empresa ou organização para ser cumprido ou executado dentro de um determinado período de tempo” Quanto ao controle: “Fiscalização exercida sobre atividades de pessoas ou departamentos para que não se desviem de normas preestabelecidas. Deve incluir atividades de correção de eventual desvio. ”

Para efetividade do PCM, é fundamental a estruturação de um sistema de Planejamento e Controle, podendo ser informatizado ou até mesmo manual, que de acordo com Kardec & Nascif (2009, p.69) até os anos de 1970 no Brasil todos os sistemas eram manuais, a mudança de cenário ocorreu somente após a utilização de computadores de grande porte. Porém, somente com o desenvolvimento de microcomputadores, juntamente com a maior oferta de softwares, que os sistemas informatizados ganharam força em empresas de todos os tamanhos.

Sobre o uso de sistemas, de acordo com a ABRAMAN, a tabela 1, retirada do Documento Nacional “A situação da Manutenção no Brasil” mostra que em 2009 boa

parte das empresas, cerca de 20,45% ainda utilizavam apenas planilhas eletrônicas na manutenção ou não utilizavam nenhum tipo de programa.

Tabela 1 - Tipos de Programas utilizados na Manutenção

Tipos de Programas (Soft) Utilizados na Manutenção (% de Respostas)						
Ano	Próprio	Externos Adaptados	Externo Pacotes	Próprio e Externos	Só Planilhas Eletrônicas	Não Utiliza Software
2009	11,36	18,18	35,80	14,20	18,75	1,70
2007	12,63	16,32	35,79	20,53	13,16	1,58
2005	17,60	19,20	24,80	20,80	13,60	4,00
2003	20,14	11,51	34,53	18,71	11,51	3,60
2001	18,59	17,31	19,87	33,33	5,77	5,13
1999	23,85	13,85	26,15	24,62	8,45	3,08
1997	25,19	20,74	11,85	28,15	8,15	5,92
1995	46,89	12,43	16,95	23,73	-	-

Fonte: ABRAMAN (Associação Brasileira de Manutenção), 2009.

De acordo com a tabela 2, podemos identificar os benefícios e as desvantagens do uso de um sistema informatizado versus o sistema manual:

Tabela 2 - Controle Manual versus Informatizado

	Controle Manual	Controle Informatizado
Benefícios	✓ É de fácil e rápida implantação e execução ✓ Custo baixíssimo ✓ Permite uma visão global da manutenção ✓ Aceita menor envolvimento do pessoal para implantação	✓ Processamento de grandes volumes de informações, o que torna mais fácil a apresentação de relatórios ✓ É mais confiável ✓ Torna mais rápida a pesquisa de dados históricos dos equipamentos ✓ Os programas permitem um levantamento atualizado do que está acontecendo e quanto está custando
Desvantagens	✓ Dispersão dos dados ✓ Necessidade de um grande número de pessoas para fornecer os dados	✓ Os custos e prazos para implantação são maiores ✓ Maiores cuidados no treinamento dos responsáveis pelos dados ✓ Perda da noção de conjunto do plano de manutenção ✓ Eventuais rejeições por parte dos colaboradores, por não gostarem de fazer "trabalhos de mesa"

Fonte: REIS et al., 2010

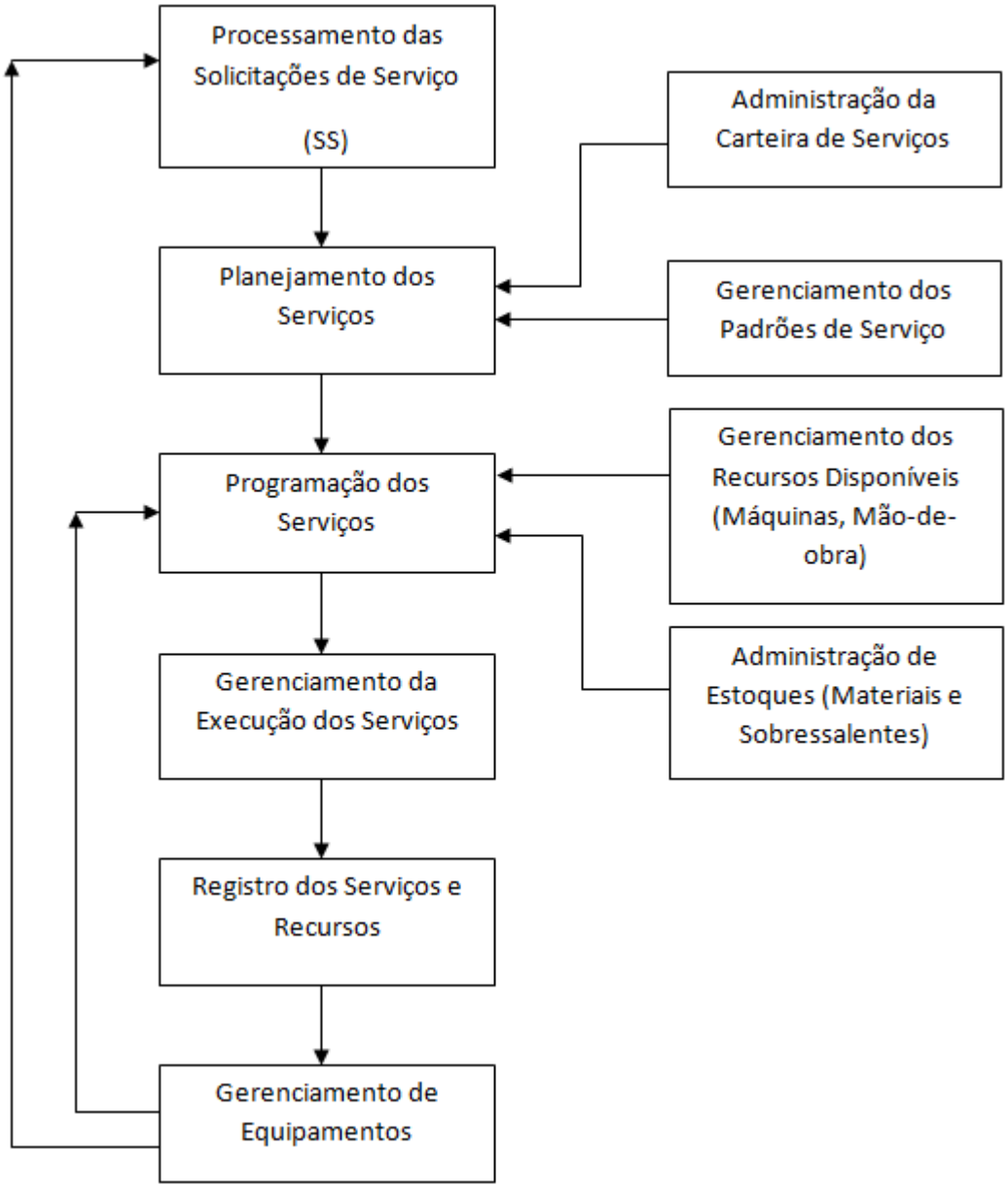
Utilizando o modelo informatizado ou manual, devem identificar claramente os seguintes pontos segundo Kardec &Nascif (2009, p.78):

- quais serviços serão feitos;
- quando serão feitos;
- quais recursos serão necessários;
- quando tempo;
- quais serão os custos;
- quais materiais serão aplicados;
- que máquinas, dispositivos e ferramentas serão necessárias.

Se bem estruturado, o sistema permitirá o nivelamento de mão de obra, consolidação do histórico de informações e ainda priorização dos trabalhos, afirma Kardec &Nascif (2009, p.79).

O software consiste em alguns módulos básicos que compõem o sistema de planejamento e controle de manutenção, conforme mostra Kardec &Nascif (2009, p.71) através da figura 2 abaixo:

Figura 2 - Planejamento e Controle de Manutenção



Fonte: KARDEC & NASCIF (2009)

De acordo com a figura 2 temos os seguintes processos:

1) Processamento das Solicitações de Serviços;
2) Planejamento dos Serviços;
3) Programação dos Serviços;
4) Gerenciamento da Execução dos Serviços;
5) Registro dos Serviços e Recursos;
6) Gerenciamento de Equipamentos;
7) Administração da Carteira de Serviços;
8) Gerenciamento dos Padrões de Serviço;
9) Gerenciamento de Recursos;
10) Administração de Estoques.

De modo geral, o planejamento de manutenção tem grande impacto nos tempos e custos de manutenção, consequentemente melhora a qualidade dos serviços prestados ao cliente. Juntamente com o PCM é importante a utilização de indicadores, desta forma o ciclo estará sempre em melhoria contínua.

2.5 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM)

Nos anos 60 com o surgimento do Just in Time, a empresa Nippondeson, fornecedora de componentes eletrônicos para Toyota desenvolveu a ferramenta TPM – Total Produtive Maintenance, conhecida no Brasil por MPT – Manutenção Produtiva Total, tendo como principal objetivo melhorar a confiabilidade dos equipamentos e aumentar a qualidade dos processos, viabilizando assim o programa Just in Time. Em solo brasileiro foi apresentado pela primeira vez em 1986.

O TPM é uma filosofia de trabalho com dependência de envolvimento nos diferentes níveis da organização. Para Moraes (2004) existem três características importantes:

- Reconhecimento da manutenção como atividade geradora de lucros para organização;
- Integração e otimização de políticas de manutenção, melhorando a eficiência global dos equipamentos;

- Promoção e incentivo à cultura do envolvimento dos operadores com a manutenção (manutenção espontânea), agregando novas capacidades e aperfeiçoando os diagnósticos do equipamento.

Para Kardec e Nascif (2009) as fábricas do futuro serão dotadas de automação, com isso é necessário o desenvolvimento das pessoas para conduzir os processos. A partir daí, sugere que o perfil dos empregados deve ser adequado através de treinamento/capacitação, a fim de promover as modificações em máquinas e equipamentos visando à melhoria no resultado global

.

