

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**MITCHELL DINIZ ROSMANINHO
SÉRGIO HENRIQUE NERY FIGORELLE DE CARVALHO MILAGRES**

**ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO EM UMA
EMPRESA DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS INDUSTRIAIS**

**VOLTA REDONDA
2020**

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO EM UMA
EMPRESA DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS INDUSTRIAIS**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção do UniFOA, como requisito à obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção.

Alunos:
Mitchell Diniz Rosmaninho
Sérgio Henrique Nery Figorelle de
Carvalho Milagres

Orientadora:
Prof.^a Ma. Byanca Porto de Lima

VOLTA REDONDA

2020



FOLHA DE APROVAÇÃO



Mitchell Diniz Rosmaninho
Sérgio Henrique Nery Figorelle de Carvalho Milagres

Elaboração de um plano de manutenção em uma empresa de prestação de serviços industriais

Orientadora:
Profa. Ma. Byanca Porto de Lima

Banca Examinadora:

Prof.^a Ma. Byanca Porto de Lima

Prof.^a Ma. Daniele Santos de Oliveira Archanjo de Souza

Prof. Me. Sérgio Ricardo Bastos de Mello

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho a todos que sempre estiveram presentes, nos apoiaram e incentivaram nessa caminhada, principalmente nossos pais e irmãos; e aos nossos professores e orientadora, por todo o ensinamento passado.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos, primeiramente a Deus, por nos ter dado força e paciência para chegar até aqui. Aos nossos pais e irmãos pelo apoio, compreensão e confiança que depositaram em nós. Aos professores pelo conhecimento compartilhado, contribuindo para nossa formação, em especial a nossa orientadora Byanca, pela oportunidade, apoio e suporte na elaboração deste trabalho. E, por fim, aos nossos amigos e familiares que contribuíram e torceram pelo nosso sucesso.

RESUMO

As manutenções são das mais importantes atividades da estratégia organizacional nas empresas, pois integram cada vez mais com as atividades de produção e ou prestação de serviços da empresa e possui foco em evitar a degradação de equipamentos e sistemas, oriundos de desgastes naturais e ou má utilização. Diante disso, foi elaborado um plano de manutenção preventiva e preditiva numa empresa prestadora de serviços sediada em Barra Mansa com o objetivo principal de reestruturar grande parte dos processos de manutenção, pois a mesma não possuía nenhum tipo de controle da manutenção feita em seus equipamentos. Esse trabalho propiciou a empresa implementar um sistema de controle eficiente e de baixo custo criado através do VBA no Excel e também foram criadas atividades organizadas e documentadas, como formulários onde o operador do equipamento pode relatar o que ocorreu com o mesmo e o mecânico relatar o que foi substituído e suas observações e um modelo de planejamento e controle de manutenção que demonstram quando fazer as manutenções. Para o acompanhamento dos resultados, foram criados indicadores com a finalidade de estruturar o gerenciamento da manutenção. Através da comparação dos resultados dos indicadores, os equipamentos tiveram, em média, um aumento de 26,29% na disponibilidade, um aumento de 151,59% no tempo médio entre falhas e uma queda de 32,80% no tempo médio para o reparo.

Palavras-chave: Planejamento; disponibilidade; confiabilidade.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1. Justificativa	12
1.2 Objetivos do estudo.....	13
1.3 Metodologia.....	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1 Manutenção.....	14
2.2 Evolução da Manutenção.....	14
2.3 Tipos de Manutenção.....	17
2.3.1 Manutenção Corretiva.....	17
2.3.2 Manutenção Preventiva.....	18
2.3.3 Manutenção Preditiva.....	19
2.3.4 Manutenção Detectiva.....	20
2.3.5 Engenharia de Manutenção.....	20
2.4 Rotinas da Manutenção.....	21
2.5 Gestão da Manutenção.....	25
2.5.1 Total Productive Maintenance (TPM).....	26
2.5.2 Reliability Centered Maintenance (RCM).....	28
2.6 Planejamento e Controle de Manutenção (PCM).....	30
2.7 Indicadores de Manutenção.....	31
3 ESTUDO DE CASO.....	33
3.1 Problemas enfrentados pela empresa.....	33
3.2 Definição das etapas.....	34
3.3 Descrição detalhada das etapas.....	34
3.3.1 Criação de uma relação dos equipamentos.....	34
3.3.2 Criação de ordens de serviço de manutenção.....	35
3.3.3 Elaboração de um sistema de banco de dados.....	35

