

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS
ENGENHARIA MECÂNICA
LUÍSA FONSECA LIMA

**ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO EM UMA EMPRESA DE MÉDIO
PORTE DO SETOR DE CONFECÇÃO ESPORTIVA DE TRÊS PONTAS**

Varginha
2019

LUÍSA FONSECA LIMA

**ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO EM UMA EMPRESA DE MÉDIO
PORTE DO SETOR DE CONFECÇÃO ESPORTIVA DE TRÊS PONTAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel, sob orientação do Prof. Antônio Vital Lara Junior.

**Varginha
2019**

LUÍSA FONSECA LIMA

**ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO EM UMA EMPRESA DE MÉDIO
PORTE DO SETOR DE CONFECÇÃO ESPORTIVA DE TRÊS PONTAS**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em / /

Prof.

Prof.

Prof.

OBS.:

Dedico este trabalho a todos que sempre me acompanharam e apoiaram, em especial aos meus pais Lúcia e Luiz Antonio.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado força e paciência para chegar até aqui. Aos meus pais, Lúcia e Luiz Antonio pelo apoio e amor incondicional. A todos professores que contribuíram para a minha formação, em especial ao meu orientador Prof. Antônio e a Prof.^a Luciene. A todos meus amigos, familiares e colegas de curso que contribuíram para essa conquista.

“Para ter sucesso, é necessário amar de verdade o que se faz. Caso contrário, levando em conta apenas o lado racional, você simplesmente desiste. É o que acontece com a maioria das pessoas.”

Steve Jobs

RESUMO

Este trabalho descreve técnicas indispensáveis ao funcionamento regular e permanente de equipamentos e sistemas. Essas técnicas devem envolver a conservação, adequação, restauração, prevenção e substituição. Tal abordagem se faz necessária pela grade de oportunidades que circundam o setor de manutenção, visto que a gestão estratégica é pouco praticada e que muitas empresas concentram suas práticas em manutenções corretivas não planejadas. O objetivo desta pesquisa é identificar práticas para manter a produtividade, qualidade e disponibilidade de máquinas e equipamentos, enfatizando a importância da gestão da manutenção. Este propósito será conseguido mediante revisão bibliográfica. A pesquisa de campo ocorreu em uma indústria do ramo de Confecção Esportiva localizada em Três Pontas, onde os dados foram coletados. Diante da pesquisa foi possível demonstrar a importância do planejamento da manutenção no cotidiano da empresa e o quanto esse planejamento interfere na disponibilidade e produtividade das máquinas e equipamentos.

Palavras-chave: Produtividade. Manutenção Preventiva. Planejamento da Manutenção.

ABSTRACT

This paper describes techniques indispensable for the regular and permanent operation of equipment and systems. These techniques should involve conservation, suitability, restoration, prevention and replacement. Such an approach is required by the grid of opportunities surrounding the maintenance industry, as strategic management is poorly practiced and many companies focus their practices on unplanned corrective maintenance. The objective of this research is to identify practices to maintain the productivity, quality and availability of machinery and equipment, emphasizing the importance of maintenance management. This purpose will be achieved through literature review. The field research took place in a sports manufacturing industry located in Três Pontas, where data were collected. Given the research it was possible to demonstrate the importance of maintenance planning in the daily life of the company and how much this planning interferes with the availability and productivity of machinery and equipment.

Keywords: *Productivity. Preventive Maintenance. Maintenance Planning.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Analogia entre saúde humana x máquina	16
Figura 2 - Tipos de Manutenção.....	24
Figura 3 - Seleção dos tipos de manutenção a serem aplicados	26
Figura 4 - Cenário favorável para a melhoria dos resultados no Brasil	27
Figura 5 - Sistema utilizado no projeto	38
Figura 6 - Número do patrimônio utilizado para cadastro de máquinas/equipamentos no sistema	39
Figura 7 - Cadastro de máquinas/equipamentos realizado no sistema	40
Figura 8 - Cadastro de pessoal realizado no sistema	41
Figura 9 - Cadastro de linha realizado no sistema.....	41
Figura 10 - Cadastro de defeitos realizado no sistema	42
Figura 11 - Ordem de serviço gerada pelo sistema	43
Figura 12 - Máquinas/equipamentos aguardando intervenção da manutenção	44
Figura 13 - Relação de disponibilidade dos mecânicos.....	44
Figura 14 - Número de chamadas realizadas e atendidas no dia	45
Figura 15 - Programação para revisão de máquinas.....	46

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Evolução da Manutenção	19
---	----

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Indicador MTBF.....	47
Equação 2 - Indicador MTTR.....	49
Equação 3 - Indicador Disponibilidade Operacional.....	50

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Indicador MTBF Julho.....	48
Gráfico 2 - Indicador MTBF Outubro	48
Gráfico 3 - Indicador MTTR Julho.....	49
Gráfico 4 - Indicador MTTR Outubro.....	50
Gráfico 5 - Indicador Disponibilidade Julho	51
Gráfico 6 - Indicador Disponibilidade Outubro	51
Gráfico 7 - Comparativo de resultados do indicador MTBF.....	54
Gráfico 8 - Comparativo de resultados do indicador MTTR.....	55
Gráfico 9 - Comparativo de resultados do indicador de Disponibilidade	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
HH	Homem-Hora
JIPM	Japan Institute Productive Management
MTBF (TMEF)	Mean Time Between Failures (Tempo Médio Entre Falhas)
MTTR (TMPR)	Mean Time to Repair (Tempo Médio para Reparo)
NBR	Norma Brasileira
PCM	Planejamento e Controle da Manutenção
RCM (MCC)	Reliability Centered Maintenance (Manutenção Centrada na Confiabilidade)
TPM	Total Productive Maintenance

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 MANUTENÇÃO.....	16
2.1 Definições.....	16
2.2 Evolução da Manutenção.....	17
2.3 Tipos de Manutenção	20
2.3.1 Manutenção Corretiva	20
2.3.2 Manutenção Preventiva	20
2.3.3 Manutenção Preditiva	21
2.3.4 Manutenção Detectiva	22
2.3.5 Engenharia de Manutenção	23
2.4 Rotinas da Manutenção.....	24
2.5 Gestão da Manutenção.....	27
2.5.1 Total Productive Maintenance (TPM).....	28
2.5.2 Reliability Centered Maintenance (RCM).....	30
2.6 Planejamento e Controle de Manutenção (PCM).....	31
2.7 Indicadores de Manutenção.....	33
3 METODOLOGIA.....	35
3.1 Estudo das práticas da empresa	35
3.2 Definição das etapas da metodologia	35
3.3 Descrição detalhada das etapas	36
3.3.1 Cadastro das máquinas/equipamentos, pessoal, linha e defeitos.....	36
3.3.2 Criação de ordens de serviço da manutenção.....	36
3.3.3 Criação de um sistema de banco de dados para manutenção de cada máquina/equipamento.....	36
3.3.4 Conceito de um delineamento para manutenção preventiva	37
3.3.5 Determinação dos indicadores para comando de desempenho da manutenção	37
4 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA.....	38
4.1 Sistema utilizado no projeto	38
4.2 Cadastro das máquinas/equipamentos, pessoal, linha e defeitos	38

4.3 Criação de ordens de serviço da manutenção	42
4.4 Criação de um sistema de banco de dados para manutenção de cada máquina/equipamento.....	43
4.5 Conceito de um delineamento para manutenção preventiva.....	45
4.6 Determinação dos indicadores para comando de desempenho da manutenção	47
5 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS	53
6 CONCLUSÃO.....	57
REFERÊNCIAS.....	58

1 INTRODUÇÃO

A manutenção tem se mostrado cada vez mais indispensável como questão estratégica de uma organização, devido ao cenário globalizado e competitivo. Sua função principal é garantir a disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos e instalações. Segundo Monchy (1987) a produção é um objetivo evidente da empresa, e a manutenção é a “ajuda para a produção”.

A manutenção, de acordo com Pereira (2010), deve agir de forma integrada com as demais áreas, para que a organização mantenha seus processos em sintonia.

As atividades de manutenção focam em evitar a degradação dos equipamentos e sistemas, causado pelo mau uso e desgaste natural. Essas degradações podem manifestar-se como perdas de desempenho, paradas na produção, fabricação de produtos sem a qualidade adequada, poluição ambiental, entre outros. Essas manifestações tem influência negativa na qualidade e produtividade, e colocam em risco sobrevivência da empresa. Por essa razão, o gerenciamento da manutenção é importante para a melhoria da produtividade, o que gera ganhos potenciais (XENOS, 1998).

Segundo Kardec e Nascif (2009, p.9):

A Manutenção existe para que não haja manutenção; estamos falando da manutenção corretiva não planejada. Isto parece paradoxal à primeira vista, mas numa visão mais aprofundada, vemos que o trabalho da manutenção está sendo enobrecido onde, cada vez mais, o pessoal da área precisa estar qualificado e equipado para evitar falhas e não para corrigi-las.

Nesse cenário, este trabalho apresenta um estudo sobre manutenção, e propõe a elaboração de um plano de manutenção para uma empresa de médio porte do setor de confecção esportiva em Três Pontas, visto que até o momento não conseguiu desenvolver um sistema de controle e programação da manutenção visando melhorias dentro da organização.

2 MANUTENÇÃO

2.1 Definições

Para Monchy (1987), a manutenção é um desafio industrial que rediscute as estruturas inertes atuais e promove métodos favoráveis à nova natureza dos materiais. É o principal elemento para a produtividade das empresas e qualidade dos produtos.

Monchy (1987) ainda afirma que a manutenção é a medicina das máquinas, comparando-a com a saúde humana, como podemos ver na figura 1:

Figura 1 - Analogia entre saúde humana x máquina
ANALOGIA



Fonte: Adaptado de Monchy, 1987.

As atividades de manutenção estão delimitadas apenas no retorno do equipamento às suas disposições originais, visto em sentido restrito. Num sentido mais amplo, as atividades de

manutenção devem envolver também a modificação nas condições originais do equipamento, implantando melhorias específicas para que não ocorram falhas, para que os custos sejam reduzidos e que a produtividade aumente (XENOS, 1998).

Através da NBR 5462/1994, a Associação Brasileira de Normas Técnicas define como manutenção a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, o que inclui também as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar o equipamento em condições no qual consiga desempenhar a função requerida.

2.2 Evolução da Manutenção

Em consequência de fatores como o aumento rápido do número e da diversidade de instalações, equipamentos e edificações que devem ser mantidos, projetos muito complexos, novas técnicas de manutenção, novas concepções sobre a organização da manutenção e suas responsabilidades e a importância da manutenção como função estratégica, Kardec e Nascif (2009) afirmam que a atividade de manutenção sofreu grandes mudanças nos últimos 30 anos e que pode ser dividida em quatro gerações.

A primeira geração engloba o período antes da Segunda Guerra Mundial, onde a indústria era pouco mecanizada e os equipamentos superdimensionados e simples. A manutenção era essencialmente corretiva não planejada, devido ao cenário econômico da época (KARDEC; NASCIF, 2009).

A segunda geração deu-se após a Segunda Guerra Mundial, entre os anos 50 e 70, onde houve grande aumento da mecanização e da complexidade das instalações industriais. Ficou nítido nesse período a necessidade de maior disponibilidade e confiabilidade, em busca de maior produtividade. A partir disso surgiu o conceito de manutenção preventiva, onde as falhas dos equipamentos poderiam e deveriam ser evitadas (KARDEC; NASCIF, 2009).

A terceira geração fez-se acelerar o processo de mudanças nas indústrias a partir da década de 70. O conceito e utilização da manutenção preditiva foram reforçados, o avanço da tecnologia permitiu a utilização de *softwares* potentes para planejar, controlar e acompanhar as atividades de manutenção. O conceito de confiabilidade ganhou maior evidência, assim como o processo de Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC ou RCM em inglês), que teve sua implantação no Brasil iniciada na década de 1990 (KARDEC; NASCIF, 2009).

A quarta e última geração consolida as atividades de Engenharia da Manutenção, que tem na Disponibilidade, Confiabilidade e Manutenibilidade as três maiores justificativas de sua existência. A manutenção tem como objetivo a minimização das falhas prematuras ou falhas de mortalidade infantil, por isso a análise de falhas é um conceito conhecido como capaz de melhorar a performance dos equipamentos e da indústria. Há uma redução no uso da manutenção preventiva, uma vez que demanda paralização dos equipamentos e sistemas, por isso a manutenção preditiva é cada vez mais utilizada e a manutenção corretiva não planejada passa a ser vista como uma insuficiência da manutenção. O aprimoramento da terceirização foi uma grande mudança dessa geração, buscando contratos de longos prazos, com indicadores que medem os resultados pertinentes ao negócio – disponibilidade e confiabilidade (KARDEC; NASCIF, 2009).