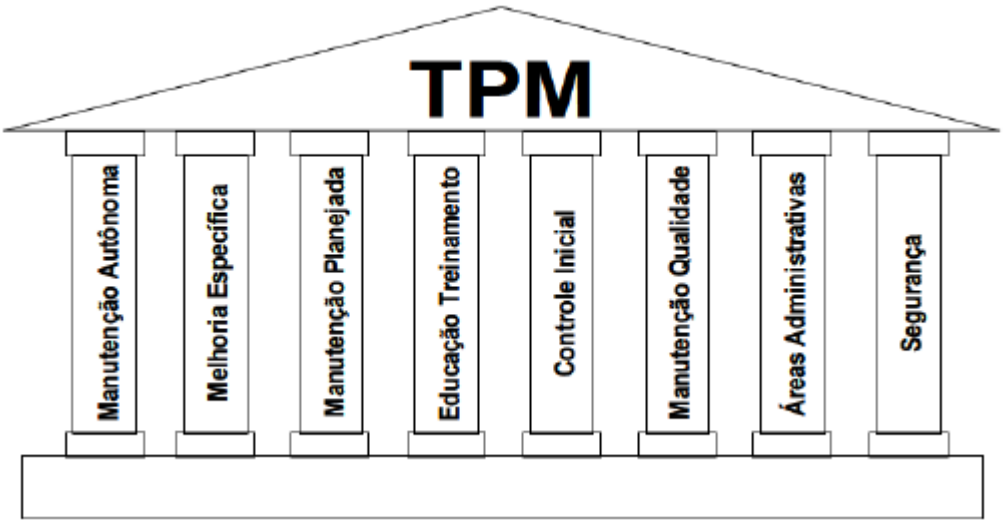
Tabela 3 - Responsabilidade/Função

OPERADORES	Execução de atividades de manutenção de forma espontânea (lubrificação, regulagens...)
PESSOAL DE MANUTENÇÃO	Execução de tarefas na área de mecatrônica
ENGENHEIROS	Planejamento, projeto e desenvolvimento de equipamentos que “não exijam manutenção”

Fonte: Manutenção – Função Estratégica
Autor: Kardec e Nascif (2009)

Independente da empresa, a metodologia possui alguns princípios, conhecido como pilares, que devem ser considerados para sua implementação. Moraes (2004, p.40) aponta 8 pilares, sendo eles: “Melhoria Focada ou Especifica”, “Manutenção Autônoma”, “Manutenção Planejada”, “Treinamento e educação”, “Gestão antecipada”, “Manutenção da Qualidade”, “Segurança, saúde e o meio ambiente” e “Melhoria dos processos”.

Figura 3 - Os Pilares do TPM



Fonte: Kardec e Nascif (2009 p.185)

A JIPM define os oito pilares do TPM, objetivando a eliminação das perdas. Kardec & Nascif (2009) define cada pilar da seguinte forma.

1) Manutenção Autônoma: Autogerenciamento, proativo, elaboração e cumprimento de padrões, conscientização da filosofia TPM.
2) Manutenção Planejada: Planejamento e controle de manutenção eficaz, treinamento em técnicas de planejamento, uso de software mecanizado de planejamento diário e do planejamento de paradas.
3) Melhorias Específicas: Reduzir problemas para melhorar o desempenho, fica evidente na tabela abaixo onde Kardec e Nascif (2009) expõem os sintomas e os efeitos.

Tabela 4 - Melhorias Específicas

REDUZIR	PARA	AUMENTAR
VIBRAÇÃO RUÍDO TEMPERATURA CONSUMO DE ENERGIA INTERRUPÇÕES TEMPO DE PARADA CUSTO		RENDIMENTO VIDA ÚTIL CONFIABILIDADE VELOCIDADE DISPONIBILIDADE

Fonte: Manutenção Função Estratégica

Autor: Kardec e Nascif (2009)

4) Educação e Treinamento: Ampliar a capacitação técnica, gerencial, comportamental dos envolvidos, operadores, mantenedores.
5) Controle inicial: Estabelecimento de sistema de gerenciamento da fase inicial para novos projetos. Eliminar falhas no princípio, implantar sistemas de monitoramento.
6) Manutenção da Qualidade: Estabelecimento de um programa de zero defeitos
7) Áreas Administrativas: Implementação de um programa de TPM nas áreas administrativas, visando o aumento de sua eficiência.
8) Saúde, Segurança e Meio ambiente: Implementação de um sistema de saúde, segurança e meio ambiente.

A implantação do TPM obedece normalmente ao esquema apresentado na tabela 5, segundo Kardec &Nascif (2009):

Tabela 5 - Fases de Implementação do TPM

Fase	N°	Etapa	Ações
PREPARATÓRIA	1	Comprometimento da alta administração	Divulgação do TPM em todas as áreas da empresa Divulgação através de jornais internos
	2	Divulgação de treinamento inicial	Seminário interno dirigido a gerentes de nível superior e intermediário Treinamento de operadores
	3	Definição do Órgão ou Comitê responsável pela implantação	Estruturação e definição das pessoas do Comitê de Implantação
	4	Definição da Política e Metas	Escolhas das metas e objetivos a serem alcançados
	5	Elaboração do Plano Diretor de Implantação	Detalhamento do plano de implantação em todos os níveis
Introdução	6	Outras atividades relacionadas com a introdução	Convite a fornecedores, clientes e empresas contratadas
IMPLEMENTAÇÃO	7	Melhorias em máquinas e equipamentos	Definição de áreas e/ou equipamentos e estruturação das equipes de trabalho
	8	Estruturação em máquinas e equipamentos	Implementação da Manutenção Autônoma, por etapas de acordo com o programa Auditoria de cada etapa
	9	Estruturação do Setor de Manutenção e condução da Manutenção Preditiva	Condição da Manutenção Preventiva Administração Plano MPd Sobressalentes, Ferramentas, Desenhos...
	10	Desenvolvimento e capacitação do pessoal	Treinamento do pessoal de operação para desenvolvimento de novas habilidades relativas a manutenção Treinamento do pessoal de manutenção para análise, diagnóstico, etc. Formação de líderes Educação de todo o pessoal
	11	Estrutura para controle e gestão dos equipamentos numa fase inicial	Gestão do fluxo inicial LCC (Life Cycle Cost)
Consolidação	12	Realização do TPM e seu aperfeiçoamento	Candidatura ao Prêmio PM Busca de objetivos mais ambiciosos

Fonte: Kardec &Nascif (2009)

As seis grandes perdas são fatores ocultos que influenciam diretamente na eficiência e produtividade do equipamento. O JIPM classificou-as da seguinte forma.

1) Perda por parada, devido à quebra/falha: originada da não manutenção ou intervenção incorreta. Deve ser eliminada;
2) Perda por mudança de linha e regulagens: causa paradas de produção, deve ser eliminada.
3) Perda por operação em vazio e micro paradas: causada por pequenas inatividades de produção;
4) Perda por queda de velocidade: redução no ciclo/velocidade de produção, por queda no bom funcionamento e/ou confiabilidade do equipamento;
5) Perda por defeitos gerados no processo de produção: causada por repetições de processos defeituosos e/ou retrabalhos;
6) Perda no início da operação: perda gerada por estabilização do processo, demandando tempo e estudo.

De forma resumida, podemos ver na tabela 6, as seis grandes perdas, suas causas e suas influências.

Tabela 6 - As Seis Grandes Perdas x Causas x Influência

#	As 6 Grandes Perdas	Causa da Perda	Influência
1	Quebras	Perdas por Paralisação	Tempo de Operação
2	Mudança de Linha		
3	Operação em Vazio e Pequenas Paradas	Perda por Queda de Velocidade	Tempo de Operação Efetivo
4	Velocidade Reduzida		
5	Defeito de Produção	Perda por Defeitos	Tempo Efetivo de Produção
6	Queda de Rendimento		

Fonte: O Autor

As organizações que adotam a metodologia TPM, com relação às perdas, devem focar em eliminar as principais causas relacionadas, de forma a atingir positivamente a eficiência global (OEE) do equipamento. Logo se torna simples de entender o foco do TPM em capacitar os operadores para que pratiquem a manutenção espontaneamente e trabalhem proativamente para melhoria das condições dos equipamentos.

2.6 MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE (RCM)

Segundo Flogiatto & Ribeiro (2009), a manutenção centrada em confiabilidade (MCC) é definida como um programa que reúne várias técnicas de engenharia para assegurar que os equipamentos de uma fábrica continuaram realizando as funções especificadas. Por ser uma abordagem sistemática e racional, a MCC têm sido reconhecidas como a forma mais eficiente de tratar questões de manutenção, permitindo que a manutenção alcance a excelência, aumentando a disponibilidade dos equipamentos, reduzindo custos relacionados e acidentes de trabalho.

Ainda para Flogiatto& Ribeiro (2009) a MCC está baseada em alguns pilares próprios, sendo:

I – Amplo envolvimento de engenheiros, operadores e técnicos de manutenção, caracterizando um ambiente de engenharia simultânea;

II – Ênfase no estudo das consequências das falhas, que direcionam todas as tarefas de manutenção;

III – Abrangência das análises, que consideram questões associadas à segurança, meio ambiente, operação e custos;

IV – Ênfase nas atividades proativas, envolvendo tarefas preditivas e preventivas;

V – Aumentar a confiabilidade do sistema, eliminando as falhas escondidas.

De acordo com Moubray (1997), existem sete questões que devem ser contempladas pelos programas de MCC:

1) Quais as funções e padrões de desempenho esperados para os equipamentos?

As funções dos equipamentos são a estrutura do programa MCC, todos devem compreender o que é esperado de cada ativo, as funções que deve manter e o padrão a ser cumprido durante todo o ciclo de vida. Cada equipamento possui funções primarias que corresponde a ação que o equipamento deve fazer em primeiro lugar, utilizando um motor como exemplo, sua função primaria é mover uma esteira transportadora, já a função secundaria, utilizando o mesmo exemplo do motor, sua

função secundaria é assegurar baixa vibração, baixo ruído, nenhum vazamento de óleo.

2) De que modo os equipamentos podem falhar?

Os modos de falhas correspondem a eventos já ocorreram ou que podem ocorrer que caracterizam a falha em atender a função requerida. É importante a participação da equipe operacional e de manutenção para identificação dos modos de falha.

3) O que causa cada falha funcional?

O número de detalhes de cada falha é importante para identificação do problema e focar as ações nas causas raízes. Neste âmbito o envolvimento de operadores e mantenedores, assim como a participação do fabricante é importante para correta identificação das causas.

4) O que acontece quando cada falha ocorre?

Para o programa MCC é importante conhecer o efeito de cada falha, logo, aborda (i) o que pode ser observado quando a falha ocorre, (ii) o tempo que o equipamento ria permanecer em falha, (iii) danos causados pela falha, sendo materiais, humanos, ou ambientais e (iv) o que pode ser feito para corrigir a falha.

5) De que forma cada falha interessa?

Na MCC a falha interessa no sentido de orientar as ações preventivas, definindo prioridades e intensidade das ações a fim de evitar que ocorram novamente.

6) O que pode ser feito para prevenir a falha?

A gestão de falhas ajuda a prevenir a falha, envolvendo tarefas proativas e reativas.

As proativas são conduzidas anteriormente a ocorrência da falha, conhecida como manutenção preventiva e preditiva. A reativa trata-se de lidar com componentes que apresentarem falhas. É utilizada quando não é viável utilizar a estratégia proativa.

7) O que deve ser feito quando não pode ser estabelecida uma atividade proativa?