3.3.4 Concepção de um plano para manutenção preventiva	35
3.3.5 Definição de indicadores para controle de desempenho da manutenção	36
4 DESENVOLVIMENTO	37
4.1 Criação de uma relação dos equipamentos	37
4.2 Criação de ordens de serviço de manutenção	38
4.3 Elaboração de um sistema de banco de dados.....	40
4.4 Concepção de um plano para manutenção preventiva	48
4.5 Definição de indicadores para controle de desempenho da manutenção	51
5 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS	58
6 CONCLUSÃO.....	62
REFERÊNCIAS.....	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tipos de Manutenção.....	21
Figura 2 - Seleção dos tipos de manutenção a serem aplicados	24
Figura 3 - Cenário favorável para a melhoria dos resultados no Brasil	25
Figura 4 - Relação de Equipamentos	37
Figura 5 - Ordem de serviço de manutenção	39
Figura 6 - Menu principal do sistema	41
Figura 7 - Interface do sistema.....	42
Figura 8 - Exemplo da adição de um registro de manutenção	43
Figura 9 - Exemplo da localização de um registro de manutenção	44
Figura 10 - Exemplo da edição de um registro de manutenção	45
Figura 11 - Exemplo da confirmação de exclusão de um registro de manutenção ...	46
Figura 12 - Exemplo da exclusão de um registro de manutenção.....	47
Figura 13 - Aba do Histórico de Manutenção no Excel	48
Figura 14 - Etiqueta de controle de manutenção.....	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Evolução da Manutenção.....	16
Quadro 2 - Plano de Manutenção	49
Quadro 3 - Cenário anterior (novembro de 2019)	52
Quadro 4 - Cenário posterior (março de 2020).....	53

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Indicador TMEF - novembro/2019	54
Gráfico 2 - Indicador TMEF - março/2020	54
Gráfico 3 - Indicador TMPR - novembro/2019.....	55
Gráfico 4 - Indicador TMPR - março/2020.....	56
Gráfico 5 - Indicador Disponibilidade - novembro/2019.....	57
Gráfico 6 - Indicador Disponibilidade - março/2020.....	57
Gráfico 7 - Comparativo de resultados do indicador TMEF	59
Gráfico 8 - Comparativo de resultados do indicador TMPR	60
Gráfico 9 - Comparativo de resultados do indicador de Disponibilidade	61

LISTA DE SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

HH - Homem-hora

JIPM - Japan Institute of Plant Maintenance

NBR - Norma Brasileira

PCM - Planejamento e Controle de Manutenção

RCM (MCC) - Reliability Centered Maintenance (Manutenção Centrada na Confiabilidade)

TMEF - Tempo Médio Entre Falhas

TMPR - Tempo Médio para Reparo

TPM - Total Productive Maintenance

VBA - Visual Basic for Applications

1 INTRODUÇÃO

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

As atividades de manutenção concentram-se em evitar a degradação de equipamentos e sistemas, causada por mau uso e desgaste natural. Essas degradações podem se manifestar como perda de desempenho, paradas na produção, fabricação de produtos sem qualidade adequada, contaminação ambiental, dentre outros. Essas declarações influenciam negativamente a qualidade e a produtividade e colocam em perigo a sobrevivência da empresa.

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 expõe um conhecimento sobre manutenção e propõe a criação de um plano de manutenção para uma empresa de médio porte que presta serviços industriais em Barra Mansa, uma vez que até o momento atual não se tornou possível elaborar um sistema de controle e programação com a finalidade de realizar a manutenção para trazer melhorias a organização.

1.1. Justificativa

Muitas empresas, principalmente as pequenas, ainda não gerenciam estrategicamente a manutenção, apenas reparam o que quebrou, sem se preocupar em fazer ajustes e análises periódicas, o que ajudaria para a melhoria consistente de equipamentos.

Dessa forma, este trabalho foi desenvolvido com a proposta de elaborar um planejamento e controle de manutenção em uma firma que presta serviços industriais em Barra Mansa. Essa carência emergiu em decorrência da dominação

de manutenção corretiva não planejada na empresa, que por conseguinte integra baixa disponibilidade de equipamentos e resulta limitando a competitividade da empresa.