O quadro 1 mostra o resumo das quatro gerações descritas:

Quadro 1 - Evolução da Manutenção

EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO				
	Primeira Geração	Segunda Geração	Terceira Geração	Quarta Geração
Ano				
Aumento das expectativas em relação à Manutenção	.Conserto após falha	.Disponibilidade crescente .Maior vida útil do equipamento	.Maior confiabilidade .Maior disponibilidade .Melhor relação custo-benefício .Preservação do meio ambiente	.Maior confiabilidade .Maior disponibilidade .Preservação do meio ambiente .Segurança .Influir nos resultados do negócio .Gerenciar os ativos
Visão quanto à falha do equipamento	.Todos os equipamentos se desgastam com a idade e, por isso, falham	.Todos os equipamentos se comportam de acordo com a curva da banheira	.Existência de 6 padrões de falhas	.Reduzir drasticamente falhas prematuras
Mudança 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 trabalho multidisciplinares .Projetos voltados para a confiabilidade .Contratação por mão de obra e serviços	.Aumento da Manutenção Preditiva e Monitoramento da Condição .Minimização nas Manutenções Preventiva e Corretiva não Planejada .Análise de Falhas .Técnicas de confiabilidade .Manutenibilidade .Engenharia de Manutenção .Projetos voltados para confiabilidade, manutenibilidade e Custo do Ciclo de Vida .Contratação por resultados

Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif, 2009.

2.3 Tipos de Manutenção

2.3.1 Manutenção Corretiva

O conceito de Manutenção Corretiva é definido pela ABNT através da NBR 5462/1994 sendo a manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida.

A manutenção corretiva pode ser dividida em duas classes: manutenção corretiva planejada e manutenção corretiva não planejada.

A manutenção corretiva planejada é o reparo do desempenho menor do que o esperado ou reparo da falha, é uma decisão gerencial. A principal característica da manutenção corretiva planejada é a aplicação da qualidade da informação fornecida pelo acompanhamento do equipamento. Uma manutenção planejada é sempre mais barata, rápida e segura do que uma não planejada. Tem sempre uma melhor qualidade (KARDEC; NASCIF, 2009).

A manutenção corretiva não planejada, também conhecida como manutenção emergencial, é o reparo da falha de maneira aleatória, sempre realizada após a quebra inesperada, sem acompanhamento ou planejamento. A manutenção corretiva não planejada implica altos custos, pois a quebra inesperada do equipamento ocasiona perdas na produção, na qualidade do produto e gera custos indiretos de manutenção (KARDEC; NASCIF, 2009).

Ainda de acordo com Kardec e Nascif (2009) em plantas industriais de processo contínuo, as quebras inesperadas acarreta consequências bastante graves para o equipamento. Interromper processamentos nessas indústrias de forma repentina para reparar um determinado equipamento compromete a qualidade de outros equipamentos que vinham operando satisfatoriamente.

Quando a maior parte de manutenção corretiva ocorre na classe não planejada, a empresa tem seu departamento de manutenção gerenciado pelos equipamentos e o desempenho da Organização não estará adequado às necessidades de competitividade atuais (KARDEC; NASCIF, 2009).

2.3.2 Manutenção Preventiva

Definida por Kardec e Nascif (2009) manutenção preventiva é a atividade realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho do equipamento, seguindo um plano

preliminarmente elaborado, baseado em intervalos de tempos definidos. Como próprio nome sugere, a manutenção preventiva procura incessantemente prevenir a ocorrência de falhas, o que não ocorre na manutenção corretiva.

Nem sempre os fabricantes fornecem dados precisos para a utilização na manutenção preventiva, além disso, condições operacionais e ambientais influenciam consideravelmente no desgaste dos equipamentos, logo, a definição de periodicidade e substituição deve ser estabelecida para cada instalação (KARDEC; NASCIF, 2009).

Em comparação com a manutenção corretiva, Xenos (1998, p. 24) destaca a vantagem do uso da manutenção preventiva:

(...) a frequência de falhas diminui, a disponibilidade dos equipamentos aumenta e também diminuem as interrupções inesperadas da produção. Ou seja, se considerarmos o custo total, em várias situações a manutenção preventiva acaba sendo mais barata que a manutenção corretiva, pelo fato de se ter domínio das paradas dos equipamentos, ao invés de se ficar sujeito às paradas inesperadas por falhas nos equipamentos.

Muitas vezes é desprezado pelas empresas o cumprimento dos itens de manutenção preventiva, e o tempo que seria gasto com a preventiva acabam sendo gasto para trabalhar em falhas que surgem diariamente na produção. Isso é dado porque sem uma boa manutenção preventiva, as falhas tendem a aumentar, ocupando todo o tempo do pessoal de manutenção (XENOS, 1998).

Kardec e Nascif (2009) destacam que se por um lado a manutenção preventiva possibilita um conhecimento preliminar das ações, permitindo uma boa condição de gerenciamento das atividades e nivelamento de recursos, por outro lado impulsiona a retirada do equipamento ou sistema de operação para os serviços de manutenção programados. Desta forma, deve-se pesar os fatores para que o uso desse tipo de manutenção seja apropriado à realidade dos equipamentos e sistemas.

2.3.3 Manutenção Preditiva

Manutenção preditiva é a atividade realizada com base na mudança de parâmetros de condição ou desempenho, do qual o acompanhamento obedece a uma sistemática. Seu objetivo é prevenir falhas nos equipamentos e/ou sistemas através de monitoramento de diversos parâmetros, que permite a operação ininterrupta do equipamento por maior tempo possível. À medida que não

promove a intervenção nos equipamentos ou sistemas, a manutenção preditiva privilegia a disponibilidade.

Kardec e Nascif (2009) apontam ainda algumas condições básicas à implementação da manutenção preditiva, são as seguintes: o equipamento, sistema e instalação deve permitir monitoramento/medição e deve merecer esse tipo de ação, as falhas devem ser originadas de causas que podem ser supervisionadas e ter seu progresso acompanhado.

A redução de prazos e custos da manutenção, previsão de falhas com antecedência e melhoria das condições de operação dos equipamentos, são alguns dos benefícios que o uso da manutenção preditiva apresenta (MIRSHAWKA, 1991 *apud* REIS *et al.* 2010).

A manutenção preditiva fundamenta-se na leitura de variáveis críticas cujos limites são preliminarmente definidos, quando as leituras ou a projeção por modelos se aproximam destes limites, uma ação de manutenção deve ser planejada, de modo a controlar a falha iminente (GARG; DESHMUKH, 2006, *apud* TOAZZA; SELLITO, 2015). Assim, normalmente são necessários sistemas instrumentados de aquisição e monitoramento de dados em tempo real (BEVILACQUA; BRAGLIA, 2006, *apud* TOAZZA; SELLITO, 2015). A detecção antecipada de uma irregularidade permite um diagnóstico antecipado da falha, proporcionando a execução de um plano de ações corretivas, no momento e na intensidade adequados ao tipo de falha (TOAZZA; SELLITO, 2015). Da mesma forma, o constante monitoramento de certas variáveis permite que se elabore e acompanhe um perfil ao longo do tempo da condição de uso ou de danificação do equipamento (GARCIA *et al.*, 2006, *apud* TOAZZA; SELLITO, 2015).

As técnicas mais utilizadas em estratégias de manutenção preditiva são a análise de vibrações, inspeção sensitiva, a termografia e a ferrografia (TOAZZA; SELLITO, 2015).

As estratégias baseadas em técnicas de manutenção preventiva dependiam totalmente da reposição ou reparo programado de componentes e subsistemas (SELLITTO, 2007, *apud* TOAZZA; SELLITO, 2015).

2.3.4 Manutenção Detectiva

Para Kardec e Nascif (2009), manutenção detectiva é a atividade aplicada em sistemas de proteção, comando e controle, procurando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção. A identificação de falhas ocultas é essencial para assegurar a confiabilidade.

Quando o nível de automação dentro de uma indústria aumenta ou o processo é crítico e não suporta falhas, a manutenção detectiva é extremamente importante.

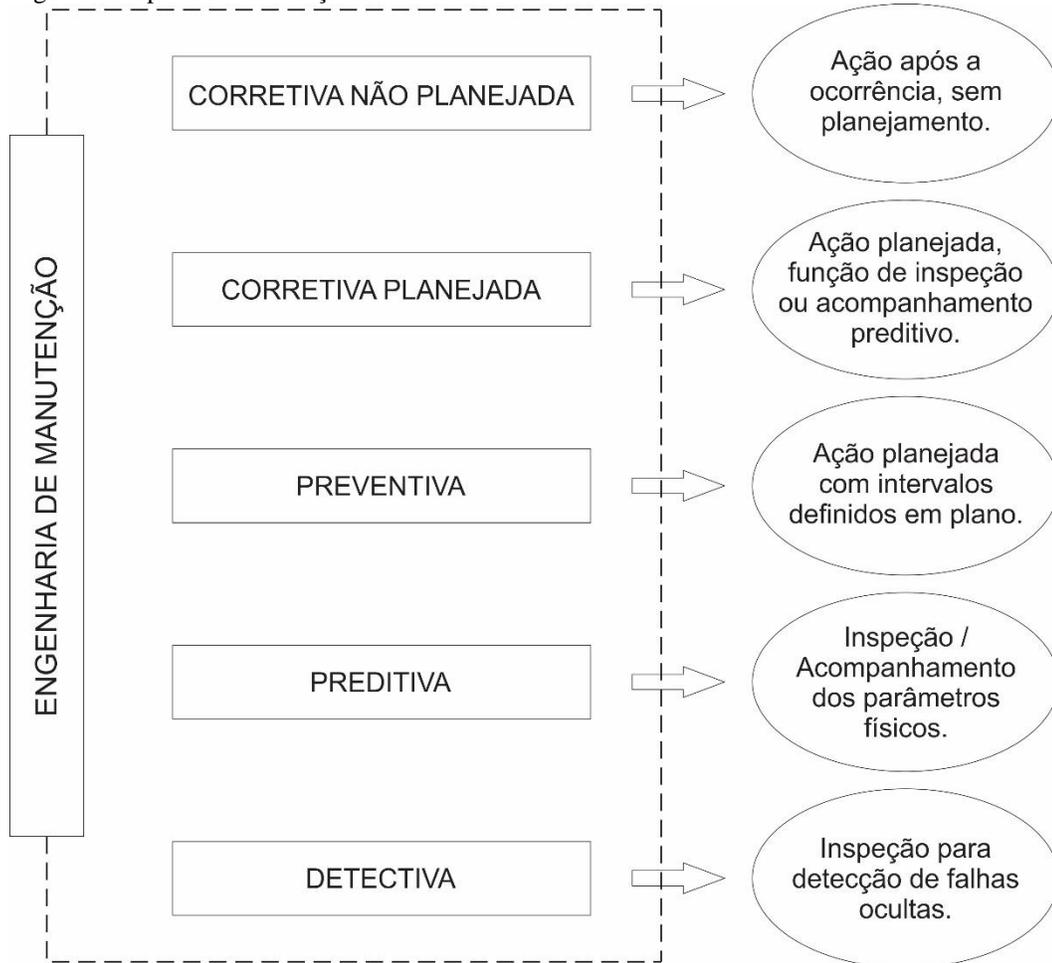
2.3.5 Engenharia de Manutenção

A engenharia de manutenção é considerada como uma segunda quebra de paradigma na manutenção e está relacionada a uma mudança cultural. É o suporte técnico da manutenção que está empenhado em consolidar a rotina e implantar melhorias (KARDEC; NASCIF, 2009).

A aplicação da engenharia de manutenção resulta na análise de melhorias utilizando dados adquiridos pela manutenção, com foco na melhoria contínua. Para tal, visa aumentar a confiabilidade, disponibilidade e segurança, melhorar a manutenibilidade, eliminar problemas crônicos, solucionar problemas tecnológicos, melhorar a capacitação pessoal, participar de novos projetos, dar suporte à execução, fazer análise de falhas e estudos, elaborar planos de manutenção, acompanhar os indicadores e zelar pela documentação técnica (KARDEC; NASCIF, 2009).

A figura 2 mostra as diferenças dos diversos tipos de manutenção e como a engenharia de manutenção se dispõe diante deste cenário.

Figura 2 - Tipos de Manutenção



Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif, 2009.

2.4 Rotinas da Manutenção

Uma decisão estratégica é a adoção de uma estratégia de manutenção. Esta deve estar habituada com as metas de produção, favorecendo aumento da confiabilidade e disponibilidade das máquinas e equipamentos, aumento do faturamento, aumento da segurança ambiental e pessoal, redução dos custos, entre outros.

De acordo com Kardec e Nascif (2009, p.59) a escolha do tipo de manutenção a ser adotada é uma decisão gerencial e deve ser baseada nos seguintes fatores:

- Na importância do equipamento no ponto de vista operacional, segurança pessoal, segurança da instalação e meio ambiente;
- Nos custos envolvidos no processo, no reparo/substituição e nas consequências da falha;
- Na oportunidade;

d) Na competência de adaptação do equipamento/instalação beneficiar a aplicação deste ou daquele tipo de manutenção (adequabilidade do equipamento).