Para esse fato, onde não é possível aplicar o uso de manutenção preventiva e preditiva, é importante a utilizar o método de procura de falhas, ou aplicar o redesenho de subsistemas, permitindo o uso de redundâncias ou alarmes que antecipem a falha potencial.

De acordo com Flogiatto& Ribeiro (2009), a Manutenção Centrada em Confiabilidade pode ser implementada em nove etapas, sendo elas:

Escolha da equipe; Capacitação em MCC; Estabelecimento dos critérios de confiabilidade; Estabelecimento da base de dados; Aplicação do FMEA e classificação dos componentes; Seleção das atividades de manutenção preventiva; Documentação dessas atividades; Estabelecimento de metas e indicadores; Revisão do programa de MCC.

2.7OS CINCO SENSOS “5S”

Para a eficácia dos programas de Manutenção Produtiva Total (TPM) e Manutenção Centrada em Confiabilidade (RCM), é importante uma base solida da ferramenta 5s já implementada, para facilitar e agregar valor nos resultados da organização. O 5s é derivado de cinco sensos descritos nas palavras japonesas: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketshu e Shitsuke. (CAMPOS, 1992).

KARDEC & NASCIF (2009) define os cinco sensos da seguinte forma:

1°S – Seiri (Organização): Descarte de materiais obsoletos, realocação em função da utilização; melhoria no aproveitamento dos espaços e eliminação do desperdício.

2°S – Seiton (Ordem): Manter máquinas, equipamentos, ferramentas em condições de utilização; identificar estoque, locais de guarda de peças e documentos com padrão de etiqueta para facilitar a visualização.

3°S – Seiso (Limpeza): Manter ambiente de trabalho limpo e criar rotina e habito de limpeza, visando eliminar a fonte de sujeira, reduzindo as chances de acidentes e deixando o ambiente agradável para o trabalho.

4°S – Seiketsu (Asseio/Higiene): Cumprir as normas de segurança, utilização de roupas limpas; manter a saúde física e mental, assim como a higiene corporal. Manter o ambiente de trabalho limpo como no terceiro senso.

5°- Shitsuke (Disciplina): Seguir os padrões da empresa e manter os quatro sensos; participar efetivamente dos eventos da empresa.

Segundo Campos (2004, p.38) com o 5s a possibilidade de melhorar o gerenciamento da rotina aumenta, assim como o impacto positivo nos objetivos e indicadores que passam a aparecer com facilidade, devido ao envolvimento do grupo de trabalho e melhoria do ambiente de trabalho.

2.8 INDICADORES

Para Branco Filho (2006), indicadores sãos dados estáticos relativos a um ou diversos processos no qual se deseja controlar. São utilizados para comparar e avaliar situações atuais com anteriores. Servem para medir o desempenho contra metas e padrões estabelecidos.

No departamento de manutenção podemos utilizar inúmeros indicadores, sendo indicadores de capacitação da manutenção, capacidade produtiva, desempenho de máquinas, mão-de-obra e financeiros, porém, será dado um enfoque nos indicadores abaixo.

2.8.1 MTBF

MTBF ou TMEF como é conhecido no Brasil, significa Tempo Médio entre Falha. É a média dos tempos entre o fim de uma falha até o início de outra falha. Segundo Branco Filho (2006) é utilizado apenas em equipamentos reparáveis e é calculado da seguinte forma.

$$MTBF = \frac{\Sigma \text{ tempo de produção}}{\text{número de paradas}}$$

Equação 1

2.8.2 MTTR

MTTR ou TMPR como é conhecido no Brasil, significa Tempo Médio para Reparo. É a média dos tempos de reparo de um sistema. Para Branco Filho (2006), indica o tempo médio que a equipe de manutenção leva para reparar um equipamento, ou seja, recolocar em pleno funcionamento.

$$MTTR = \frac{\Sigma \text{ tempo de reparo}}{\text{número de intervenções}}$$

Equação 2

2.8.3 Disponibilidade

Segundo Branco Filho(2006) disponibilidade é a probabilidade de um equipamento ou sistema estar disponível para uso, ou seja, liberado para produzir. Sua finalidade é indicar em média o tempo que um determinado equipamento fica disponível para produção. Tempo impacto no OEE e seu cálculo, ainda de acordo com Branco Filho (2006) é realizado da seguinte forma.

$$DISPONIBILIDADE = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Equação 3

2.8.4 Confiabilidade

Para Branco Filho (2006), é a probabilidade de uma máquina ou equipamento estar em condições de operação ou operando por um determinado período de tempo, ou seja, indicar aos gestores a chance de sucesso ou insucesso para determinada produção. Ainda segundo Branco Filho (2006), quanto maior o tempo de operação com o equipamento menor é a chance de sucesso e seu cálculo é realizado da seguinte forma.

$$CONFIABILIDADE = e^{-(TXFO.t)}$$

Equação 4

Onde:
e: 2,718281828 (base dos logaritmos neperiados)
TXFO: Taxa de falha
t: Tempo transcorrido desde a última falha

2.8.5 OEE (Overrall Equipment Effectiveness)

Este indicador de performance foi desenvolvido por Nakagima a partir da disseminação do TPM. Segundo Branco Filho (2006), pode ser medido pela produção total de componentes e entregues sem defeitos num determinado período de tempo, divido pela produção teórica no mesmo período. Para Cox (2002), o OEE define claramente o desempenho dos equipamentos, onde o resultado mostra quão eficiente está o processo produtivo, comparando as perdas com a produção desejada.

De acordo com Vince (2014) o OEE é um confronte de índices de Disponibilidade, Performance e Qualidade. O índice de Disponibilidade é a razão entre o tempo produzido e o tempo total disponível. O índice de Desempenho é o comparativo do desempenho do equipamento entre o que ele deve produzir e o que produz, ou seja, tempo de ciclo. O índice de Qualidade complementa o OEE, relacionando as peças boas produzidas e as peças que deveriam ser produzidas.

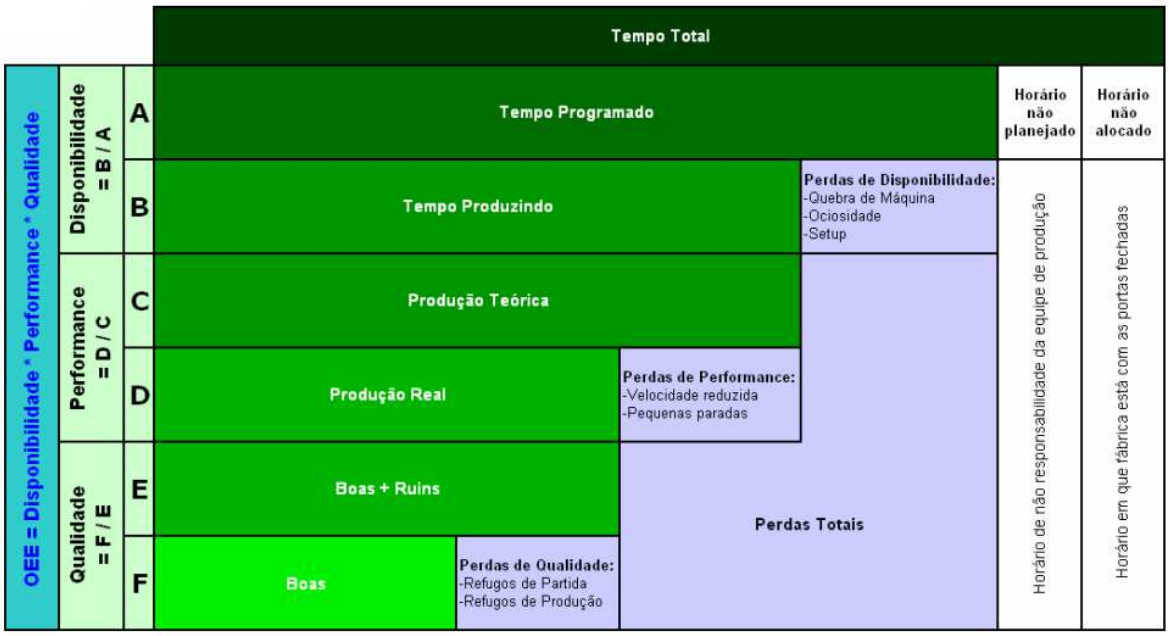
Com esses conceitos, temos a fórmula para extração do cálculo do OEE.

$$OEE = \left[\frac{T\ Produzindo}{T\ Programado} \times \left(\frac{Pçs\ boas + Pçs\ ruins}{T\ Produzindo\ (s)/\ Ciclo\ um\ pç\ (s)} \right) \times \frac{Pçs\ boas}{Pçs\ boas + Pçs\ ruins} \right] X\ 100$$

Equação 5

A figura 4 exemplifica o método para o cálculo do indicador:

Figura 4 - Método de Cálculo do OEE



Fonte: VINCE, 12 ago. 2014.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 A EMPRESA

A empresa em questão está situada na cidade Maringá no Paraná e atua no segmento de termoplástico mais especificamente processo de injeção, onde conta com cerca de 400 funcionários entre efetivos e terceiros, sendo que 80% são colaboradores diretos, ou seja, do departamento de produção. O parque fabril é composto por 50 máquinas injetoras de 8 marcas com capacidades que variam de 140 até 650 toneladas, além de periféricos que auxiliam no processo como esteiras, robôs e moinhos. É suportado por setores-chave como Manutenção, Ferramentaria, Qualidade, Logística, Controladoria e Supply Chain. Os principais clientes são Unilever, Coca-Cola, Nestlé, Jhonson & Jhonson, Procter & Gamble, O Boticário, Avon e Natura. A filosofia da empresa baseia-se em suprir, desenvolver e entregar soluções inovadoras para os seus clientes, através da melhoria contínua de seus processos.