1.2 Objetivos do estudo

O objetivo geral do presente trabalho é a elaboração de um plano de manutenção por meio de pesquisa bibliográfica e estudo da realidade da empresa em questão.

Como objetivos específicos, identificar as dificuldades da empresa, devido à falta de gerenciamento de manutenção; propor um modelo de planejamento e controle de manutenção; relatar as etapas do modelo; implementar o modelo, descrevendo os resultados obtidos.

1.3 Metodologia

O presente trabalho utiliza uma abordagem de pesquisa aplicada, pois os resultados obtidos podem ser utilizados na prática. A presente pesquisa possui caráter quantitativo, pois foram obtidos os números que comprovam os objetivos gerais do trabalho, além de bibliográfica, documental e de campo.

A primeira parte do trabalho apresenta a introdução sobre o tema e o trabalho, justificativa, objetivos e metodologia do presente trabalho (tópico atual). A segunda parte do trabalho integra completamente a revisão bibliográfica sobre manutenção, provendo uma boa base teórica para a explicação do trabalho. A terceira parte consiste no estudo de caso em que a realidade da empresa é apresentada e as etapas do desenvolvimento do trabalho são definidas e descritas. A quarta parte discorre o desenvolvimento e a aplicação, detalhando cada etapa executada. A quinta parte apresenta a análise e interpretação dos resultados obtidos na aplicação da proposta do trabalho. E por fim, a sexta parte são apresentadas as conclusões obtidas com a realização do trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Manutenção

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.

As tarefas de manutenção estão limitadas unicamente quando o equipamento retorna às suas disposições originais, vistas em um sentido restrito. Em um modo mais amplo, as tarefas de manutenção também devem envolver a reforma nas condições originais do equipamento, implementando melhorias específicas para que não ocorram falhas, diminuindo os custos e aumentando a produtividade (XENOS, 2002).

Por meio da NBR 5462/1994, a Associação Brasileira de Normas Técnicas indica como manutenção a fusão de quaisquer atos técnicos e administrativas, acrescentando também as de administração destinadas a prosseguir ou restituir o equipamento nas condições em que execute a função necessária.

2.2 Evolução da Manutenção

Pinto e Xavier (2001) afirmam que a atividade de manutenção sofreu grandes mudanças nos últimos 30 anos. Isso se deve aos fatos:

- O rápido aumento na diversidade e quantidade de instalações, equipamentos e edifícios, que devem ser mantidos;
- Projetos muito relevantes;
- Modernas técnicas de manutenção;
- Novos conceitos sobre a composição da manutenção e suas ocupações;
- A magnitude da manutenção como função estratégica.

A evolução manutenção pode ser dividida em quatro gerações.

A primeira geração abrange o período anterior à Segunda Guerra Mundial, quando a indústria era pouco mecanizada e os equipamentos eram

superdimensionados e simples. A manutenção era essencialmente corretiva não-planejada, devido ao cenário econômico da época (MOUBRAY, 2000).

A segunda geração ocorreu após a Segunda Guerra Mundial, entre os anos 50 e 70, onde houve um grande aumento na mecanização e complexidade das instalações industriais. Nesse período, havia uma clara necessidade de maior disponibilidade e confiabilidade, em busca de maior produtividade. Então, surgiu o conceito de manutenção preventiva, onde falhas nos equipamentos poderiam e deveriam ser evitadas (RAMIREZ; CALDAS; SANTOS, 2002).

A terceira geração acelerou o processo de mudanças nas indústrias a partir da década de 1970. O conceito e o uso da manutenção preditiva foram reforçados, o avanço da tecnologia permitiu o uso de *softwares* potentes para planejar, controlar e monitorar as atividades de manutenção. O conceito de confiabilidade ganhou mais evidência, bem como o processo de Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC ou RCM em inglês), que teve sua implementação no Brasil iniciada na década de 1990 (SIQUEIRA, 2009).

A quarta e última geração consolida as atividades de Engenharia de Manutenção, que tem Disponibilidade, Confiabilidade e Manutenibilidade como os três principais motivos de sua existência. A análise de falhas é um conceito conhecido por melhorar o desempenho dos equipamentos e da indústria. Há uma redução no uso de manutenção preventiva, uma vez que exige parada de equipamentos e sistemas, de modo que a manutenção preditiva é cada vez mais usada e a manutenção corretiva não-planejada agora é vista como insuficiência de manutenção. O avanço na terceirização foi uma grande mudança para essa geração, buscando contratos de longos prazos, com indicadores que medem os resultados relevantes para os negócios - disponibilidade e confiabilidade (RAMIREZ; CALDAS; SANTOS, 2002).