Com base nessa lógica, é totalmente possível adotar diferentes tipos de manutenção para diferentes equipamentos, máquinas ou áreas. “A melhor manutenção será a combinação mais adequada dos vários métodos, de acordo com a natureza e criticidade do equipamento para a produção”, ressalta Xenos (1998, p.27).

A prática de uma política predominantemente Corretiva Não Planejada provoca altos custos e deixa a empresa à mercê da imprevisibilidade, sejam os resultados das falhas catastróficos ou não, apenas identificados após a ocorrência da mesma (COSTA, 2013).

Para Kardec e Nascif (2009) um trabalho planejado é sempre mais barato, mais rápido e mais seguro que um trabalho não planejado, e sua qualidade sempre será melhor. Portanto, a adoção da Manutenção Corretiva Planejada é mais benéfica em relação à Manutenção Corretiva Não Planejada. A adoção de uma política de Manutenção Corretiva Planejada, ainda segundo Kardec e Nascif (2009), provém dos seguintes fatores: conciliar a necessidade da intervenção com os interesses da produção; tópicos associados com a segurança; melhor planejamento dos serviços; garantia da existência de sobressalentes, equipamento e ferramentas; existência de recursos humanos relacionados à tecnologia para execução dos serviços com qualidade.

Kardec e Nascif (2009) apresentam fatores que devem ser adotados para adoção de uma Manutenção Preventiva: quando não é praticável a Manutenção Preditiva; quando os tópicos relacionados à segurança pessoal e das instalações são obrigatórios; em sistemas relevantes e de operação contínua; por riscos de agressão ao meio ambiente.

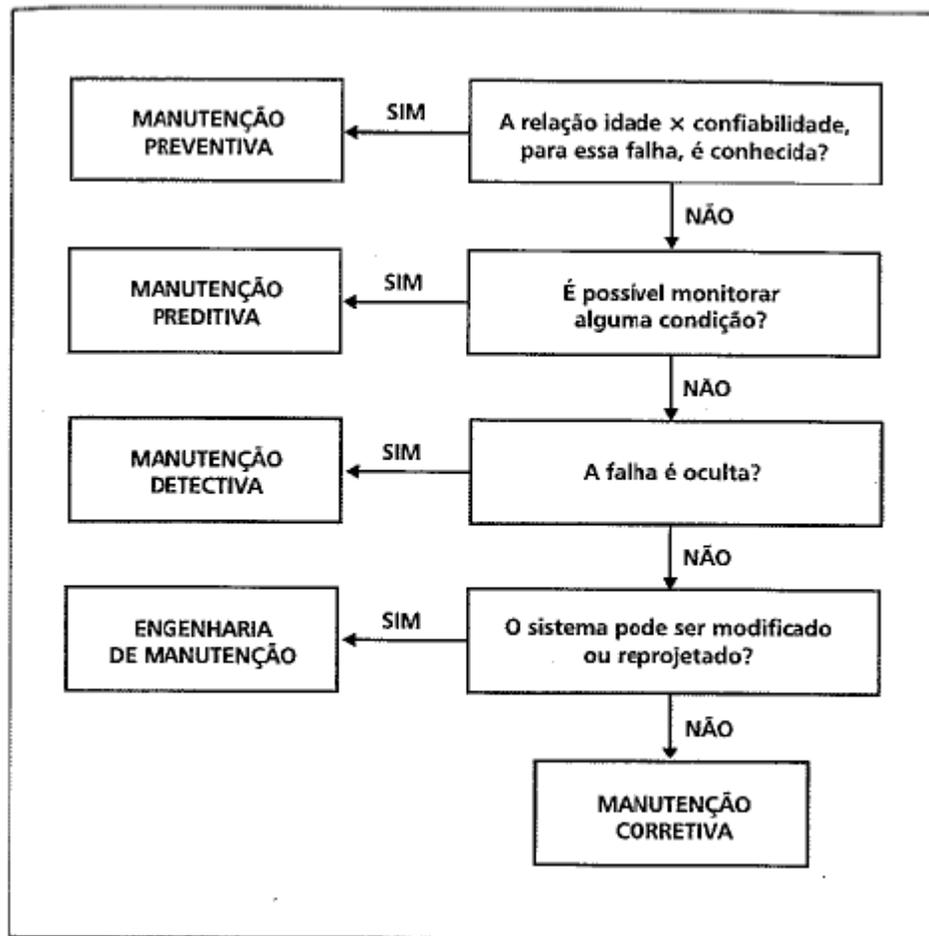
A adoção de uma Manutenção Preditiva deve vir da análise dos seguintes fatores (KARDEC; NASCIF, 2009): tópicos atribuídos à segurança operacional e pessoal; manter os equipamentos em operação, por mais tempo e de modo seguro; redução de custos pela assistência contínua das condições dos equipamentos. Kardec e Nascif (2009) citam ainda que é primordial que a mão-de-obra de manutenção responsável pela análise e diagnóstico seja bem treinada, pois não basta somente medir, é necessário analisar os resultados e formular diagnósticos.

Já a Engenharia de Manutenção está direcionada para a solidificação de uma rotina e principalmente por implantar melhorias, é mudança cultural na empresa. Kardec e Nascif (2009) explicam que a engenharia da manutenção é a segunda quebra de paradigma da manutenção. A primeira quebra de paradigma ocorre quando se passa da Manutenção Preventiva para a

Manutenção Preditiva, ou seja, quando o equipamento é mantido operando até um limite estabelecido com base em parâmetros que podem ser acompanhados (vibração, temperatura, etc.), conciliando a necessidade de intervenção com a produção em vez de se parar o equipamento baseando apenas no tempo. A segunda quebra de paradigma, como já citado, ocorre quando se passa a aderir a Engenharia de Manutenção, ou seja, ter equipamentos/sistemas que tenham a disponibilidade que a empresa necessita para atender o cliente.

A figura 3 propõe um esquema para a escolha do tipo de manutenção a ser utilizado:

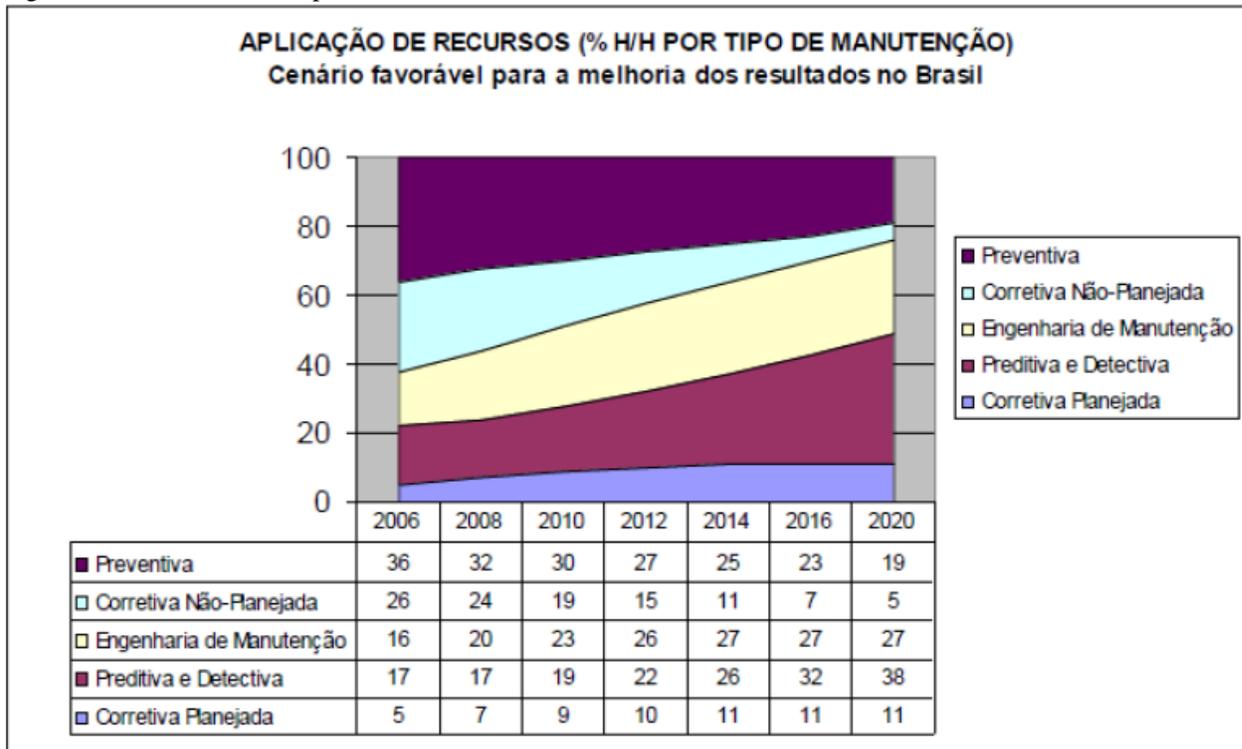
Figura 3 - Seleção dos tipos de manutenção a serem aplicados



Fonte: Kardec e Nascif, 2009.

Kardec e Nascif (2009, p. 58) indicam que para um futuro bem próximo é esperado um grande crescimento da Manutenção Preditiva, pequeno decréscimo da Preventivo e redução da Corretiva Não Planejada. Este cenário está comprovado na Figura 4:

Figura 4 - Cenário favorável para a melhoria dos resultados no Brasil



Fonte: Costa, 2013 adaptado de Kardec e Nascif, 2009.

2.5 Gestão da Manutenção

A função manutenção tem se modificado e evoluído, à medida em que os gestores das organizações têm se notado o quanto as falhas em equipamentos afetam a segurança, a qualidade e os custos da produção (SELLITO, 2007). Segundo Moubray (1996) *apud* Sellito (2007), gestores de manutenção têm praticado novos modos de pensar, não só no papel de técnico, mas também no papel de estrategista.

As atividades de manutenção originam de ações tomadas no cotidiano para prevenir ou corrigir possíveis danos ou falhas detectadas nos equipamentos pelos operadores da produção ou equipes de manutenção. As atividades de manutenção integram métodos de manutenção e atividades gerenciais, que podem ser chamadas de funções de apoio ou funções gerenciais da manutenção, afirma Xenos (1998).

Kardec e Nascif (2009, p.9) indicam como deve ser a postura da gerência moderna:

A condução moderna dos negócios requer uma mudança profunda de mentalidade e de posturas. A gerência moderna deve estar sustentada por uma visão de futuro e regida por processos de gestão onde a satisfação plena de seus clientes seja resultante da qualidade

intrínseca dos seus produtos e serviços e a qualidade total dos seus processos produtivos seja o balizador fundamental.

Uma alteração nos modernos sistemas de gestão da manutenção industrial é elaboração de uma estratégia efetiva de manutenção, cujas crenças latentes sejam fundamentadas na teoria da confiabilidade e manutenibilidade (SELLITO, 2007).

Kardec e Nascif (2009) declaram que o novo papel da manutenção é um grande desafio gerencial, a visão sistemática do negócio e a mudança de paradigmas e de conceitos levarão a grandes inovações.

2.5.1 Total Productive Maintenance (TPM)

A TPM ou Manutenção Produtiva Total é um sistema desenvolvido no Japão na década de 70 afim de reduzir paradas, eliminar perdas, diminuir custos e garantir a qualidade. Foi apresentado no Brasil em 1986.

Não é apenas uma atividade da manutenção ou um programa de melhoria, mas um sistema operacional estratégico e que envolve toda a organização (SOUZA, 2004). A TPM transferiu sua atenção para a redução de custos do equipamento no seu ciclo de vida, adequando manutenção preventiva com melhorias sustentáveis e projeto de manutenção preditiva, cita Souza (2004).

Segundo Banker (1995) *apud* Souza (2004, p. 32):

(...) a TPM cria um autogerenciamento no local de trabalho, uma vez que os operadores assumem a propriedade de seu equipamento e passam a mantê-los. A TPM se baseia no respeito à inteligência e ao potencial de conhecimento de todos os empregados da empresa.

Branco Filho (2000) *apud* Souza (2004, p.32) ainda reforça:

(...) a TPM é um sistema de organização do trabalho, no qual parte da manutenção é realizada pelo operador do equipamento ou máquina. Dentre as atividades realizadas pelo operador, pode-se citar: (i) limpezas; (ii) lubrificações; (iii) ajuste e troca de ferramentas; (iv) pequenos reparos; e (v) verificações e inspeções visuais.

A TPM tem sua base de atuação no que considera as seis grandes perdas responsáveis pela diminuição da capacidade operacional global dos equipamentos:

- a) Perda por quebras ou paradas acidentais;
- b) Perda por mudança de linha;

- c) Perda por operação em vazio e pequenas paradas;
- d) Perda por velocidade reduzida em relação à nominal;
- e) Perda por defeitos de produção;
- f) Perda por queda de rendimento (KARDEC; NASCIF, 2009).