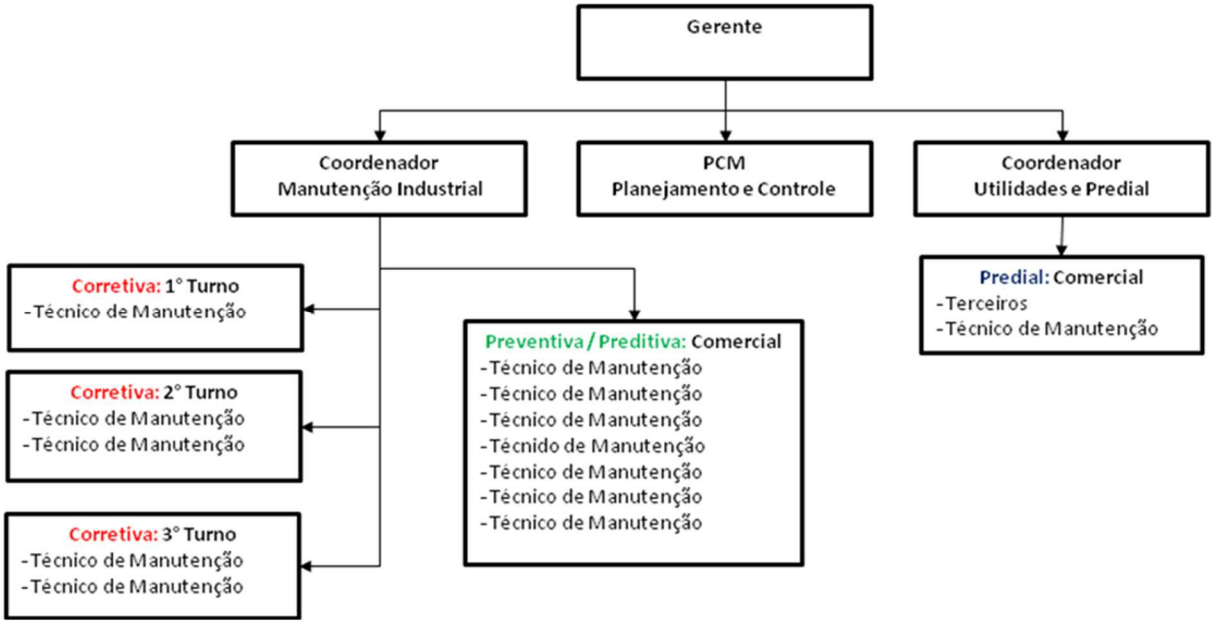
Figura 5 - Parque Fabril

Fonte: O autor

3.2 DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO

O departamento de manutenção atualmente é composto por 17 colaboradores, no entanto, há cinco anos o número, era de 21. Os 17 integrantes são divididos em Técnicos de Manutenção, Coordenador de Manutenção, Programador de Manutenção e Gerente de Manutenção. Podemos visualizar a disposição da equipe no organograma da figura 6.

Figura 6 - Organograma de Manutenção



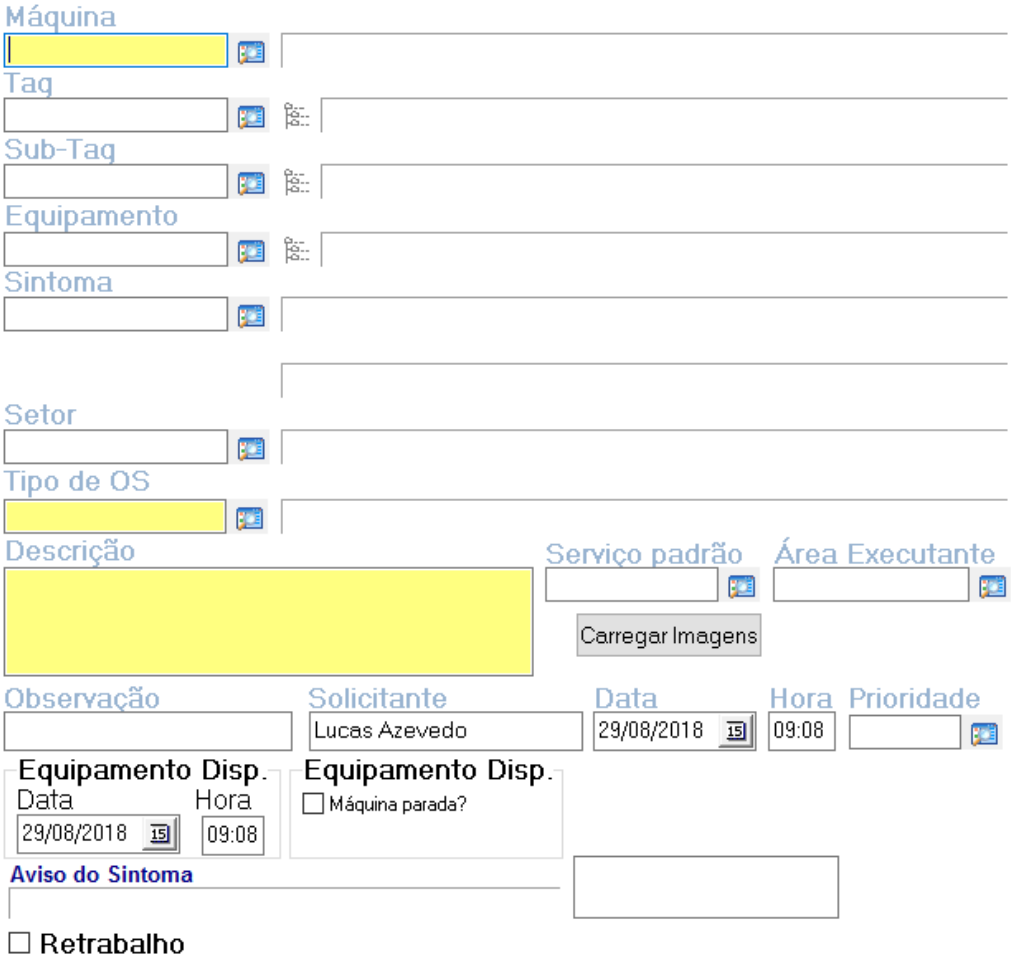
Fonte: O Autor

Para atender as demandas da planta de Maringá e visando manter a disponibilidade e confiabilidade a equipe de manutenção é dívida entre corretiva e preventiva, adotando ainda o uso de manutenção preditiva. Para auxiliar nessa gestão de serviços e demandas e ainda gerar histórico para tomada de decisões a empresa optou pelo uso de um software de gerenciamento de manutenção conhecido como SIGMA, fornecido pela Rede Industrial.

3.3 MANUTENÇÃO CORRETIVA

As manutenções corretivas são provenientes dos setores solicitantes, onde é necessário que o solicitante informe uma série de informações conforme imagem abaixo para gerar a solicitação de serviço (SS), com essas informações, é possível identificar o equipamento, tipo de falha, sintoma e uma breve descrição da falha/necessidade e a partir daí o Técnico de Manutenção entra em ação, aprovando a SS, realizando o serviço e concluindo a ordem de serviço (OS).

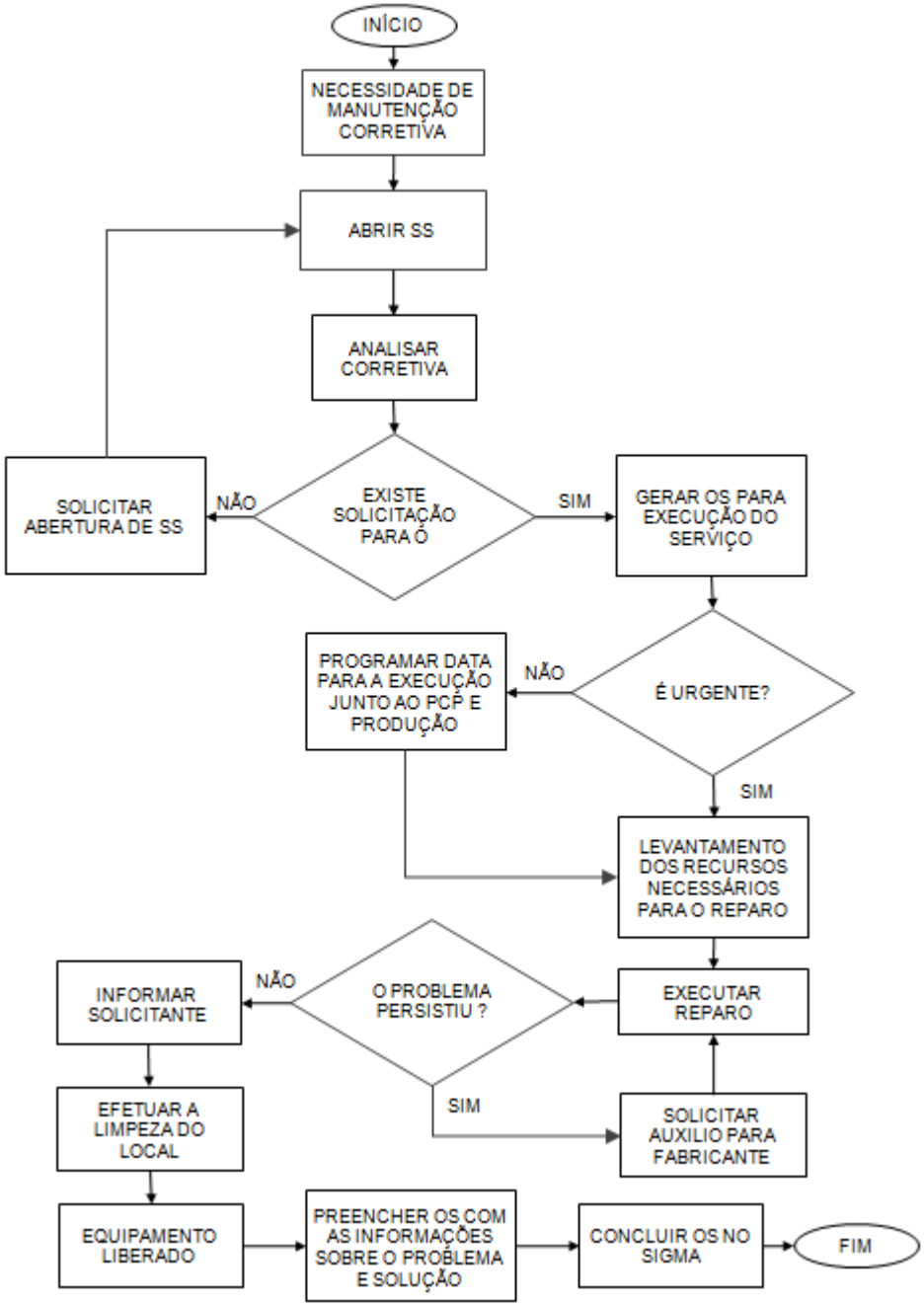
Figura 7 - Abertura de Solicitação de Serviço



Fonte: Sistema SIGMA

O fluxo de manutenção corretiva segue as seguintes etapas até a resolução da falha e retorno do equipamento para operação.

Figura 8 - Fluxo de Manutenção Corretiva



Fonte: O Autor

3.4 MANUTENÇÃO PREVENTIVA

A manutenção preventiva é programada com base no tempo e de acordo com a programação estipulada, uma vez por mês as injetoras passam por manutenção, as máquinas e datas definidas são negociadas juntamente com o PCP e o mapa de manutenção. O escopo de intervenção é gerado pelo sistema de gerenciamento, no qual possui as etapas e check-lists para que o Técnico de Manutenção possa realizar as atividades passo a passo e garantir a eficácia do serviço. Na figura 9 é possível visualizar uma OS de manutenção preventiva semestral gerada pelo SIGMA para a máquina denominada como IJ-122.