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 e a manutenção é realizada após a ocorrência de uma falha e para reposicionar um item em condições de desempenhar uma função requerida (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994).

A manutenção corretiva pode ser dividida em duas categorias: manutenção corretiva planejada e manutenção corretiva não-planejada (PINTO; XAVIER, 2001)

A manutenção corretiva planejada é o reparo com desempenho abaixo do esperado ou o reparo da falha, é uma decisão gerencial. A principal característica da manutenção corretiva planejada é a aplicação da qualidade das informações fornecidas pelo monitoramento do equipamento. A manutenção planejada é sempre mais barata, mais rápida e segura do que a manutenção não planejada. Sempre tem uma qualidade melhor (PINTO; XAVIER, 2001).

A manutenção corretiva não-planejada, também conhecida como manutenção de emergência, é o reparo aleatório da falha, sempre realizado após a quebra inesperada, sem monitoramento ou planejamento. A manutenção corretiva não-planejada implica altos custos, pois a quebra inesperada do equipamento causa perdas na produção, na qualidade do produto e gera custos indiretos de manutenção (PINTO; XAVIER, 2001).

Ainda segundo Kardec e Nascif (2009) em plantas industriais de processo contínuo, as quebras inesperadas têm consequências muito graves para o equipamento. A interrupção repentina dos processamentos nessas indústrias para reparar determinados equipamentos afeta a qualidade de outros equipamentos que estavam operando de maneira satisfatória.

Quando a maioria das manutenções corretivas ocorre na classe não planejada, a empresa tem seu departamento de manutenção dependente dos equipamentos e o desempenho da Organização não será adequado às necessidades atuais de competitividade (ALVES, 2011).

2.3.2 Manutenção Preventiva

Definida por Manso (2012), a manutenção preventiva é a atividade executada com o objetivo de reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho do equipamento, seguindo um plano preliminar, com base em intervalos de tempo definidos. Como o próprio nome sugere, a manutenção preventiva busca constantemente impedir a ocorrência de falhas, o que não ocorre na manutenção corretiva.

Os fabricantes nem sempre fornecem dados precisos para uso em manutenção preventiva, além disso, as condições operacionais e ambientais influenciam consideravelmente o desgaste do equipamento, portanto, a definição de periodicidade e substituição deve ser estabelecida para cada instalação (MOUBRAY, 2000).

Em comparação com a manutenção corretiva, Xenos (2002, p. 24) destaca a vantagem de usar a 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.

As empresas geralmente são negligenciadas a cumprir itens de manutenção preventiva, e o tempo que seria gasto, acaba sendo gasto para trabalhar em falhas que surgem diariamente na produção. Isso ocorre porque, sem uma boa manutenção preventiva, as falhas tendem a aumentar, ocupando todo o tempo do pessoal de manutenção (XENOS, 2002).

Kardec e Nascif (2009) enfatizam que, por um lado, a manutenção preventiva permite o conhecimento preliminar das ações, permitindo boas condições de gerenciamento das atividades e nivelamento de recursos; por outro lado, incentiva a remoção do equipamento ou sistema operacional para os serviços de manutenção programados. Assim, os fatores devem ser pesados para que o uso desse tipo de manutenção seja adequado à realidade dos equipamentos e sistemas.

2.3.3 Manutenção Preditiva

Manutenção preditiva é a atividade executada com base na alteração de parâmetros de condição ou desempenho, cujo acompanhamento segue uma abordagem sistemática. Seu objetivo é evitar falhas nos equipamentos e/ou sistemas, monitorando vários parâmetros, o que permite que o equipamento opere ininterruptamente pelo maior tempo possível. Como não promove a intervenção em equipamentos ou sistemas, a manutenção preditiva favorece a disponibilidade (KARMAN, 2011).

Pinto e Xavier (2001) também apontam algumas condições básicas para a implementação da manutenção preditiva, são as seguintes: o equipamento, sistema e instalação devem permitir monitoramento ou medição e devem merecer esse tipo de ação, as falhas devem se originar de causas que podem ser supervisionadas e o progresso ser acompanhado.