De acordo com JIPM (*Japan Institute Productive Management*) apud Freitas (2002), a TPM é baseada de uma estrutura que possui oito pilares, onde a utilização de todos eles levará a empresa a um excelente resultado. Esses pilares possuem objetivos próprios, conforme a seguir:

- a) Pilar Manutenção da Qualidade: garantir que não haja nenhum defeito de qualidade, mantendo condições ideais de materiais, equipamentos, métodos e pessoas;
- b) Pilar Melhoria Específica: conhecer e eliminar perdas de todo o processo produtivo através de técnicas analíticas;
- c) Pilar Segurança, Saúde e Meio Ambiente: tentativa de zero acidentes através de equipamentos confiáveis, prevenção do erro humano e processos que não ataquem o meio ambiente;
- d) Pilar Manutenção Planejada: tem como objetivo reduzir custos de manutenção, mantendo boas condições de processos e equipamentos, através de atividades de melhoria contínua. Suportar fortemente o pilar de manutenção autônoma;
- e) Pilar Office TPM: identificar e eliminar perdas administrativas, reduz tempo e aumenta a qualidade das informações;
- f) Pilar Controle Inicial: utilizar o conhecimento adquirido por melhorias e inserir novos projetos sem qualquer tipo de perda;
- g) Pilar Educação e Treinamento: desenvolver conhecimento e habilidades suportando os outros pilares no desenvolvimento das atividades de TPM;
- h) Pilar Manutenção Autônoma: detectar e lidar com as anomalias observadas nos equipamentos, de forma a manter condições ideais de funcionamento.

Os oito pilares descritos acima definem e orientam a filosofia da TPM, cujo foco é “Falha Zero”. Kardec e Nascif (2009) determinam as medidas que são fundamentais para a conquista definitiva de falha zero:

- a) Estruturação das condições básicas para a operação: limpeza da área, higiene, lubrificação e ordem;
- b) Obediência às condições de uso: operar os equipamentos dentro das condições e limites preestabelecidos;

- c) Regeneração do envelhecimento: recuperar o equipamento por problemas de envelhecimento e evitar quebras futuras;
- d) Sanar os pontos falhos decorrentes do projeto: corrigir deficiências do projeto original;
- e) Incrementar capacidade técnica: capacitação e desenvolvimento humano para que ele possa perceber, diagnosticar e atuar convenientemente.

2.5.2 Reliability Centered Maintenance (RCM)

O pensamento de confiabilidade foi inserido nos Estados Unidos, nos anos 1950, por uma atividade sobre falhas em equipamentos eletrônicos usados por militares. O trabalho foi realizado por uma equipe de pesquisa da *Federal Aviation Administration*, para a indústria aeronáutica, cujo procedimentos de manutenção vigentes até hoje são:

- a) Se um item não detém de um modo predominante e característico de falha, revisões planejadas afetam muito pouco o nível de confiabilidade deste item;
- b) Para muitos itens, a prática da manutenção preventiva não é efetiva (MOUBRAY, 1996 *apud* SELLITO, 2007).

Para Kardec e Nascif (2009), a RCM ou Manutenção Centrada na Confiabilidade é um princípio que estuda um equipamento ou sistema em detalhes, observa como ele pode falhar e determina a melhor forma de fazer manutenção de maneira a prevenir a falha ou diminuir as perdas resultante das falhas. Dessa maneira, é um instrumento de suporte à decisão gerencial.

Diferentemente de outros princípios, a RCM busca orientar e replanejar a manutenção de uma área/equipamento específico ou da organização como um todo, sendo a própria organização que vai informar qual o nível de serviço deseja ou aceita para seus equipamentos (SOUZA; LIMA, 2003 *apud* COSTA, 2013).

Kardec e Nascif (2009) definem os passos para a implementação da RCM:

- a) Seleção do sistema;
- b) Definição das funções e padrões de desempenho;
- c) Determinação das falhas funcionais e de padrões de desempenho;
- d) Histórico de manutenção e revisão da documentação técnica;
- e) Determinação de ações de manutenção: política, tarefas e frequência.

Kardec e Nascif (2009) ainda orientam a utilização das perguntas abaixo para adequar um equipamento, componente ou sistema no processo de RCM:

- a) Quais são as funções e os padrões de desempenho do item no seu contexto operacional atual?
- b) De que forma ele falha em cumprir suas funções?
- c) O que causa cada falha operacional?
- d) O que acontece quando ocorre cada falha?
- e) De que forma cada falha tem importância?
- f) O que pode ser feito para prevenir cada falha?
- g) O que deve ser feito, se não for encontrada uma tarefa preventiva apropriada?

A RCM dispõe de métodos e ferramentas de um grupo amplo de soluções para responder cada uma das sete perguntas.

Os principais resultados obtidos pela implementação de análise da RCM, segundo Kardec e Nascif (2009), são:

- a) Melhoria da percepção do funcionamento do equipamento ou sistema, possibilitando uma expansão de conhecimento aos integrantes de diversas áreas;
- b) Desenvolvimento do trabalho em equipe, com respostas altamente positivas na solução de problemas, na análise e estabelecimento de programas de trabalho;
- c) Determinação de como um item pode falhar e suas causas básicas, criando mecanismos para evitar falhas que possam acontecer facilmente;
- d) Elaboração de planos para garantir o funcionamento do item em um nível de performance desejado.

2.6 Planejamento e Controle de Manutenção (PCM)

Para Monchy (1987) o planejamento, no serviço de manutenção, é trabalhoso e delicado, as suas funções são diversas e a consciência de urgência é mais frequente e com maiores efeitos que na produção. Ainda segundo Monchy (1987) os problemas que devem ser resolvidos pelo planejamento da manutenção são:

- a) Paradas na fabricação (dependência da produção);
- b) Prazos das restrições (segurança);
- c) Suprimento das peças de reposição;
- d) Meios de manutenção especiais;
- e) Supervisão dos trabalhos subcontratados;
- f) Escolha das urgências de intervenções corretivas.

Como o nível hierárquico dentro de uma organização produtiva é o mesmo ocupado pela Manutenção e Operação, a Produção engloba estas (VIANA, 2006). Ainda de acordo com Viana (2006) o PCM é um órgão de suporte à manutenção, estando de modo direto ligado à coordenação de departamento.

O reporte das informações concernentes aos serviços de manutenção possui uma grande importância no gerenciamento de um processo produtivo, pois com um banco de dados organizado é possível acompanhar toda a trajetória de um equipamento e os problemas que o cercam, explica Viana (2006, p. 53).

É essencial, para que o PCM seja implantado, a estruturação de um Sistema de Planejamento e Controle.

Segundo Reis *et al.* (2010) *apud* Tavares (1897):

Para que os envolvidos com toda a tomada de decisões na área de manutenção possam ter informações confiáveis para basear a sua determinação é preciso que dados sejam buscados e gerados convenientemente no mais breve espaço de tempo possível, produzindo assim, relatórios, tabelas e gráficos com conteúdo conciso.

Viana (2006, p. 163) lista os objetivos de um sistema de controle de manutenção:

- a) Organizar e padronizar os procedimentos ligados aos serviços de manutenção, tais como: solicitação de serviços, programação de serviços e informações provenientes do banco de dados;
- b) Facilitar a obtenção de informações da manutenção, por exemplo, custo do equipamento, desempenho, características técnicas, etc.;
- c) Gerenciar a estratégia de manutenção através dos planos preventivos, de forma a garantir que as tarefas planejadas sejam emitidas em forma de Ordem de Manutenção;
- d) Aumentar a produtividade da manutenção através de informações, otimização de mão de obra e/ou priorização de serviços;
- e) Controlar o estado dos equipamentos;
- f) Fornecer relatórios de histórico dos equipamentos, bem como dos indicadores de manutenção.

Ainda de acordo com Viana (2006), a manutenção da empresa deve ser estudada em sua realidade, criando uma relação com suas necessidades, traçando assim o perfil do sistema de controle de manutenção mais adequado ao PCM em questão.

2.7 Indicadores de Manutenção

Os indicadores de manutenção são dados estabelecidos em relação aos processos que desejamos monitorar, concedem acompanhamento e estimar os processos, sendo mecanismos para a tomada de decisão.

De acordo com Viana (2006), os indicadores de manutenção não têm por objetivo somente acompanhar os problemas da manutenção, mas acompanhar também suas práticas diárias e que devem retratar aspectos importantes no processo.

Ainda de acordo com Viana (2006), os indicadores que são referência no diz respeito a manutenção são:

- a) *MTBF (Mean Time Between Failures)*: o Tempo Médio Entre Falhas (TMEF) é definido como o quociente da soma das horas disponíveis para operação da máquina/equipamento pelo número de intervenções corretivas realizadas nessa máquina/equipamento no período. O aumento dos índices do MTBF indica que o número de intervenções corretivas está diminuindo, o que é um sinal positivo para a organização.
- b) *MTTR (Mean Time to Repair)*: o Tempo Médio Para Reparo (TMPR) é definido com divisão da soma das horas de indisponibilidade para operação devido à manutenção pelo número de intervenções corretivas no período. A diminuição dos índices de MTTR significa que os reparos corretivos são cada vez menos perturbadores na produção, o que também é um sinal positivo na organização.
- c) *Disponibilidade Operacional*: é a competência de um equipamento estar em condições de realizar uma certa atividade em durante intervalo de tempo determinado. É a divisão das horas trabalhadas pelas horas totais do período.
- d) *Custo de manutenção por faturamento*: é a relação entre os gastos totais com manutenção e o faturamento da empresa.
- e) *Custo de manutenção por valor de reposição*: é a relação entre o custo total de manutenção de uma determinada máquina/equipamento com o seu valor de compra.
- f) *Backlog*: é a divisão entre a demanda de serviços e a competência de realiza-los, é a soma de todas as horas de HH (homem-hora) em carteira dividida pela capacidade da equipe executante.
- g) *Índice de Retrabalho*: tem a finalidade de verificar a quantidade de serviços de manutenção, se as intervenções são definitivas ou paliativas. Configura o percentual de horas trabalhadas em

ordens de manutenção encerradas, reabertas por qualquer motivo, em relação do total geral trabalhado no período. O ideal seria que seu valor fosse zero.

- h) Índice de Corretiva: percentual das horas de manutenção que foram aplicadas em corretivas.
- i) Índice de Preventiva: percentual das horas de manutenção que foram aplicadas em preventivas, o contrário do índice de corretiva.
- j) Taxa de frequência de acidentes: é o número de acidentes com milhão de HH trabalhado.

3 METODOLOGIA

Esse trabalho tem por finalidade, com base no estudo e percepção da realidade da empresa em questão, elaborar um delineamento e comando da manutenção que se ajuste da melhor forma às particularidades da empresa, de forma que o planejamento e controle da manutenção tenha boa aplicação. Dessa maneira, foi estabelecida uma metodologia adequada à empresa.

Para entender melhor o cotidiano da manutenção na empresa, foi desenvolvido um estudo das práticas da organização.

3.1 Estudo das práticas da empresa

De acordo com a realidade da empresa, verificou-se claramente os problemas encarados no dia a dia da empresa. Dentre os problemas notados, é possível citar:

- a) Ausência de um controle e desempenho da manutenção;
- b) Ausência de manutenção preventiva, onde a empresa repara as máquinas/equipamentos após detecção de falha, sendo essa inteiramente corretiva não planejada;
- c) Carência de uma programação para paradas de revisão das máquinas/equipamentos;
- d) Carência de ordens de serviço de manutenção, o que gera, pela falta de informação sobre o problema, confusão no momento do reparo;
- e) Falta de um histórico da manutenção de cada máquina/equipamento.

Identificando todos os problemas, fica explícito o atual cenário da manutenção na empresa: deficiente e sem dados. Sendo assim, se faz necessário o desenvolvimento de uma proposta de manutenção, onde exista uma programação, controle e acompanhamento da manutenção.

3.2 Definição das etapas da metodologia

Após o conhecimento das práticas da empresa e definida a necessidade de um planejamento de manutenção, a metodologia foi criada em cinco etapas:

- a) Primeira etapa: cadastro das máquinas/equipamentos, pessoal, linha e defeitos;
- b) Segunda etapa: criação de ordens de serviço da manutenção;
- c) Terceira etapa: criação de um sistema de banco de dados para manutenção de cada máquina/equipamento;

- d) Quarta etapa: conceito de um delineamento para manutenção preventiva;
- e) Quinta etapa: determinação dos indicadores para comando de desempenho da manutenção;

Em seguida, preocupou-se em apresentar algo que estivesse no cenário da empresa e que tivesse fácil aplicabilidade.