Figura 9 - Modelo de OS Preventiva

SIGMA - Preventiva 29/08/2018 09:11:32

Impressão Programação/Periódica - 566 Página:

APTAR

OS	**Nenhuma OS gerada para esta prog**		Prioridade - 0
Máquina	IJ-122-KRAUSS MAFFEI 300/1400 C2		
TAG	-		
Equipamento	-		
Preventiva	**MP-IJ-021**	PREVENTIVA SEMESTRAL INJETORAS KRAUSS MAFFEI	
Programação	566		
Grupo		-	Período Dia(s)
Area	EM	Elétrica, Mecânica e Automação	180 Dia(s)
Departamento	MAQUINAS	DEPARTAMENTO DE PRODUÇÃO	
Setor	IJ	INJETORAS	Tolerância:
Processo	OVER	OVERCAPS	2 Dia(s)
Centro de Custo	3320	Manutenção	
Disparo			
Funcionário		- Descrição não Informada	
Ultima Execu.	02/03/2018	Execução 29/08/2018	Emissão: 29/08/2018

Etapas

Ordem	Descrição	STATUS
001	Colocação e alinhamento	☐C ☐NC
002	Substituir o filtro de alimentação e ventilação no depósito de óleo hidráulico	☐C ☐NC
003	Verificar o grau de pureza do óleo	☐C ☐NC
004	Limpar filtro de água	☐C ☐NC
005	Platificação Regulação dos pontos zero (teste da função)	☐C ☐NC
006	Verificar se o acoplamento do fuso está bem fixo	☐C ☐NC
007	Limpar bloqueio da corrente de refluxo	☐C ☐NC
008	Limpar a esfera central - bloqueio da corrente de retorno	☐C ☐NC
009	Limpar cilindros de fuso	☐C ☐NC
010	Limpar o fuso	☐C ☐NC
011	Limpar cabeça do cilindro	☐C ☐NC
012	Verificar fecho do injector, lubrificar a articulação do cilindro de acionamento	☐C ☐NC
013	Lubrificar o apoio do cilindro de fuso	☐C ☐NC
014	Lubrificar as guias de êmbolo de injecção	☐C ☐NC
015	Lubrificar o apoio da haste do êmbolo	☐C ☐NC
016	Lubrificar accionamento eléctrico do fuso	☐C ☐NC
017	Limpar tecido filtrante do armário de distribuição	☐C ☐NC
018	Efetuar a limpeza do local e recolhimento de ferramentas e peças utilizadas.	☐C ☐NC

Legenda Status: - C = Status Conforme
- NC = Status Não Conforme

Executante :_____ Resp. Setor: _____

Fonte: Sistema SIGMA

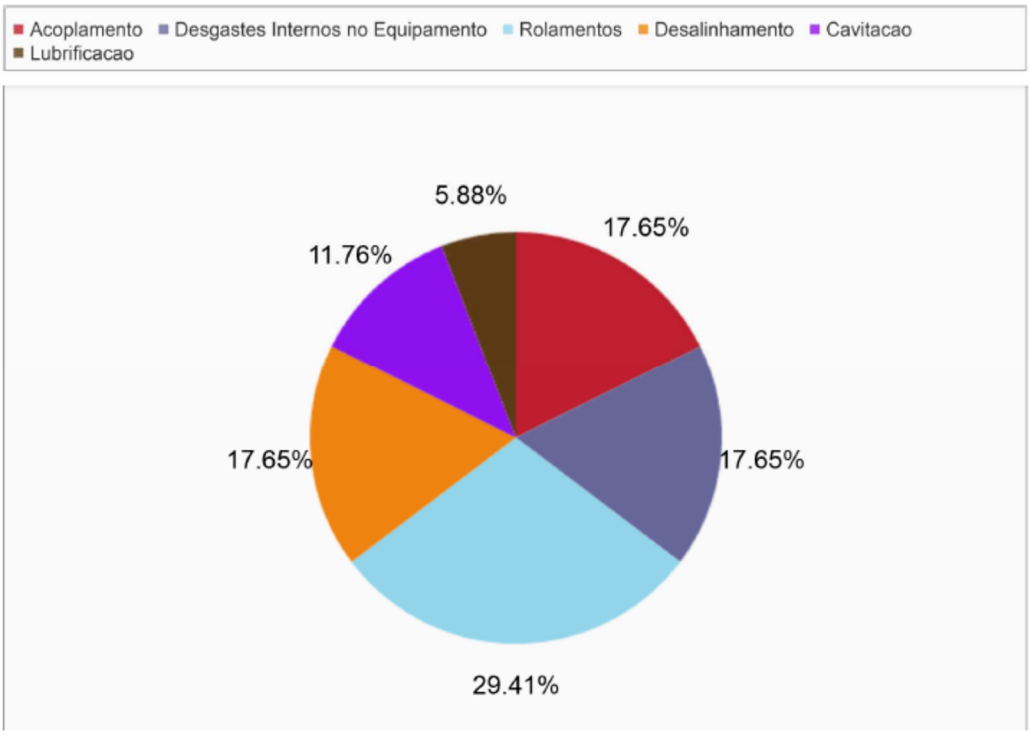
3.5 MANUTENÇÃO PREDITIVA

Ainda visando à garantia da disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos a empresa adota também estratégia de manutenção preditiva, realizada por empresa terceirizada. Ocorre através de instrumentos de medições onde é possível identificar ruídos e vibrações anormais, sendo uma vez por mês nos componentes vitais dos maquinários como motores elétricos e bombas hidráulicas. Em relação aos componentes elétricos como disjuntores e contatores uma vez por ano é realizado também por empresa terceirizada uma análise termográfica que é possível identificar o aquecimento dos itens.

Como base nessas atividades e nos relatórios fornecidos pela empresa é possível identificar os desvios e variações, assim como o histórico, acompanhamento do desgaste até chegar ao limite para realizar a troca de maneira planejada com o menor custo possível.

De acordo com as análises realizadas, o gráfico da figura 10 mostra que os maiores defeitos estão relacionados a rolamentos com 29,41%, seguido de acoplamento e desalinhamento com 17,65%.

Figura 10 - Gráfico/Problemas Preditiva



Fonte: Relatório (Empresa Terceirizada)

O relatório consta o histórico das últimas quatro medições, informando a situação do equipamento. O equipamento da figura 11, denominado IJ-118 encontra-se seguro de acordo com as medições:

Figura 11 - Histórico IJ 118 Preditiva

BOMBAS INJETORAS - INJETORA 118 - MT.MQ.118 - ME32			
16/05/2018	20/06/2018	19/07/2018	15/08/2018
Seguro	Seguro	Seguro	Seguro
Equipamento Seguro	Equipamento Seguro	Equipamento Seguro	Equipamento Seguro

Fonte: Relatório (Empresa Terceirizada)

Conforme as análises realizadas, foi constatado que o rolamento do motor da IJ-121 apresenta sinais de desgastes, sendo necessária a troca do item para evitar maiores danos ao equipamento caso o rolamento chegue ao ponto máximo da fadiga.

Figura 12 - Histórico IJ 121 Preditiva

BOMBAS INJETORAS - INJETORA 121 - MT.MQ.121 - ME29			
16/05/2018	20/06/2018	20/07/2018	15/08/2018
Perigo [P4]	Perigo [P2]	Sem medicao	Perigo [P2]
Motor Acoplamento com folga. Falha de lubrificacao nos rolamentos do motor. Lubrificar rolamentos e nova analise	Motor Acoplamento danificado (folgas ou desgaste) Ver comentario da analise.	Equipamento Sem medicao	Motor Rolamentos com sinais de desgaste Trocar rolamentos

Fonte: Relatório (Empresa Terceirizada)

Cada situação de perigo identificada é gerada um relatório aparte com mais informações sobre a máquina e o instrumento utilizado para medição, assim como os gráficos obtidos e os problemas.

Na figura 13, o cabeçalho do Relatório é possível identificar o modelo do instrumento utilizado, o equipamento que passou pela medição e data.

Figura 13 - Cabeçalho Relatório Preditiva

Relatorio Análise de Vibração ME2908/2018
15/08/2018

Área		**Peça**	MT.MQ.121
Setor	BOMBAS INJETORAS	**Tag**	ME29
Máquina	INJETORA 121	**Status**	PERIGO [P2]

Características do coletor

Movipack Advanced 01DB - No SÉRIE:20175

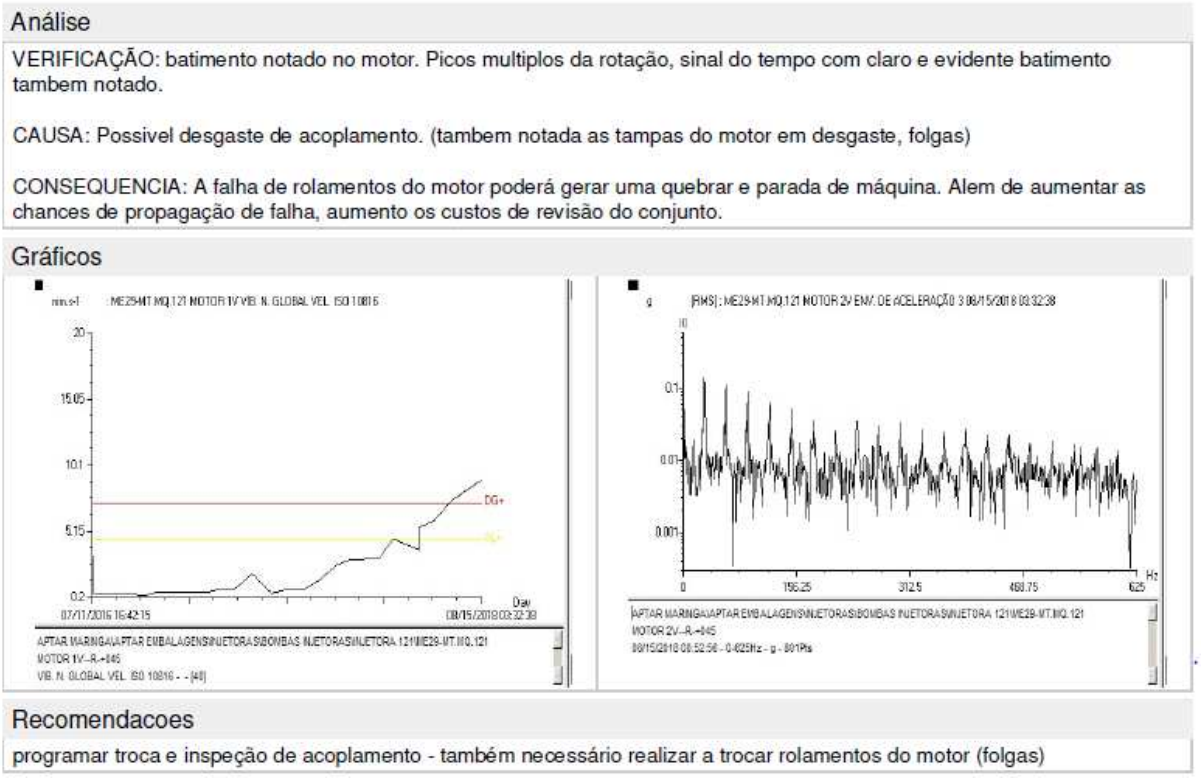
DATA DE CALIBRAÇÃO: **23/10/2017** (VALIDADE 1 ANO)

SOFTWARE: XPR-300 01DB - ACELERÔMETRO: ASH 201-A 100 mv/g

Fonte: Relatório (Empresa Terceirizada)

No corpo do relatório encontramos a parte de análise, causa, consequência do problema, recomendações para solucionar, assim como o gráfico obtido com as medições realizadas, conforme figura 14 abaixo.