Reduzir tempos e custos de manutenção, prever antecipadamente falhas e melhorar as condições operacionais dos equipamentos são alguns dos benefícios que o uso da manutenção preditiva apresenta (MIRSHAWKA, 1991 *apud* REIS *et al.*, 2010).

A manutenção preditiva é baseada na leitura de variáveis críticas cujos limites são definidos preliminarmente, quando as leituras ou projeções por modelos se aproximam desses limites, uma ação de manutenção deve ser planejada, a fim de controlar a falha iminente (GARG; DESHMUKH, 2006, *apud* TOAZZA; SELLITO, 2015). Assim, geralmente são necessários sistemas instrumentados para aquisição e monitoramento de dados em tempo real (BEVILACQUA; BRAGLIA, 2010, *apud* TOAZZA; SELLITO, 2015). A detecção antecedente de uma irregularidade permite o diagnóstico antecipado da falha, propiciando a execução de um plano de ações corretivas, na ocasião e intensidade adequadas ao tipo de falha (TOAZZA; SELLITO, 2015). Da mesma forma, o monitoramento constante de algumas variáveis permite a elaboração e o acompanhamento de um perfil ao longo do tempo das condições de uso ou danos ao equipamento (GARCIA *et al.*, 2006, *apud* TOAZZA; SELLITO, 2015).

As técnicas mais utilizadas nas estratégias de manutenção preditiva são: análise de vibração, inspeção sensitiva, termografia e ferrografia (TOAZZA; SELLITO, 2015).

Estratégias baseadas em técnicas de manutenção preventiva dependiam inteiramente da recolocação ou reparo programado de componentes e subsistemas (SELLITTO, 2007, *apud* TOAZZA; SELLITO, 2015).

2.3.4 Manutenção Detectiva

Para Pinto e Xavier (2011), manutenção detectiva é a atividade aplicada em sistemas de proteção, comando e controle, buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção. A identificação de falhas ocultas é essencial para garantir 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.