3.3 Descrição detalhada das etapas

3.3.1 Cadastro das máquinas/equipamentos, pessoal, linha e defeitos

A etapa tem por finalidade o registro do maior número de dados possíveis das máquinas/equipamentos, possibilitando acesso rápido a qualquer informação desejada. Não se faz necessário a codificação dos mesmos, uma vez que quando adquiridos, recebem o número de patrimônio, podendo assim, ser identificados por estes.

O cadastro será realizado em um sistema desenvolvido com a finalidade de auxiliar a manutenção em suas práticas.

Será feito o cadastro também de pessoal, linha e defeitos, o que facilitará para a etapa de criação de ordens de serviço.

3.3.2 Criação de ordens de serviço da manutenção

Através da criação de ordens de serviço da manutenção, é possível elaborar um histórico de cada máquina, sendo de extrema importância para a organização do sistema de manutenção.

As ordens de serviço possuem suas informações organizadas em histórico, e servem de apoio para tomada de decisões e pra o funcionamento apropriado das rotinas de manutenção.

3.3.3 Criação de um sistema de banco de dados para manutenção de cada máquina/equipamento

Essa etapa constitui na criação de um banco de dados, que são gerados através das ordens de serviço. Desta forma, consegue-se manter um histórico de todas as intervenções realizadas em cada máquina/equipamento, quando e quais os motivos para essas intervenções.

Através da avaliação contínua dos dados gerados, o responsável pela área tem uma visão ampla do cenário de manutenção. Pode auxiliar na tomada de decisões, aumentando a rentabilidade e melhorando o desempenho e confiabilidade das máquinas/equipamentos.

3.3.4 Conceito de um delineamento para manutenção preventiva

A quarta etapa consiste no planejamento da manutenção, que estabelece um controle e uma frequência no setor de manutenção, assim como preservar o bom funcionamento das máquinas utilizadas na empresa, estando seguro de uma produção de qualidade sem perdas de tempo e produtos.

As máquinas/equipamentos e instalações devem ser conservados em estado de adequação e em condições para trabalharem atendendo as exigências da produção.

3.3.5 Determinação dos indicadores para comando de desempenho da manutenção

A última etapa da metodologia, os indicadores de desempenho da manutenção com o objetivo de indicar se as decisões tomadas são as corretas e se tem necessidade de realizar melhorias em algum resultado, possui a função de avaliar o desempenho do setor de manutenção.

4 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA

4.1 Sistema utilizado no projeto

O sistema utilizado no projeto foi desenvolvido pela empresa TOTVS, que fornece também outros programas para diversas áreas da empresa em questão.

O acesso à área de manutenção é fornecido somente aos líderes de célula, ao pessoal do desenvolvimento de produtos, aos colaboradores efetivos da manutenção e aos gestores.

Esse sistema ainda não tem relação com os demais sistemas utilizados na empresa, como por exemplo almoxarifado e custo, mas é uma melhoria a ser implantada no mais curto espaço de tempo.

Figura 5 - Sistema utilizado no projeto



Parâmetros Iniciais

TOTVS SmartClient

Programa inicial

U_MANUT

Comunicação no cliente

tcp

Ambiente no servidor

APONTAMENTO

Ok Cancela

Fonte: A autora.

4.2 Cadastro das máquinas/equipamentos, pessoal, linha e defeitos

O referido trabalho abrange a manutenção geral da empresa em questão, uma vez que todas as máquinas/equipamentos serão inseridas no sistema.

Visando evitar a duplicidade de informações, não foi realizada uma nova codificação. O cadastro no sistema será feito pelo código de patrimônio, recebido pela máquina/equipamento no momento em que chega na empresa.

Figura 6 - Número do patrimônio utilizado para cadastro de máquinas/equipamentos no sistema



Fonte: A autora.

Figura 7 - Cadastro de máquinas/equipamentos realizado no sistema

Planeta	Descricao
0106	PRENSA MANUAL CALOR SUPERIOR
0252	ELASTIQUEIRA
0261	OVERLOQUE - 757D
0262	OVERLOQUE - 747K
0274	GALONEIRA - K
0287	RETA PONTO FIXO
0312	ELASTIQUEIRA
0312	ELASTIQUEIRA
0340	OVERLOQUE - 757D

Fonte: A autora.

Além do cadastro das máquinas/equipamentos, foi realizado também o cadastro de pessoal, de linha e de defeitos. O cadastro de pessoal foi realizado através do número da matrícula dos funcionários, já para o cadastro de linha foi criado um código para cada setor, no caso do setor de costura, foi feito pelo próprio número da célula. O cadastro de defeitos foi feito a partir dos defeitos mais frequentes apresentados pelas máquinas, quando e se surgir novos defeitos, os mesmos também serão cadastrados no sistema. Essa parte é fundamental para que a etapa seguinte funcione de maneira adequada.

Figura 8 - Cadastro de pessoal realizado no sistema

Matricula	Nome
004387	ABNER MARIANO VIEIRA
000009	ADRIANA DE FATIMA AGUIAR SILVA
004356	ADRIANA ISABEL FERNANDES
003959	ADRIANA MARTA CORREA FERREIRA
003188	ADRIANA RODRIGUES PENA
003851	ADRIANA ROSA PEREIRA CAETANO
004168	ADRIANO DONIZETE RANGEL
003450	ADRINEIA DE FATIMA AGUIAR
004299	AGATA GONCALVES
004120	AISLANIA SILVA VIEIRA
002803	ALAN GONCALVES RITA
002768	ALEKSANDER MILLER DE OLIVEIRA
004264	ALESSANDRA CRISTINA DA SILVA
000864	ALESSANDRA DA SILVA
003091	ALESSANDRA SABINO PLACERES

Fonte: A autora.

Figura 9 - Cadastro de linha realizado no sistema

Chave	Descrição
01	CELULA 01
02	CELULA 02
03	CELULA 03
04	CELULA 04
05	CELULA 05
06	CELULA 06
07	CELULA 07
08	CELULA 08
09	CELULA 09

Fonte: A autora.

Figura 10 - Cadastro de defeitos realizado no sistema

Chave	Descricao
01	AMOLAR FACA
02	ARREBENTANDO LINHA
03	AUMENTAR BITOLA
04	CANUDO
05	COLOCAR LUZ
06	CORRENDO PONTO
07	DIMINUIR BITOLA
08	FAZER CALCADOR
09	FERRO

Fonte: A autora.

4.3 Criação de ordens de serviço da manutenção

Está etapa é muito importante para a organização do sistema de manutenção, através dela será possível organizar um histórico de cada máquina/equipamento.

Na empresa em questão, as intervenções da manutenção eram feitas sem nenhum tipo de registro: o operador acionava o setor de manutenção através de luzes, quando a máquina apresentava alguma falha. O mecânico disponível no momento se dirigia até a célula que o tinha acionado e só então tomava conhecimento da falha apresentada pelo equipamento.

Considerando de extrema importância para o planejamento da manutenção, a ordem de serviço será feita no próprio sistema, conforme figura 10, através do preenchimento dos itens:

- a) Linha (setor requerente);
- b) Máquina;
- c) Operador;
- d) Defeito.

Após o preenchimento dos itens relacionados acima, o sistema cria a ordem de serviço. Uma vez criada, a máquina/equipamento entra em uma fila até que um dos mecânicos disponíveis faça a intervenção.

Figura 11 - Ordem de serviço gerada pelo sistema

#	OS	LINHA	COD MAQ.	OPERADOR	DEFEITO	DATA/HORA
1	014903	BORDADO	2554	FABRICIA	REGULAR LANCADEIRA	01/11/2019 07:28:15

Fonte: A autora.

4.4 Criação de um sistema de banco de dados para manutenção de cada máquina/equipamento

Para que todos os envolvidos com tomada de decisões na área de manutenção tenham informações, é necessário que todos os dados buscados sejam confiáveis e gerados no mais breve espaço de tempo.

Foi criado no próprio sistema, a partir da ordem de serviço, um banco de dados. Dessa forma, é possível manter um histórico de tudo o que foi realizado em cada máquina/equipamento, quando foi realizado, os motivos de parada para manutenção, entre outros dados.

É possível também, através do sistema, verificar quantas chamadas o setor de manutenção atendeu no dia ou no mês, quais máquinas estão aguardando a intervenção, quais mecânicos estão disponíveis no momento em que se realiza a chamada e onde estão os mecânicos que não estão disponíveis.

A análise permanente desse controle serve como base para que as decisões gerenciais sejam tomadas de forma a aumentar a rentabilidade, para que seja feita uma utilização mais eficiente de todos os recursos disponíveis e melhore o desempenho e confiabilidade da máquina/equipamento.

Na figura 11 é possível visualizar quais máquinas/equipamentos aguardam intervenção da manutenção e a disposição da qual as ordens de serviço foram geradas.

Figura 12 - Máquinas/equipamentos aguardando intervenção da manutenção

#	OS	LINHA	COD MAQ.	OPERADOR	DEFEITO	DATA/HORA	STATUS
1	014903	BORDADO	2554	FABRICIA	REGULAR LANCADEIRA	01/11/2019 07:28:15	EM ATEND.
2	014930	CELULA 01	3609	FABRICIA	OUTROS DEFEITOS	01/11/2019 09:56:57	EM ATEND.
3	014931	TRANSFER	2762	DANIEL	REGULAR APARELHO	01/11/2019 09:58:24	EM ATEND.
4	014932	CELULA 06	2796	RENI	OUTROS DEFEITOS	01/11/2019 10:04:42	EM ATEND.
5	014933	CELULA 12	2261	ALEKSANDER	LINHA ENROLADA	01/11/2019 10:09:34	EM ATEND.
6	014934	CELULA 15	2189	ELIANA	MANUTENCAO PREVENTIVA	01/11/2019 10:37:01	NA FILA

Fonte: A autora.

A figura 12 exibe quais e onde cada colaborador do setor de manutenção estão fazendo intervenções. Os colaboradores disponíveis podem escolher qual ordem de serviço atender.

Figura 13 - Relação de disponibilidade dos mecânicos

MARCELO DISPONIVEL	LUCAS LINHA 95	TIAGO LINHA 06
RAFAEL DISPONIVEL	WALLACE LINHA 99	JORDAN DISPONIVEL
WESLEY DISPONIVEL	EDILSON LINHA 12	LEONEL LINHA 01
BRENO LINHA 96	MAYRON DISPONIVEL	

Fonte: A autora.

Já na figura 13, é possível observar quantas chamadas foram feitas no dia, quantas foram atendidas e quantas estão aguardando intervenção até o momento de consulta, o acumulativo do mês e o tempo de resposta, em minutos.

Figura 14 - Número de chamadas realizadas e atendidas no dia

CHAMADOS DIA	ATENDIDOS	EM ATENDIMENTO	ACUMULADO MES	TEMPO RESP
046	043	002	596	267

Fonte: A autora.

Dessa maneira, o sistema permite o registro de todas as informações da manutenção, assegurando um histórico confiável.

4.5 Conceito de um delineamento para manutenção preventiva

Essa etapa pode ser vista como fundamental para a mudança de conceitos de manutenção da empresa, uma vez que busca associar a manutenção preventiva no cenário onde só é realizada manutenção corretiva não planejada.

Foi estabelecido dois planos de manutenção para as máquinas, um a ser realizado pelo próprio operador, partindo dos conceitos do TPM, e outro a ser realizado pelo setor de manutenção.

As atividades que devem ser realizadas pelo operador, assim como sua periodicidade estão descritas abaixo:

- a) Limpar toda máquina após encerramentos das atividades (diária);
- b) Verificar as condições das botoeiras (diária);
- c) Verificar a existência de vibrações e ruídos anormais em toda máquina (diária);
- d) Verificar vazamento de óleo (diária);
- e) Verificar nível de óleo da máquina (semanal);
- f) Verificar equipamentos de segurança (semanal);
- g) Verificar existência de peças soltas, quebradas e/ou amassadas (semanal).

As atividades que devem ser realizadas pelo setor de manutenção, são:

- a) Revisão visual do estado de conservação da máquina e do seu estado geral;
- b) Verificar a existência de vibrações e ruídos anormais em toda máquina;

- c) Conferir o estado e folga dos equipamentos móveis da máquina;
- d) Revisão e ajuste das correntes;
- e) Conferir estado de lubrificação;
- f) Trocar óleo da máquina;
- g) Trocar filtro da máquina;
- h) Inspeção geral de toda instalação elétrica;
- i) Verificar e lubrificar rolamentos dos motores;
- j) Verificar e/ou substituir equipamentos necessários.

Juntamente com o responsável da área de manutenção, foi determinado um período para que o setor de manutenção realize as atividades mencionadas acima. O período foi determinado de acordo com algumas especificações das máquinas/equipamentos e os dados foram inseridos no sistema. O próprio sistema insere na fila de espera da manutenção as máquinas programadas para as revisões, além das máquinas que estão em produção, as máquinas que estão sem uso no estoque também entram nessa programação.