Figura 14 - Corpo do Relatório Preditiva



Análise

VERIFICAÇÃO: batimento notado no motor. Picos multiplos da rotação, sinal do tempo com claro e evidente batimento tambem notado.

CAUSA: Possivel desgaste de acoplamento. (tambem notada as tampas do motor em desgaste, folgas)

CONSEQUENCIA: A falha de rolamentos do motor poderá gerar uma quebrar e parada de máquina. Alem de aumentar as chances de propagação de falha, aumento os custos de revisão do conjunto.

Gráficos

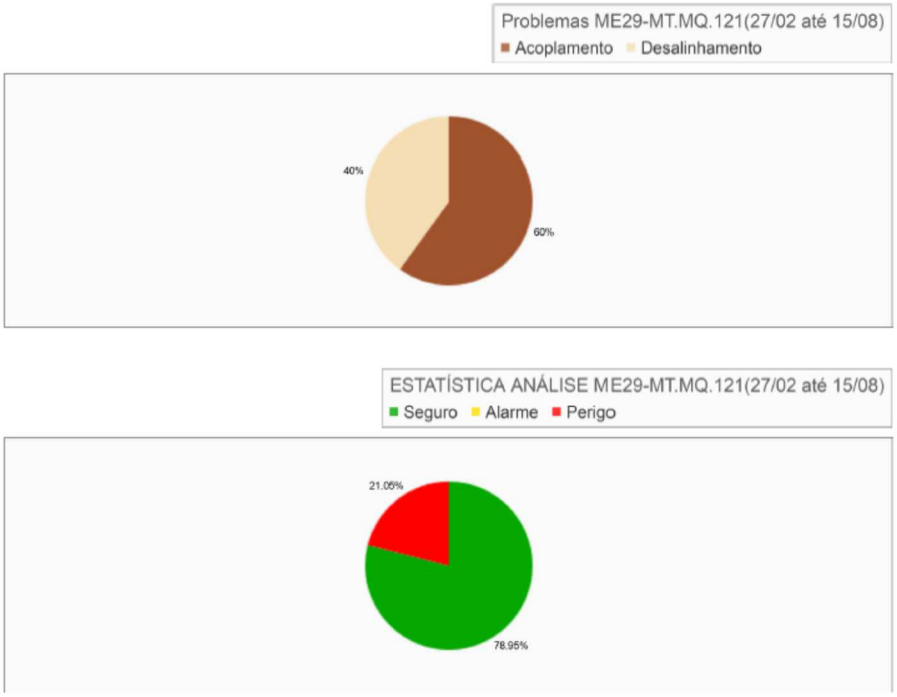
Recomendacoes

programar troca e inspeção de acoplamento - também necessário realizar a trocar rolamentos do motor (folgas)

Fonte: Relatório (Empresa Terceirizada)

Para concluir o relatório traz um gráfico com o histórico das últimas medições mostrando os maiores problemas, neste exemplo 60% são por acoplamento e 40% por desalinhamento e também um gráfico com a estatística das análises, sendo que 78,95% o equipamento estava seguro, apenas 21% em condições de perigo.

Figura 15 - Gráfico Preditiva



Fonte: Relatório (Empresa Terceirizada)

Para a análise termográfica o relatório segue o mesmo formato, conforme podemos ver na figura 16. Informações importantes como, máquina, localização, componentes elétricos, imagem térmica e imagem normal, a fim de identificar o ponto exato do aquecimento, no exemplo abaixo a temperatura de trabalho recomendada é na faixa de 70°C, porém, na medição foi identificado 85,1°C sendo necessária uma intervenção programada para analisar o defeito e realizar as ações necessárias.

Figura 16 - Relatório Termográfico

CLIENTE	
SETOR	INJETORAS
TAG/EQUIPAMENTO	INJETORA 310
LOCALIZAÇÃO	PAINEL ELÉTRICO
INFORMAÇÕES ADICIONAIS	DISJUNTOR TOMADA
TERMOGRAMA	IR0000588.IS2
DATA	18/07/2018
HORA	15:16

IMAGEM TÉRMICA	IMAGEM LUZ VISÍVEL
PONTOS DE TEMPERATURA °C	
TEMPERATURA MÁXIMA A0	85,1
TEMPERATURA RECOMENDADA	70,0
STATUS DE INTERVENÇÃO	P2-PROGRAMADA

DESCRIÇÃO DO DEFEITO: Mau contato entre terminal de cabo e conexão de entrada do disjuntor.

RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS: Melhorar prensagem do terminal, fazer limpeza e aperto adequado entre terminais de cabos e conexões do disjuntor.

Fonte: Relatório (Empresa Terceirizada)

3.6 O PROGRAMA 5S

Situações de desordem, desorganização e falta de recursos contribuem diretamente nos tempos de manutenção e na qualidade do serviço prestado. A empresa em questão adota o programa 5S para minimizar esses impactos negativos, obtendo um ambiente limpo, seguro e organizado para execução das tarefas do dia-a-dia.

Para garantir que os colaboradores estejam engajados com essa metodologia, foi criado um Comitê de 5S que é constituído por um membro de cada departamento, onde são responsáveis por treinamentos e auditorias realizadas. De acordo com os

requisitos da auditoria são atribuídos uma nota e premiações conforme o desempenho.

O programa 5S foi um passo importante e serviu de base para implementação da metodologia TPM, devido à cultura organizacional que foi criada buscando sempre a melhoria contínua.

3.7 METODOLOGIA TPM – MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

O TPM foi implantado na empresa no ano de 2013, contou com o apoio de uma consultoria para treinamento de pessoas chaves dos setores e criado o comitê da metodologia para auxiliar na implantação e o desenvolvimento dos pilares.

3.7.1 Pilar Educação e Treinamento

Este pilar é um dos mais importantes para efetividade dos demais, a empresa organizou juntamente com a consultoria a multiplicação da metodologia para o “chão de fábrica”. A manutenção se encarregou do treinamento técnico para os operadores, a rotina e os procedimentos para realizar cada tarefa, como lubrificar, inspecionar e limpeza.

Tabela 7 - Treinamento/Colaborador
Fonte: Recursos Humanos

	2016			2017			2018		
	HORAS TREINAMENTO	PESSOAS TREINADAS	MÉDIA/ COLABORADOR	HORAS TREINAMENTO	PESSOAS TREINADAS	MÉDIA/ COLABORADOR	HORAS TREINAMENTO	PESSOAS TREINADAS	MÉDIA/ COLABORADOR
JAN	187:25	102	1:50	163:25	98	1:40	308:00	192	1:36
FEV	145:00	134	1:04	341:00	134	2:32	66:30	141	0:28
MAR	505:30	220	2:17	677:00	225	3:00	708:00	239	2:57
ABR	644:00	177	3:38	829:00	200	4:08	1030:00	198	5:12
MAI	343:25	152	2:15	457:20	189	2:25	408:00	141	2:53
JUN	605:40	212	2:51	565:30	212	2:40	498:00	225	2:12
JUL	650:00	198	3:16	799:30	202	3:57	786:20	218	3:36
AGO	923:00	211	4:22	945:30	224	4:13	1104:40	234	4:43
SET	568:00	162	3:30	453:00	139	3:15	-	-	-
OUT	364:00	178	2:02	745:00	220	3:23	-	-	-
NOV	456:30	194	2:21	475:20	202	2:21	-	-	-
DEZ	78:30	102	0:46	89:30	110	0:48	-	-	-
	5471:00	170	32:10	6541:05	170	38:28	4909:30	170	28:52

A tabela 7 retrata os treinamentos realizados na empresa de diversos temas, inclusive TPM, os treinamentos são registrados como internos e externos, os internos ocorrem de forma espontânea quando algum colaborador domina algum tema ou

ferramenta e compartilha esse conhecimento com os demais, já o externo ocorre com apoio de algum terceiro especializado em determinado assunto. Os dados mostram o quanto a organização é preocupada com conhecimento das pessoas que fazem parte do negócio.

3.7.2 Pilar Segurança e Meio Ambiente

Desde a implantação, esse pilar vem evoluindo constantemente o passo mais importante foi a adequação da NR-12 dos equipamentos e treinamento sobre os novos sistemas de segurança para os operadores e mantenedores. Atualmente a empresa conta com um programa de EHS (Saúde, Segurança e Meio Ambiente) que possui uma matriz de performance de cada setor, baseada em alguns pontos como:

- Abertura de observação de segurança: Os registros de quase acidentes, são tratados como prioridade para corrigir o problema e evitar que o acidente ocorra.
- Realização de diálogos diários de segurança: O diálogo com a equipe é realizado com base em alguns temas, como, por exemplo, uso correto dos EPIs, movimentação de carga, trabalho a quente, trabalho em altura entre outros, com isso os participantes estarão preparados para evitar ou agir em situações de risco.
- Inspeções cruzadas: As inspeções são realizadas a fim de encontrar situações de riscos ou fora dos padrões de segurança e elencar para o setor inspecionado as não conformidades e soluções para corrigi-las. Desta forma todos os setores passam por essa inspeção e estarão com o tema segurança em foco na rotina.

Em relação ao meio ambiente e sustentabilidade, a empresa possui a ISO 14001 além de outros certificados como Landfill Free, isso mostra o quanto a organização se preocupa com o tema e está adequada de acordo com as normas existente e utiliza desses quesitos como fator diferencial.