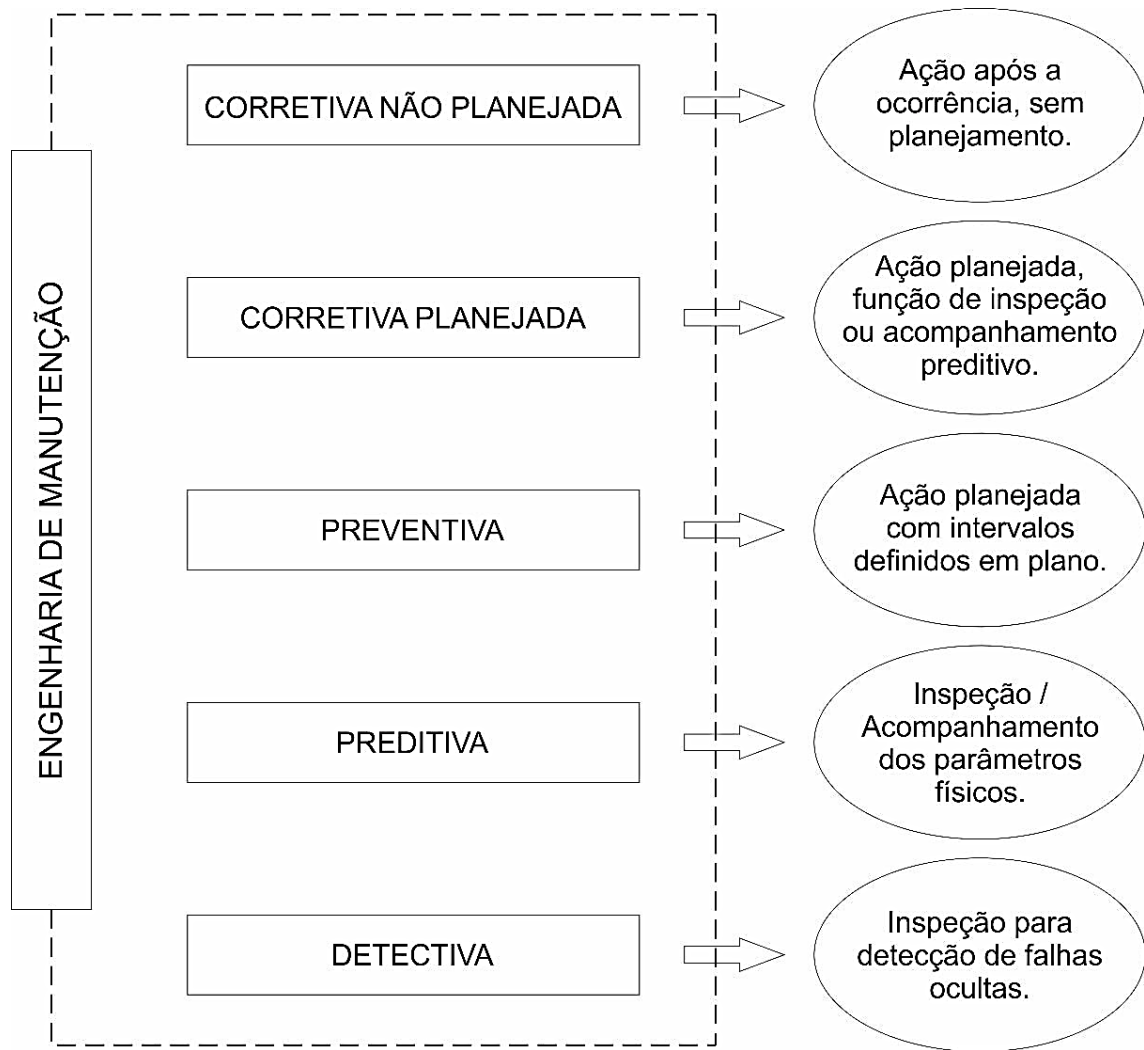
2.3.5 Engenharia de Manutenção

A engenharia de manutenção é considerada uma segunda mudança de paradigma na manutenção e está relacionada à mudança cultural. É o suporte técnico da manutenção que está comprometido em consolidar a rotina e implementar melhorias (PEREIRA, 2011).

A aplicação da engenharia de manutenção resulta na análise de melhorias usando dados adquiridos pela manutenção, com foco na melhoria contínua. Para isso, visa aumentar a confiabilidade, disponibilidade e segurança, melhorar a capacidade de manutenção, eliminar problemas crônicos, resolver problemas tecnológicos, aprimorar o treinamento pessoal, participar de novos projetos, auxiliar na execução, realizar análises e estudos de falhas, desenvolver planos de manutenção, monitorar os indicadores e garantir a documentação técnica (PEREIRA, 2011).

A figura 1 mostra as diferenças nos diferentes tipos de manutenção e como a engenharia de manutenção está disponível neste cenário.

Figura 1 - Tipos de Manutenção



Fonte: Adaptado de Pereira, 2011

2.4 Rotinas da Manutenção

Uma decisão gerencial é adotar uma estratégia de manutenção. Deve ser utilizada com as metas de produção, favorecendo o aumento da confiabilidade e disponibilidade de máquinas e equipamentos, aumento de receita, aumento da segurança ambiental e de pessoal, redução de custos, entre outros.

Segundo Xenos (2002), a escolha do tipo de manutenção a ser adotada é uma decisão gerencial e deve basear-se nos seguintes fatores:

- Importância do equipamento no ponto de vista operacional, segurança pessoal, segurança da instalação e meio ambiente;

- Custos envolvidos no processo, reparo ou substituição e as consequências da falha;
- Oportunidade;
- Competência para adaptar o equipamento ou instalação para se beneficiar da aplicação deste ou daquele tipo de manutenção (adequação 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 apropriada dos vários métodos, de acordo com a natureza e a criticidade do equipamento para produção”, enfatiza Xenos (2002, p.27).

A prática predominante de uma política corretiva não-planejada acarreta altos custos e deixa a empresa à mercê da imprevisibilidade, sejam eles resultados de falhas catastróficas ou não, identificados apenas após a sua ocorrência (COSTA, 2013).

Para Kardec e Nascif (2009), um trabalho planejado é sempre mais barato, mais rápido e seguro do que o 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, segundo Deming (2010), decorre dos seguintes fatores: conciliar a necessidade de intervenção com os interesses da produção; tópicos associados à segurança; melhor planejamento de serviços; garantir a existência de peças sobressalentes, equipamentos e ferramentas; existência de recursos humanos relacionados à tecnologia para prestar serviços com qualidade.

Deming (2010) apresentam fatores que devem ser utilizados para adotar a manutenção preventiva: quando a manutenção preditiva não é viável; quando tópicos relacionados à segurança pessoal e da instalação são obrigatórios; sistemas relevantes e operação contínua; riscos de agressão ao meio ambiente.