Figura 15 - Programação para revisão de máquinas

7	012875	MANUTENCAO	0876	MARCELO	MANUTENCAO PREVENTIVA	24/09/2019 04:00:12	NA FILA
8	012880	MANUTENCAO	0707	MARCELO	MANUTENCAO PREVENTIVA	24/09/2019 04:00:12	NA FILA
9	013196	MANUTENCAO	0857	MARCELO	MANUTENCAO PREVENTIVA	30/09/2019 04:00:09	NA FILA
10	013204	MANUTENCAO	0846	MARCELO	MANUTENCAO PREVENTIVA	30/09/2019 04:00:10	NA FILA
11	013206	MANUTENCAO	0578	MARCELO	MANUTENCAO PREVENTIVA	30/09/2019 04:00:10	NA FILA
12	013205	MANUTENCAO	0545	MARCELO	MANUTENCAO PREVENTIVA	30/09/2019 04:00:10	NA FILA
13	013202	MANUTENCAO	0685	MARCELO	MANUTENCAO PREVENTIVA	30/09/2019 04:00:10	NA FILA
14	013198	MANUTENCAO	0545	MARCELO	MANUTENCAO PREVENTIVA	30/09/2019 04:00:10	NA FILA
15	013201	MANUTENCAO	0578	MARCELO	MANUTENCAO PREVENTIVA	30/09/2019 04:00:10	NA FILA
16	013197	MANUTENCAO	2743	MARCELO	MANUTENCAO PREVENTIVA	30/09/2019 04:00:10	NA FILA
17	013199	MANUTENCAO	0609	MARCELO	MANUTENCAO PREVENTIVA	30/09/2019 04:00:10	NA FILA
18	013215	MANUTENCAO	0799	MARCELO	MANUTENCAO PREVENTIVA	30/09/2019 04:00:10	NA FILA

Fonte: A autora.

O modelo de manutenção proposto tem como objetivo manter um controle e uma periodicidade nas atividades da manutenção, assim como preservar o bom funcionamento das

máquinas/equipamentos utilizados, assegurando uma produção de qualidade, sem perdas de tempo e produtos.

As atividades e periodicidade podem mudar de acordo com o reconhecimento da necessidade para tal, identificado por parte da manutenção através dos índices de desempenho, estes serão abordados no próximo tópico, o último da metodologia proposta.

As máquinas/equipamentos e instalações devem ser mantidas em estado de adequação e em condições para funcionar adequadamente, atendendo as exigências da produção.

4.6 Determinação dos indicadores para comando de desempenho da manutenção

Os indicadores, como visto anteriormente, deverão representar o desempenho da manutenção, de maneira que se consiga avaliar a efetividade de ações de melhoria através do comparativo de resultados e identificar os pontos que ainda necessitam dessas melhorias. Assim, os indicadores têm de medir o desempenho das etapas desenvolvidas, sua aplicabilidade e efetividade.

Os indicadores de desempenho da manutenção escolhidos foram citados na revisão bibliográfica e são gerados pelo sistema desenvolvido.

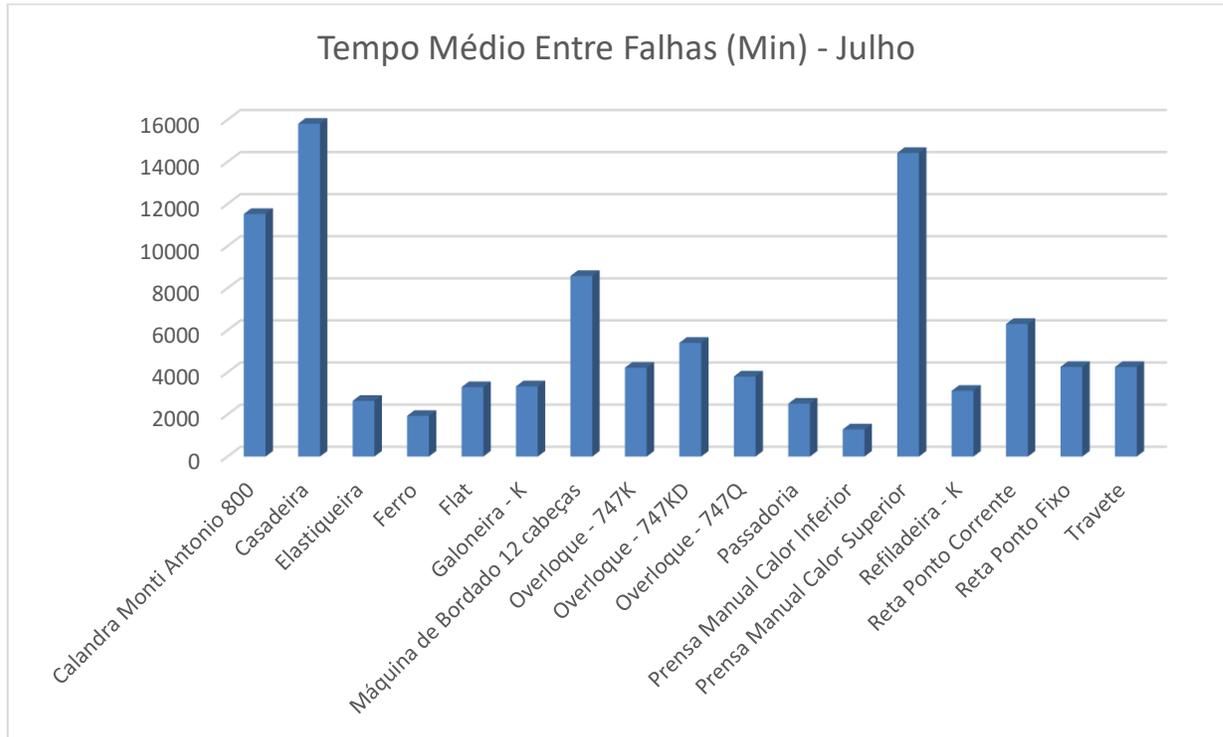
O primeiro indicador é o MTBF ou TMEF, sua meta é o acréscimo de seus índices, indicando que o número de intervenções corretivas diminuiu na medida em que o total de horas disponíveis para manutenção aumentou. É medido pela relação entre as horas disponíveis da máquina/equipamento para manutenção e o número de intervenções corretivas na máquina/equipamento no período, conforme Equação 1:

Equação 1 - Indicador MTBF

$$MTBF = \frac{\sum \text{tempo entre falhas de um componente}}{\text{número de falhas de um componente}} \quad (1)$$

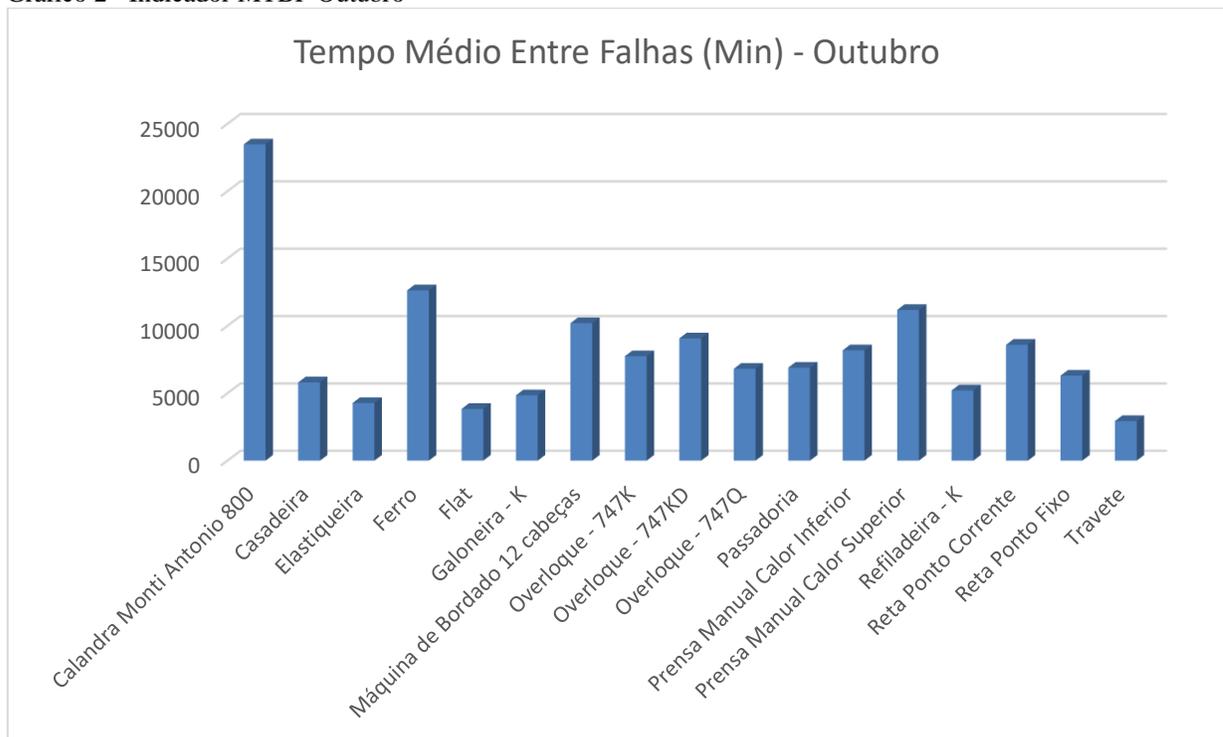
Nos gráficos 1 e 2 é possível verificar os índices do MTBF de julho e outubro.

Gráfico 1 - Indicador MTBF Julho



Fonte: A autora.

Gráfico 2 - Indicador MTBF Outubro



Fonte: A autora.

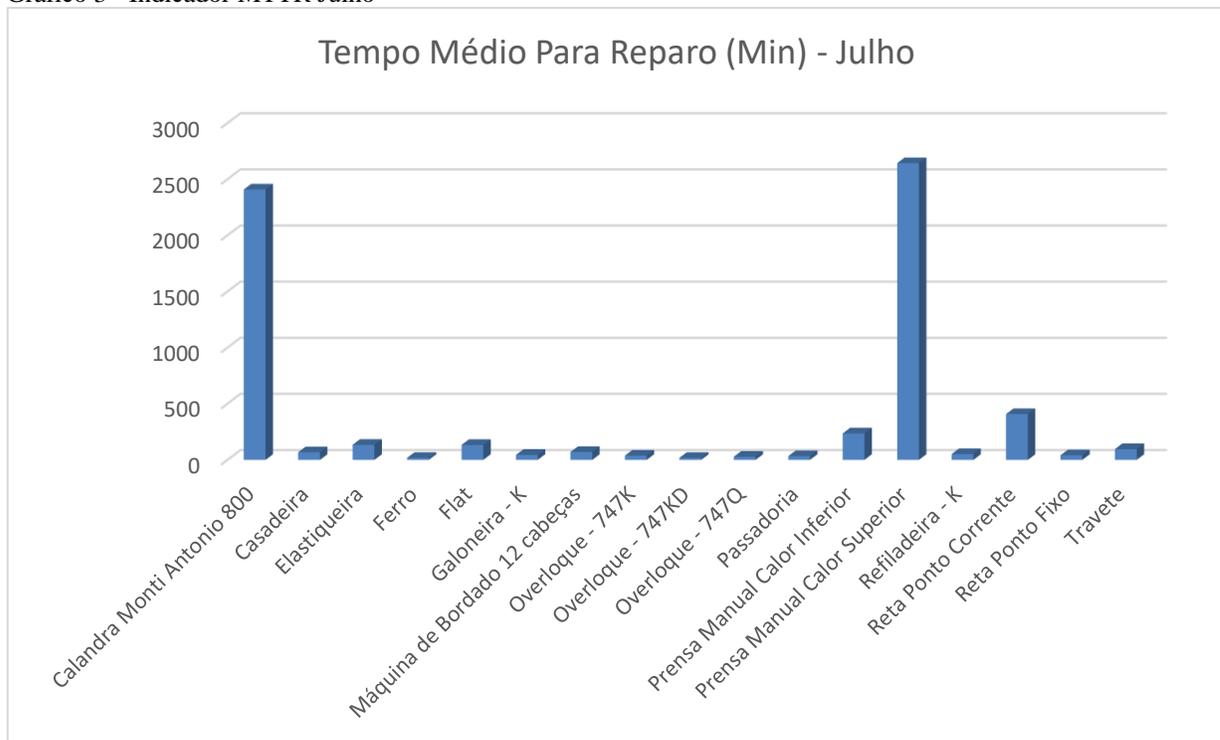
O segundo indicador é o MTTR ou TMRP, seu objetivo é a redução de seus índices, indicando que o número de reparos corretivos é gradativamente menos marcante na manutenção. É medido pela soma as horas de indisponibilidade da máquina devido à manutenção dividida pelo número de intervenções corretivas no período, conforme Equação 2:

Equação 2 - Indicador MTTR

$$MTTR = \frac{\sum \text{tempo para reparos de um componente}}{\text{número de reparos ocorridos}} \quad (2)$$