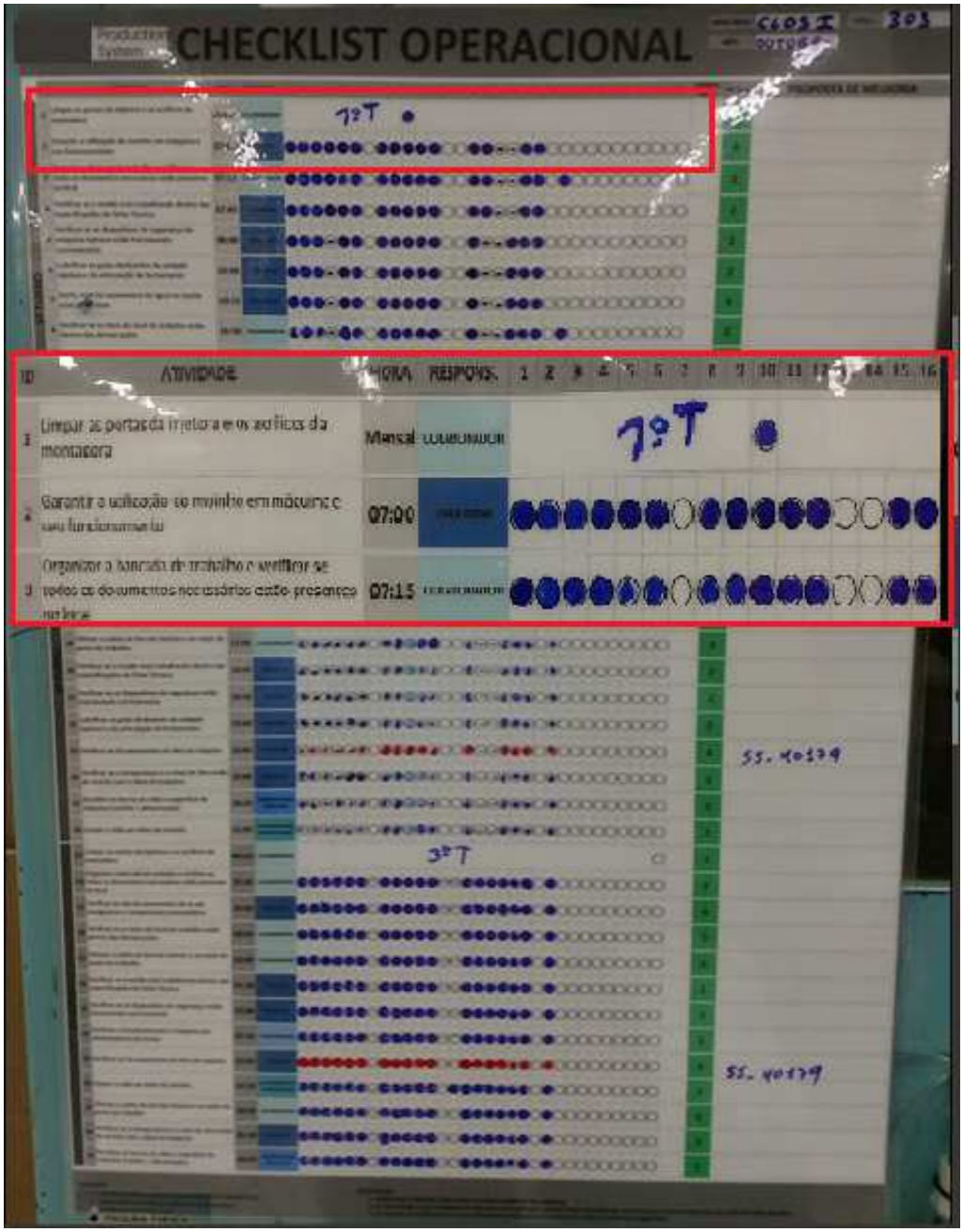
Figura 17 - Certificado LandfillFree e ISO 14001

Fonte: Sistema de Gestão Integrado da Qualidade

3.7.3 Pilar Manutenção Autônoma

O departamento de produção realiza inspeções e manutenções em máquinas e equipamento durante a rotina dos turnos de acordo com o checklist da imagem abaixo, que foi elaborado pelo comitê do TPM. Essas simples ações realizadas ajudam a prevenir a falha e identificá-la no início, onde a correção é mais simples, barata e rápida.

Figura 18 - Checklist Operacional



Fonte: O autor

No exemplo da figura 18 é possível identificar que as ações foram realizadas e identificado situações onde é necessária uma intervenção do departamento de manutenção, como vazamento de óleo. Neste caso foi aberta uma SS para corrigir o problema.

3.7.4 Pilar Melhoria Especifica

Para as melhorias, todos podem participar e sugerir melhorias nos processos através de um formulário, onde o colaborador preenche a situação atual e a ideia para melhorar aquele processo ou máquina, desta forma é possível avaliar se é uma melhoria relacionada à segurança, qualidade ou produtividade. Visando a participação de todos, a empresa oferece prêmios para as melhores ideias.

3.7.5 Manutenção da Qualidade

Em relação à manutenção da qualidade, temos o PFEMEA para suportar esse pilar, que significa Process of Failure Mode and Effects Analysis, e em português significa Análise de Modo e Efeitos de Falha. Com o método foram identificadas as possíveis causas e os riscos potenciais no processo.

O PFEMEA estabelece três critérios para elaboração da análise sendo:

- Severidade: Indica quanto o problema afeta a funcionalidade do processo.
- Ocorrência: Determina a frequência em que a falha tende a ocorrer
- Detecção: Indica o quão eficiente é o processo para identificar o problema.

A partir desses três indicadores, é calculado o RPN através da multiplicação (SxOxD). Para os RPN’s acima de 90 a empresa decidiu ser necessário uma ou mais ações de melhoria para redução desse valor.

4 APRESENTAÇÃO DOS DADOS (RESULTADOS)

Um dos resultados mais importantes e não mensurável é a mudança de cultura dos membros da organização em todos os níveis hierárquicos, desde um gerente até um auxiliar de produção. Outro aspecto é que o tema segurança ganhou força e o número de acidentes e incidentes reduziu drasticamente. No entanto, o principal resultado abordado neste estudo será o de indisponibilidade e mão de obra.

4.1 INDICADOR DE INDISPONIBILIDADE (%)

Os resultados em porcentagem de manutenção corretiva em relação ao tempo de produção programado podem ser visualizados na tabela 8, desde 2013 ano da implantação da metodologia, assim como os dados mensais e anuais referente a2014, 2015, 2016, 2017 e 2018 até o mês de agosto. Já os resultados transformados em horas constam na tabela 9.

Tabela 8 - Indisponibilidade (%)
Fonte: O Autor

INDISPONIBILIDADE %						
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Jan	3,65%	2,70%	2,62%	1,59%	2,09%	2,24%
Fev	2,22%	2,15%	2,35%	1,95%	3,03%	2,43%
Mar	1,58%	1,92%	2,22%	1,42%	2,47%	2,31%
Abr	3,46%	2,25%	1,56%	1,92%	2,16%	2,48%
Mai	4,92%	3,59%	1,59%	4,48%	2,29%	2,12%
Jun	6,03%	3,02%	1,70%	2,62%	2,39%	1,94%
Jul	3,22%	1,77%	2,17%	2,09%	2,02%	2,65%
Ago	5,63%	1,31%	1,33%	2,01%	1,40%	2,14%
Set	4,40%	2,17%	1,00%	2,28%	1,85%	
Out	4,42%	1,72%	1,29%	2,35%	2,22%	
Nov	3,64%	1,64%	1,57%	2,17%	1,91%	
Dez	2,84%	1,89%	1,31%	3,06%	3,44%	
Média	3,83%	2,18%	1,73%	2,33%	2,27%	2,29%

Tabela 9 - Indisponibilidade (Horas)
Fonte: O Autor

INDISPONIBILIDADE – HORAS						
Mês	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	2017	2018
Jan	**834:52**	**496:55**	**413:38**	**237:32**	**364:22**	**854:49**
Fev	**471:55**	**394:07**	**325:39**	**287:08**	**490:08**	**515:55**
Mar	**328:22**	**353:10**	**312:43**	**229:53**	**468:40**	**636:18**
Abr	**684:00**	**396:55**	**216:13**	**358:03**	**311:59**	**656:56**
Mai	**913:44**	**771:22**	**232:37**	**665:49**	**374:23**	**649:48**
Jun	**930:36**	**604:02**	**275:42**	**624:16**	**431:23**	**455:03**
Jul	**500:40**	**400:19**	**367:34**	**442:27**	**451:09**	**503:09**
Ago	**1044:27**	**241:59**	**236:18**	**348:10**	**305:48**	**416:03**
Set	**781:41**	**408:44**	**165:12**	**330:13**	**419:38**	
Out	**912:11**	**324:42**	**178:05**	**415:20**	**535:32**	
Nov	**670:02**	**269:27**	**204:25**	**410:07**	**415:25**	
Dez	**316:44**	**213:44**	**103:10**	**563:50**	**693:41**	
Média	**699:06**	**406:17**	**252:36**	**409:24**	**438:30**	**586:00**

4.2 MÃO DE OBRA

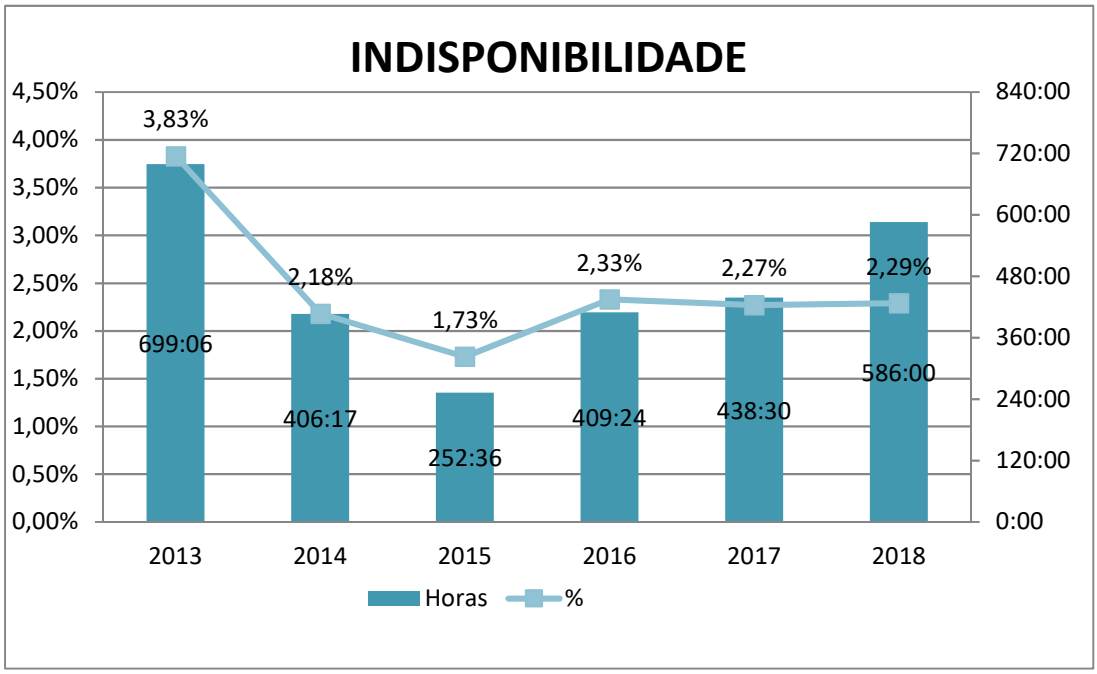
Após a estruturação do TPM e com a redução da demanda de manutenção corretiva, conciliado com a crise econômica, foi reduzido no início do ano de 2016 o quadro de colaboradores do departamento de manutenção em 19% o que representa 4 colaboradores, sendo 3 dispensados e 1 realocado para outro departamento.