A adoção da Manutenção Preditiva deve advir da análise dos seguintes fatores (PINTO; XAVIER, 2001): tópicos atribuídos à segurança operacional e pessoal; manter os equipamentos em operação por mais tempo e de maneira segura; redução de custos através da assistência contínua das condições dos equipamentos. Pinto e Xavier (2001) também mencionam que é essencial que o

peçoal de manutenção responsável pela análise e diagnóstico seja bem treinado, pois não basta apenas medir, é necessário analisar os resultados e formular diagnósticos.

A Engenharia de Manutenção, por outro lado, visa solidificar uma rotina e, principalmente, implementar melhorias, é uma mudança cultural na empresa. Pereira (2011) explicam que a engenharia de manutenção é a segunda quebra de paradigma de manutenção. A primeira quebra de paradigma ocorre quando 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 monitorados (vibração, temperatura etc.), conciliando a necessidade de intervenção com produção em vez de interromper o equipamento apenas com base no tempo. A segunda quebra de paradigma, como já mencionado, ocorre quando se começa a ingressar na Engenharia de Manutenção, ou seja, ter equipamentos ou sistemas com a disponibilidade que a empresa precisa para atender o cliente.

A Figura 2 propõe um esquema para escolher o tipo de manutenção a ser usada:

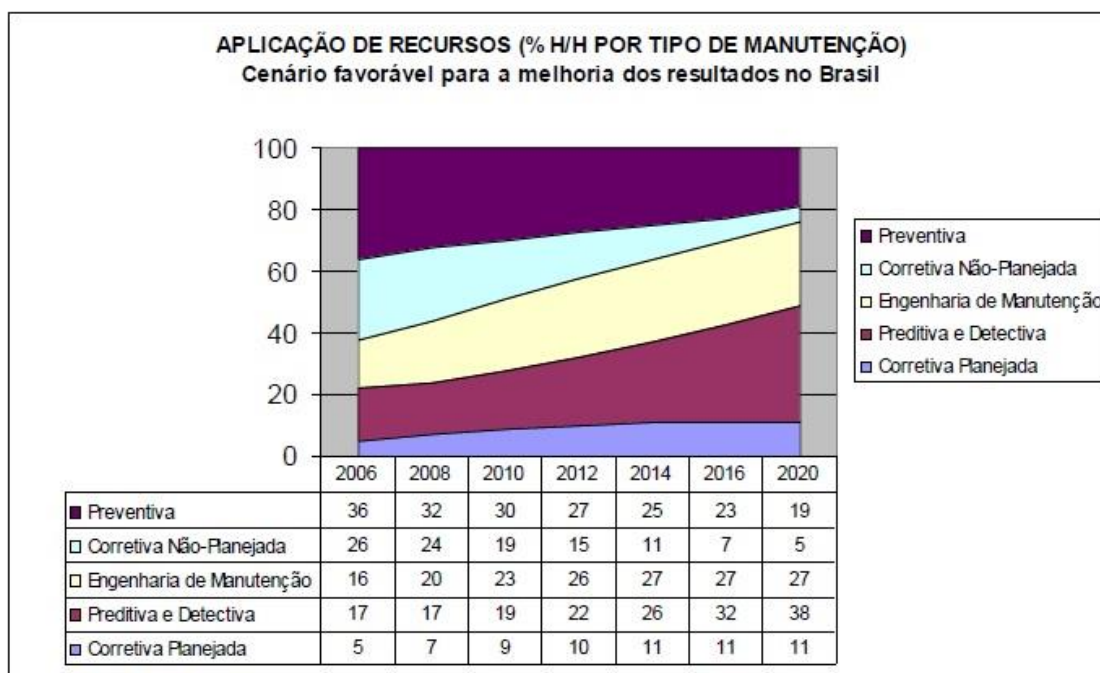
Figura 2 - Seleção dos tipos de manutenção a serem aplicados



Fonte: Kardec e Nascif, 2009

Kardec e Nascif (2009, p. 58) indicam que, em um futuro muito próximo, é esperado um grande crescimento na Manutenção Preditiva, uma pequena diminuição da Preventiva e uma redução da Corretiva Não-Planejada. Este cenário é mostrado na Figura 3:

Figura 3 - 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 de manutenção foi modificada e evoluiu, pois os gerentes das organizações perceberam como as falhas nos equipamentos afetam a segurança, a qualidade e os custos de produção (SELLITO, 2007). Segundo Moubray (2000) *apud* SELLITO (2007), os gerentes de manutenção praticaram novas formas de pensar, não apenas no papel de técnico, mas também no papel de estrategista.