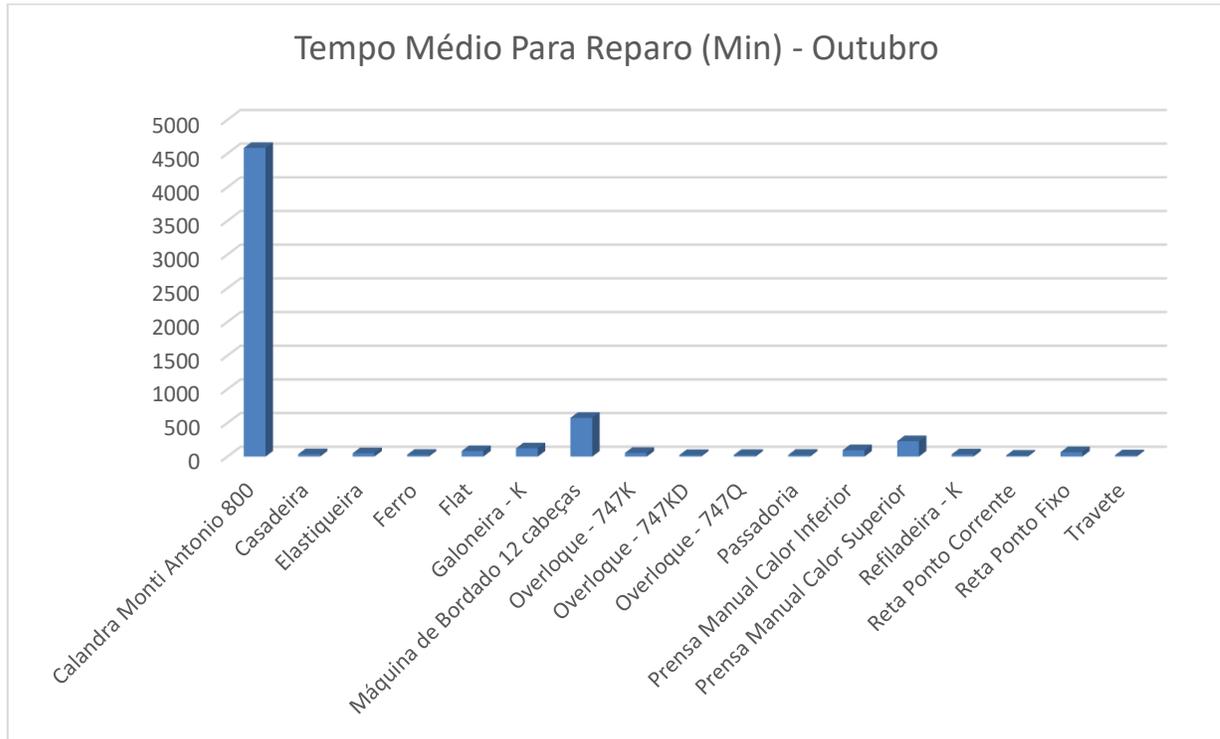
Nos gráficos 3 e 4, é possível observar os índices do MTTR de quando o sistema começou a funcionar e os índices de três meses de funcionamento.

Gráfico 3 - Indicador MTTR Julho



Fonte: A autora.

Gráfico 4 - Indicador MTTR Outubro



Fonte: A autora.

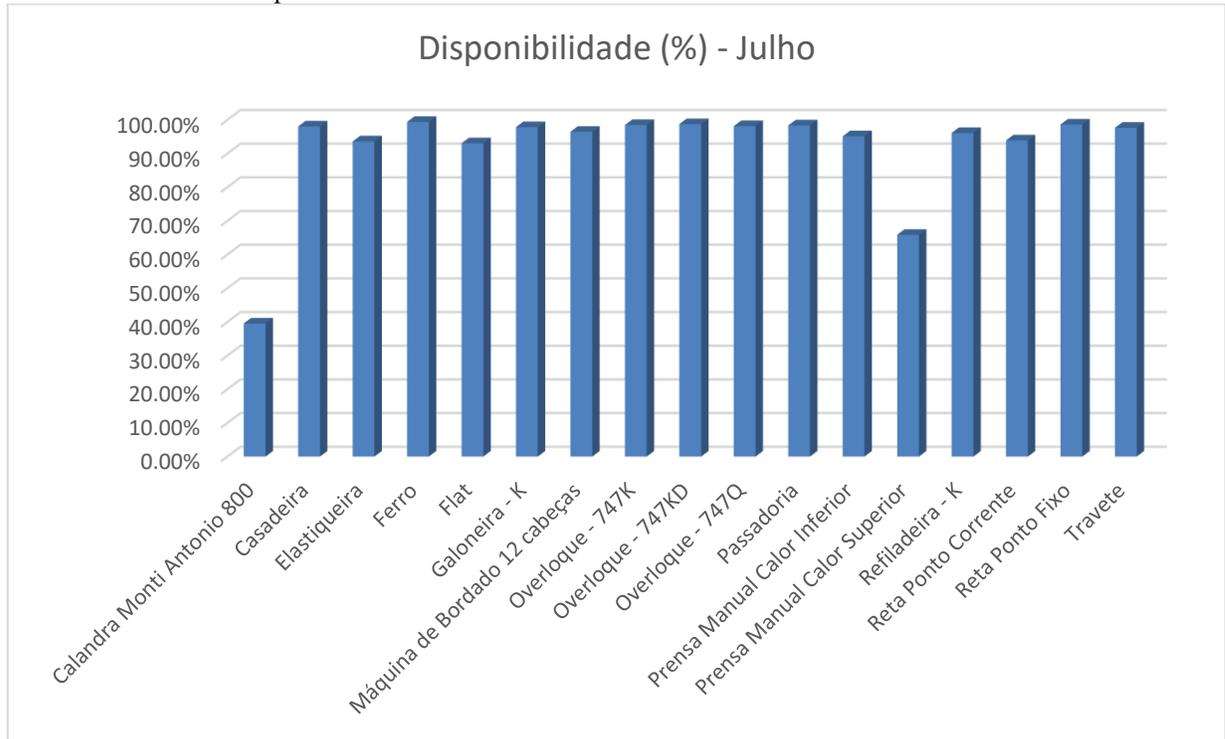
A disponibilidade operacional é o terceiro indicador, que tem por objetivos o aumento de seus índices, indicando o acréscimo da capacidade da máquina executar sua função em um determinado intervalo de tempo. É calculado pela divisão entre as horas trabalhadas pelas horas totais do período, como mostra a Equação 3:

Equação 3 - Indicador Disponibilidade Operacional

$$Disponibilidade\ Operacional = \frac{\sum \text{horas disponíveis para produção}}{\sum \text{horas totais}} \quad (3)$$

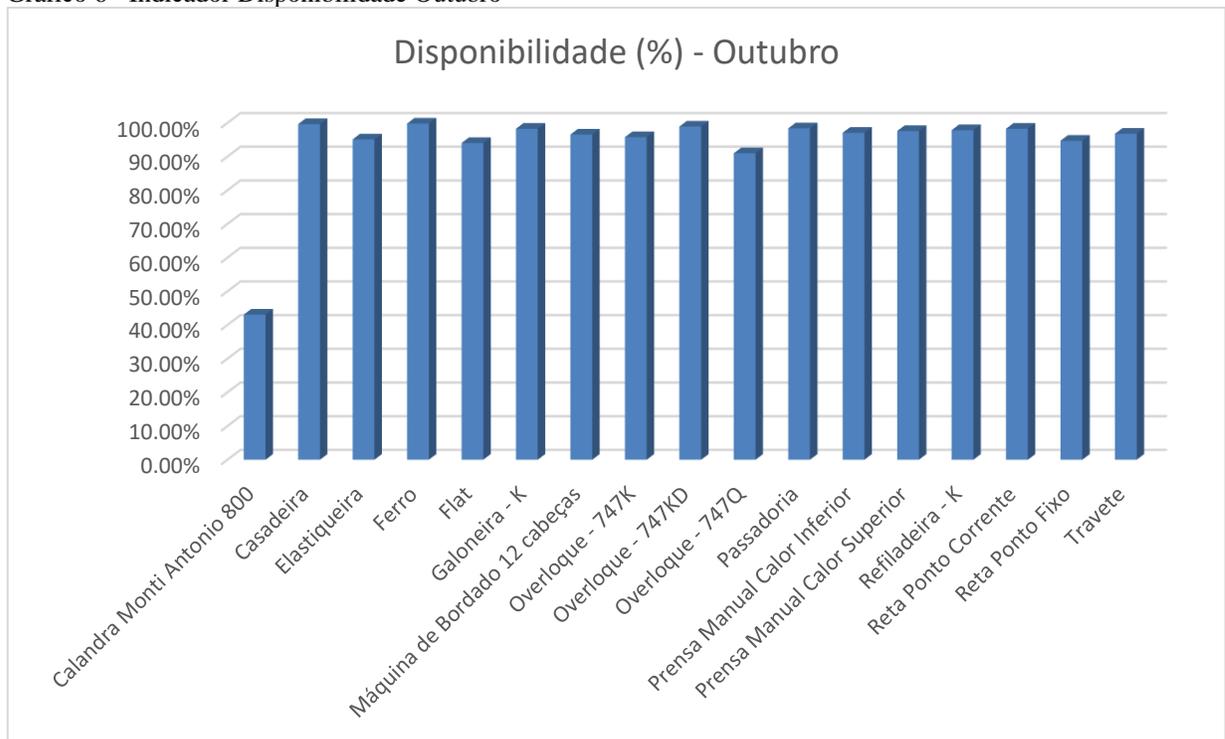
Podemos analisar nos gráficos 5 e 6 os índices obtidos nos primeiros meses de funcionamento do sistema.

Gráfico 5 - Indicador Disponibilidade Julho



Fonte: A autora.

Gráfico 6 - Indicador Disponibilidade Outubro



Fonte: A autora.

A análise de cada indicador deve ser mensal e deverão ser estabelecidas metas para eles assim que exista registro por tempo suficiente para esse fim.

5 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

A partir das etapas de implantação da metodologia proposta foi possível verificar os pontos que se destacaram durante a execução de cada uma.

A primeira etapa, cadastro de máquinas, pessoal, linha e defeitos, gerou agilidade e organização na assistência da vida útil de cada máquina/equipamento individualizados pelo cadastro realizado no sistema.

A etapa de criação de ordens de serviço da manutenção possibilitou a construção de um histórico para cada máquina/equipamento, indispensável para a organização do sistema de manutenção, dado que as informações apresentadas na ordem de serviço auxiliam na tomada de decisões.

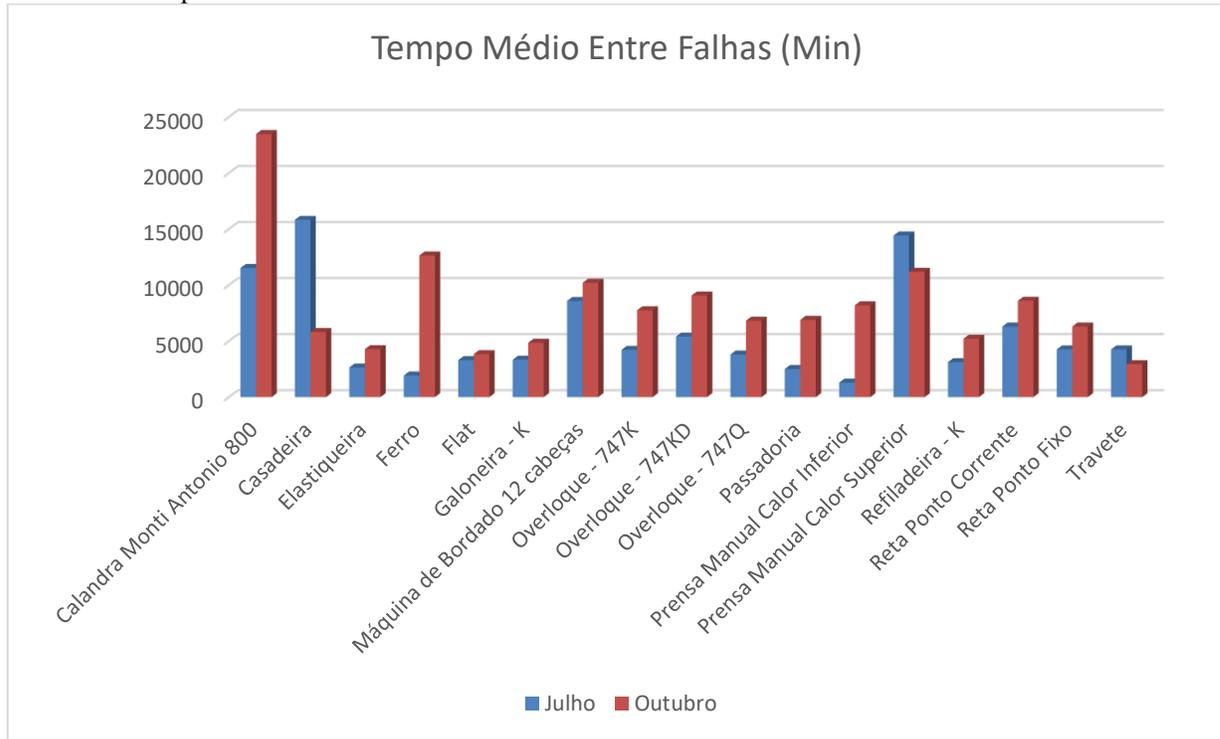
A etapa de criação de um sistema de banco de dados para manutenção de cada máquina/equipamento viabilizou a criação de um histórico com motivos e tempos de parada. As informações geradas nessa etapa também são importantes para a tomada de decisão gerencial.