5 ANÁLISE (DISCUSSÃO)

5.1 REDUÇÃO DE INDISPONIBILIDADE

Observando o comportamento do gráfico abaixo, é vidente que a partir de 2014 os resultados melhoraram drasticamente, comparando 2014 com 2013, temos uma atenuação de 1,66%, ou seja, uma redução de 43% no impacto de manutenção. Já em 2015 com a equipe mais experiente e colhendo os frutos, o resultado foi ainda maior se comparado com 2013, uma melhora de 55%. Porém, no ano de 2016 o resultado subiu cerca de 25% devido à redução do quadro de funcionários e também chegada de novos equipamentos. No entanto, se manteve em 2017 e em 2018 está seguindo a mesma tendência.

Figura 19 - Gráfico de Indisponibilidade



Fonte: O autor

5.2 OPORTUNIDADE DE NEGÓCIO

Analisando o impacto de manutenção após implantação do TPM e comparando todos os anos com o ano de 2013 antes da implantação, temos disponível cerca de 58.968.720 segundos disponíveis a mais para produzir algum produto, conforme tabela abaixo.

Tabela 10 - Calculo Tempo Disponibilizado
Fonte: O autor

MÉDIA HORA MC	VALORES	VALORES	DIFERENÇA	MESES	TEMPO DISPONIVEL	
					HORAS	SEGUNDOS
2013x2014	699,10	406,28	292,82	12	3.513,80	12.649.680
2013x2015	699,10	252,60	446,50	12	5.358,00	19.288.800
2013x2016	699,10	409,40	289,70	12	3.476,40	12.515.040
2013x2017	699,10	438,50	260,60	12	3.127,20	11.257.920
2013x2018	699,10	586,00	113,10	8	904,80	3.257.280
				56	16.380,20	58.968.720

Para calcular a oportunidade de faturamento com o tempo disponibilizado, foram utilizados os valores de venda, tempo de ciclos e número de cavidades, esses valores foram retirados dentre os 600 SKU’s comercializados na unidade e feito a média aritmética, com isso temos o produto “X”.

Tabela 11 - Informações Produto "X"
Fonte: O Autor

PRODUTO "X"	
TEMPO DE CICLO	24
N° DE CAVIDADES	20
PREÇO DE VENDA/UNIDADE	R$ 0,297
CUSTO/HORA	R$ 168,50

Tabela 12 - Cálculo da Oportunidade de Faturamento
Fonte: O Autor

CÁLCULO DA OPORTUNIDADE DE FATURAMENTO				
	TEÓRICA		OEE	CORRIGIDA
HORAS	24	16.380	85%	13.923
MINUTOS	1.440	982.812	85%	835.390
SEGUNDOS	86.400	58.968.720	85%	50.123.412
PRODUÇÃO/UNIDADE	72.000	49.140.600	85%	41.769.510
RECEITA PRODUÇÃO/UNIDADE x PREÇO DE VENDA			R$	12.405.544,47
CUSTO CUSTO/HORA x HORAS			R$	2.760.063,70
MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO RECEITA – CUSTO			R$	9.645.480,77
MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO MENSAL MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO/MESES			R$	172.240,73

De acordo com os cálculos da tabela acima, desde 2013 a metodologia TPM trouxe um ganho de 16.380 horas disponíveis para produção, esse número aplicado ao produto “X” foi obtido uma oportunidade de faturamento de R$ 12.405.544,47 tendo uma margem de contribuição mensal média de R$ 172.240,77 durante os 56 meses do projeto.

Com o aumento da disponibilidade das máquinas, a empresa não precisou investir em novos maquinários para aumentar a capacidade para atender a demanda, em média o valor de cada injetora seguindo o padrão existe na organização varia de R$ 800.000,00 a R$ 2.000.000,00. Ou seja, esse foi um valor que não foi necessário sair os cofres e pôde ser aplicado em outros projetos do grupo.

5.3 REDUÇÃO DE MÃO DE OBRA

Com relação aos custos de mão de obra relacionado ao departamento de manutenção e utilizando como base o site http://www.calculador.com.br/calculo/custo-funcionario-empresa#sobre para cálculo de custo do funcionário para empresa, temos a seguinte tabela, considerando o salário médio do Técnico de Manutenção de R$ 3.500,00.

Tabela 13 - Custo Funcionário

Evento	Referencia	Valor
Salário	-	R$ 3.500,00
Vale transporte	-	R$ 0,00
Desconto vale transporte	-	R$ 0,00
Vale refeição	-	R$ 0,00
Plano de saúde	-	R$ 0,00
Outros benefícios	-	R$ 0,00
Provisão 13º salário	-	R$ 291,67
Provisão Férias	-	R$ 291,67
Provisão 1/3 Férias	-	R$ 97,22
FGTS	-	R$ 280,00
Provisão FGTS (13º e Férias)	-	R$ 54,44
INSS	20,00%	R$ 700,00
Provisão INSS (13º e Férias)	-	R$ 136,11
Custo Funcionário		**R$ 5.351,11**

Fonte: http://www.calculador.com.br/calculo/custo-funcionario-empresa#sobre

Partindo da premissa do desligamento de três funcionários e realocação de um, o custo mensal da folha de pagamento do departamento caiu aproximadamente R$21.404,44 já o custo anual obteve *saving* de R$ 256. 853,28.

CONCLUSÃO

A gestão de manutenção está cada dia mais consolidada como uma ferramenta estratégica dentro das organizações e mostrou grande evolução, desde os primórdios com a manutenção corretiva, passando pela preventiva após a guerra e necessidade de maior disponibilidade nos anos 70 com o surgimento da manutenção preditiva e metodologias de apoio como TPM e RCM.

A organização adota como estratégia a manutenção preventiva para as injetoras, utiliza também a manutenção preditiva para componentes vitais dos maquinários como bombas, motores e painéis elétricos e em último caso atua em manutenção corretiva para corrigir eventual falha e colocar o equipamento em pleno funcionamento novamente. A partir dessas atuações são extraídos indicadores chaves para medir o desempenho do departamento, sendo o principal deles exposto no tópico resultados que é a disponibilidade e teve redução considerável após ações de TPM.

A metodologia Total Produtive Maintenance dentro da organização analisada conta com alguns pilares chaves implementados com maior enfoque, tais como Manutenção Autônoma, Manutenção Planejada, Melhoria Especifica, Treinamento e Educação assim como o pilar de Segurança, Saúde e Meio Ambiente.Com esses pilares, fica evidente a mudança cultural dentro da empresa com o sentimento de “dono” e de fazer parte do negócio, facilitando o estudo para futuras melhorias e novos projetos.

Os resultados obtidos vão de encontro aos objetivos do trabalho que é enfatizar a importância da gestão de manutenção, que através da estratégia obteve grandes resultados para o grupo como, redução do quadro de funcionário, exclusão da necessidade de aquisição de novos maquinários para atender a demanda e aumento da disponibilidade em mais de duzentas horas mensais que se aplicado ao produto “X” trouxe uma oportunidade de faturamento de mais de doze milhões de reais e uma margem de contribuição de mais de nove milhões durantes os anos de 2013 a 2018.

REFERÊNCIAS

ABRAMAN. -. **Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos** . Disponível em: <http://www.abraman.org.br/>. Acesso em: 16 ago. 2018.

CAMPOS, V. F. **TQC – Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. Belo Horizonte: INDG, 1992.

CERVO, Amado; BERVIAN, Pedro A. **Metodologia Científica.** 4ª ed. São Paulo, Makron Books. 1996.

COX III, JAMES F.; SPENCER, MICHAEL S. - **Manual da teoria das restrições**. Traduzido por: José Antônio Valle Antunes Júnior e Marcelo Klippel. Porto alegre: bookman, 2002, p.280.

FILHO, Gil Branco**. A Organização, o Planejamento e o Controle da Manutenção.** [S.l.]: Ciência Moderna, 2008. 257 p.

FILHO, Gil Branco. **Indicadores e Índices de Manutenção.** Edição: 1ª. ed. [S.l.]: Ciência Moderna, 2006. 160 p.

FLOGIATTO, Flavio Sanson; RIBEIRO, Jose Luis Duarte. **Confiabilidade e Manutenção industrial.** Edição: 1ª. ed. [S.l.]: Elsevier, 2009.

FONSECA, João José Saraiva da. **Metodologia da pesquisa científica**. Ceará: Universidade Estadual do Ceará, 2002.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: função estratégica**. 3 edição. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2009.

MARCONI, M. A; LAKATOS, E. V. **Metodologia científica**. São Paulo: Editora Atlas, 2004.

MORAES, P.H.A. **Manutenção Produtiva Total: estudo de caso em uma empresa automobilística**. 2004. 90 f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional) – Departamento de Economia, Contabilidade e Administração, Universidade de Taubaté, Taubaté. Disponível em: <http://migre.me/4FEPO >. Acesso em 05.out. 2018.

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

PFMEA: conheça e saiba como utilizá-lo. 2016. Disponível em: <http://blog.qualidadesimples.com.br/2016/04/18/pfmea-conheca-e-saiba-como-utiliza-lo/>. Acesso em: 23 jun. 2018.

REIS, Z. C.; DENARDIN C. D.; MILAN G. S. **A Implantanção de Planejamento e Controle da Manutenção: Um estudo de caso desenvolvido em uma empresa do ramo alimentício.** In: VI Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2010, Rio de Janeiro. Disponível em: < http://www.excelenciaemgestao.org/pt/edicoes-anteriores/vi-cneg/anais.aspx> Acesso em 8 jul. 2018.

SISTEMA Gerencial de Manutenção e Telemetria. 2018. Disponível em: <http://www.centralsigma.com.br/>. Acesso em: 11 jun. 2018.

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.

VINCE, S. T. - **O que é -** Disponível em: http://www.oee.com.br/oee/>. Acesso em: 12.ago. 2018.