A etapa seguinte, conceito de um delineamento para manutenção preventiva, está sendo implantada a estreitos passos, tendo em vista que o conceito de manutenção preventiva é totalmente novo para a organização estudada. É esperado, e já está refletindo nos resultados obtidos, que as melhorias elaboradas sejam inseridas no setor de manutenção e que promovam um aumento na confiabilidade das máquinas/equipamento, na rentabilidade dos setores e que reduza a prática da manutenção corretiva não planejada.

Foi feito, com a aplicação das melhorias desenvolvidas, um acompanhamento da manutenção por indicadores, como visto na aplicação da metodologia. Ainda há melhorias a se fazer no sistema, mas já é possível verificar e comparar os resultados dos indicadores.

No gráfico 7 é possível comprar os resultados do indicador MTBF.do mês de julho e do mês de outubro.

Gráfico 7 - Comparativo de resultados do indicador MTBF



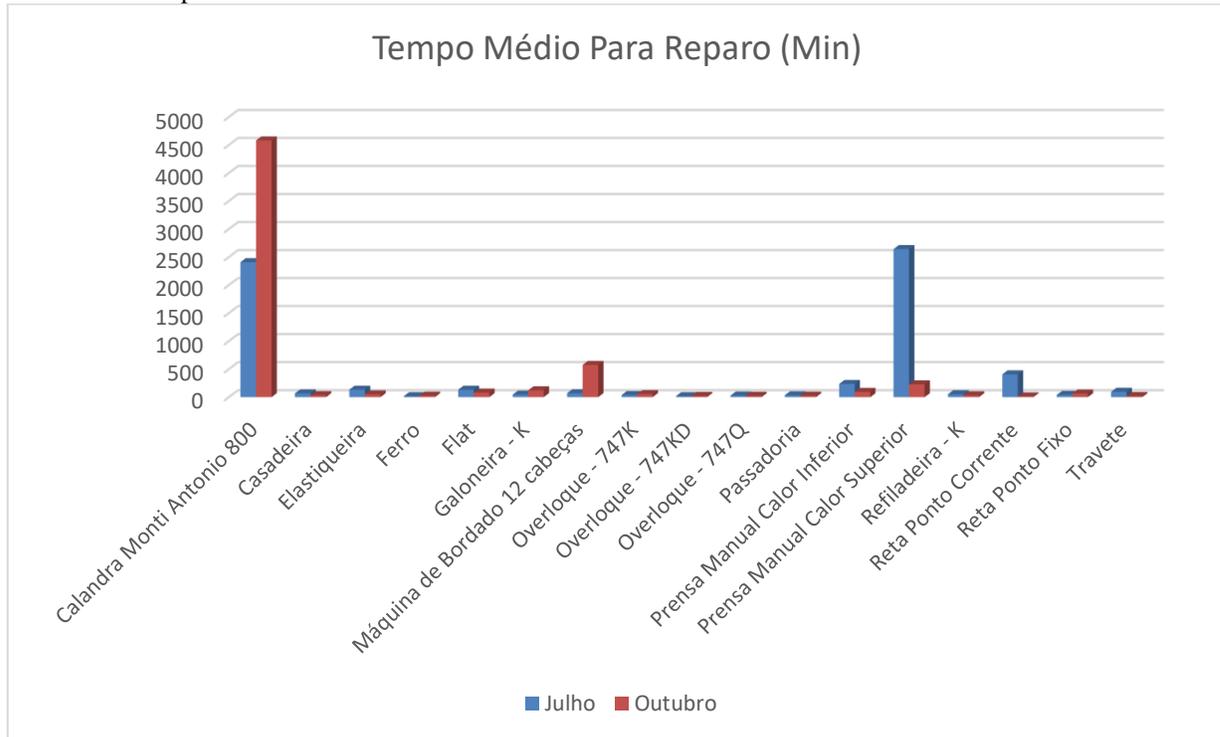
Fonte: A autora.

O objetivo do MTBF foi alcançado, uma vez que seus índices aumentaram. Isso significa que o número de intervenções corretivas diminuiu e que a disponibilidade da máquina teve, por consequência, um aumento. Esse resultado é mais visível nas máquinas:

- a) Calandra Monti Antonio 800: tempo médio entre falhas passou de 11526 minutos para 23477 minutos.
- b) Ferro: tempo médio entre falhas passou de 1935 minutos para 12643 minutos.
- c) Prensa Manual Calor Inferior: tempo médio entre falhas passou de 1292 minutos para 8191 minutos.

No gráfico 8, vemos o comparativo dos resultados do indicador MTTR, que também teve seu objetivo atingido. A diminuição dos índices indica que o número de reparos corretivos foi menores e é menos marcantes na manutenção.

Gráfico 8 - Comparativo de resultados do indicador MTTR



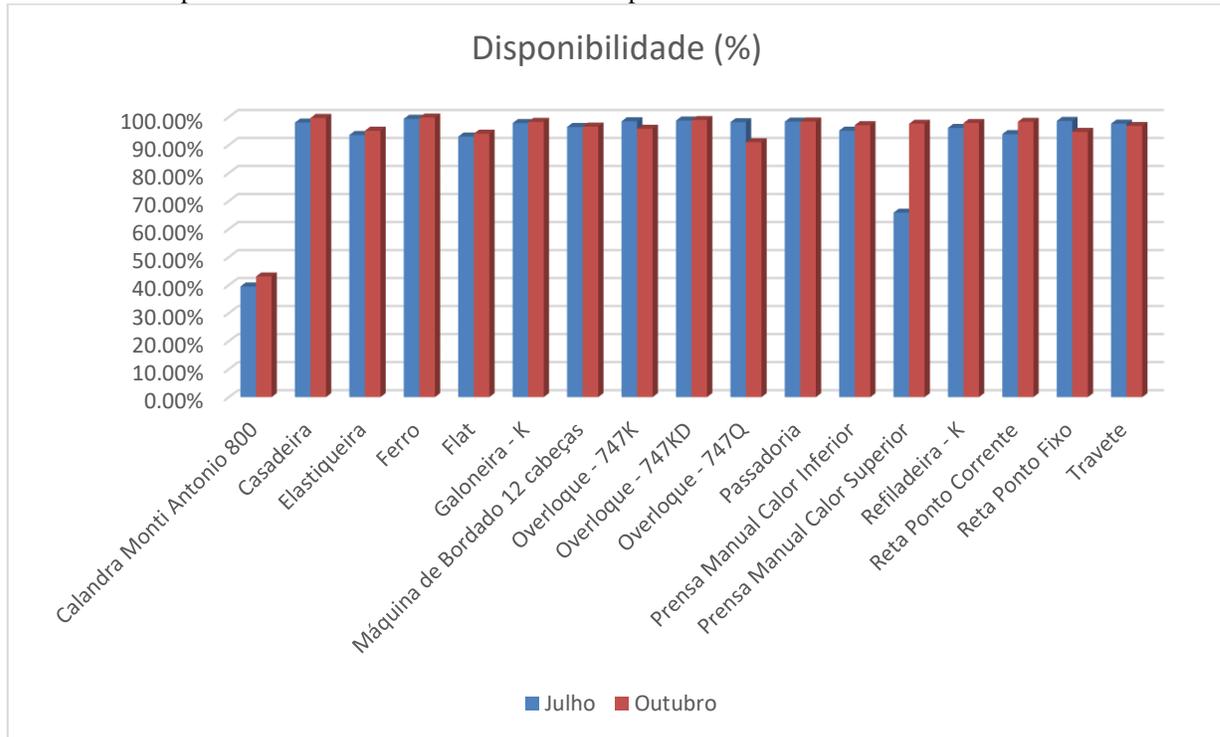
Fonte: A autora.

Podemos evidenciar as máquinas:

- a) Elastiqueira: tempo médio para reparo passou de 134 minutos para 50 minutos.
- b) Prensa Manual Calor Superior: tempo médio para reparo passou de 2643 minutos para 229 minutos
- c) Reta Ponto Corrente: tempo médio para reparo passou de 408 minutos para 15 minutos.

O comparativo do indicador de disponibilidade está exibido no gráfico 9.

Gráfico 9 - Comparativo de resultados do indicador de Disponibilidade



Fonte: A autora.

O indicador de disponibilidade foi efetivo, visto que seus índices aumentaram. Isso significa que as máquinas/equipamentos tiveram maior porcentagem de execução das funções. As máquinas que tiveram maior acréscimo na disponibilidade foram:

- a) Prensa Manual Superior: disponibilidade passou de 65,85% minutos para 97,60%.
- b) Reta Ponto Corrente: disponibilidade passou de 93,89% minutos para 98,28%.
- c) Calandra Monti Antonio 800: disponibilidade passou de 39,51% minutos para 43,08%.

Com a implantação das melhorias e com os resultados obtidos através dos indicadores, espera-se que a organização enxergue razões para prosseguir com a gestão da manutenção.

6 CONCLUSÃO

Como o trabalho foi realizado com o objetivo de elaborar um planejamento da manutenção que se adaptasse à realidade da empresa estudada, assim como dar início a metodologia desenvolvida, pode-se concluir que os objetivos foram atingidos.

A individualização das máquinas/equipamentos através de cadastros e a criação das ordens de serviço, possibilitou o desenvolvimento e acompanhamento de um histórico para cada item. Assim como a criação de um banco de dados provocou melhor organização e estruturação dos dados gerados.

É esperado que com a implantação do planejamento para manutenção preventiva, elaborado durante a metodologia, consiga evitar paradas e trabalhos desnecessários; garantir a disponibilidade e confiabilidade das máquinas/equipamentos; e controlar o comportamento e desempenho do setor de manutenção.

Com a avaliação contínua do desempenho da manutenção através de seus indicadores, é esperado que outras melhorias sejam elaboradas e implantadas para obter resultados cada vez melhores.

Referente à gestão de manutenção, crê-se que a sugestão desenvolvida é relevante e aponta resultados positivos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5462: **Confiabilidade e Manutenibilidade**. Rio de Janeiro, 1994. 37p.

COSTA, Mariana de Almeida. **Gestão estratégica da Manutenção**: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional. 2013. 103f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.

KARDEC, Alan; NASCIF Júlio. **Manutenção**: função estratégica. 3.ed. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2009. 384 p.

MONCHY, François. **A Função Manutenção**: Formação para a gerência da Manutenção Industrial. 1.ed. São Paulo: Ed. Durban, 1987. 424 p.

PEREIRA, Mário Jorge. **Técnicas Avançadas de Manutenção**. 1.ed. Rio de Janeiro: Ed. Ciência Moderna, 2010. 80 p.

REIS, Zaida Cristiane dos; DENARDIN, Carina Desconzi; MILAN, Gabriel Sperandio. **A Implantação de um 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, Niterói. Disponível em:
<http://www.excelenciaemgestao.org/Portals/2/documents/cneg6/anais/T10_0268_0981.pdf > Acesso em 27 maio 2019.

SELLITO, Miguel Afonso. **Análise estratégica da manutenção de uma linha de fabricação metal-mecânica baseada em cálculos de confiabilidade de equipamentos**. *Revista GEPROS (Gestão da Produção, Operações e Sistemas)*. Ano 2, vol.3, 2007. Disponível em: <<http://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/157/142> > Acesso em 24 maio 2019.

SOUZA, Fábio Januário de. **Melhoria do pilar “Manutenção Planejada” da TPM através da utilização do RCM para nortear as estratégias de Manutenção**. 2004. 115f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

TOAZZA, Guilherme Francez; SELLITO, Miguel Afonso. **Estratégia de Manutenção Preditiva no Departamento Gráfico de uma Empresa do Ramo Fumageiro**. *Revista Produção Online*. V.15, n.3, 2015. Disponível em: <<http://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/1623/1298> > Acesso em 25 maio 2019.

VIANA, Hebert Ricardo Garcia. **Planejamento e Controle da Manutenção**. 1.ed. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2006. 167 p.

XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**: O Caminho para Eliminar Falhas nos Equipamentos e Aumentar a Produtividade. 1.ed. Rio de Janeiro: EDG, 1998. 302 p.