As atividades de manutenção se originam de ações realizadas diariamente para prevenir ou corrigir possíveis danos ou falhas detectados nos equipamentos pelos operadores de produção ou equipes de manutenção. As atividades de manutenção integram métodos de manutenção e atividades de gerenciamento, que podem ser chamadas de funções de suporte ou funções gerenciais de manutenção, diz Xenos (2002).

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 mudança nos modernos sistemas de gerenciamento de manutenção industrial é a elaboração de uma estratégia de manutenção eficaz, cujas crenças latentes são baseadas 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 dos negócios e a mudança de paradigmas e conceitos levarão a grandes inovações.

2.5.1 Total Productive Maintenance (TPM)

A TPM ou Manutenção Produtiva Total é um sistema desenvolvido no Japão nos anos 70 para reduzir o tempo de inatividade, eliminar perdas, diminuir custos e garantir a qualidade. Foi apresentado no Brasil em 1986.

Não é apenas uma atividade de manutenção ou um programa de melhoria, mas um sistema operacional estratégico que envolve toda a organização (SOUZA, 2004). A TPM transferiu sua atenção para a redução de custos de equipamentos em seu ciclo de vida, adaptando a manutenção preventiva com melhorias sustentáveis e o 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 operações no que considera as seis maiores perdas responsáveis pela diminuição da capacidade operacional global dos equipamentos:

- Perda devido a quebras ou paradas acidentais;

- Perda devido a mudança de linha;
- Perda devido a operação em vazio e paradas curtas;
- Perda devido a velocidade reduzida em relação à nominal;
- Perda devido a defeitos de produção;
- Perda devido a queda de rendimento (KARDEC; NASCIF, 2009).

Segundo JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*) apud Freitas (2002), a TPM é baseada em uma estrutura com oito pilares, onde o uso de todos eles levará a empresa a um excelente resultado. Esses pilares têm objetivos próprios, como segue:

- Pilar Manutenção da Qualidade: garantir que não haja defeito de qualidade, mantendo condições ideais para materiais, equipamentos, métodos e pessoas;
- Pilar Melhoria Específica: conhecer e eliminar perdas de todo o processo produtivo por meio de técnicas analíticas;
- Pilar de Segurança, Saúde e Meio Ambiente: tentativa de zero acidentes através de equipamentos confiáveis, prevenção de erros humanos e processos que não agredem o meio ambiente;
- Pilar Manutenção Planejada: visa reduzir os custos de manutenção, mantendo boas condições para processos e equipamentos, por meio de atividades de melhoria contínua. Suportar firmemente o pilar de manutenção autônoma;
- Pilar Office TPM: identificando e eliminando perdas administrativas, reduz o tempo e aumenta a qualidade das informações;
- Pilar Controle Inicial: utilizar o conhecimento adquirido através de melhorias e inserir novos projetos sem nenhum tipo de perda;
- Pilar Educação e Treinamento: desenvolver conhecimentos e habilidades de suporte aos outros pilares no desenvolvimento das atividades de TPM;
- Pilar Manutenção Autônoma: detectar e lidar com as anomalias observadas no equipamento, a fim de manter as condições ideais de operação.

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 obtenção final de falha zero:

- Estruturação das condições básicas para a operação: limpeza da área, higiene, lubrificação e ordem;
- Obediência às condições de uso: opere os equipamentos dentro das condições e limites preestabelecidos;
- Regeneração do envelhecimento: recuperar o equipamento devido a problemas de envelhecimento e evitar futuras quebras;
- Correção das falhas resultantes do projeto: corrigir deficiências no projeto original;
- Aumento da capacidade técnica: treinamento e desenvolvimento humano para que ele possa perceber, diagnosticar e agir adequadamente.

2.5.2 Reliability Centered Maintenance (RCM)

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

- Se um item não apresentar uma falha predominante e característica, as revisões planejadas terão pouco efeito no nível de confiabilidade desse item;
- Para muitos itens, a prática da manutenção preventiva não é eficaz (MOUBRAY, 2000 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 maneira de realizar a manutenção, a fim de evitar falhas ou reduzir as perdas resultantes das falhas. Dessa forma, é um instrumento de auxílio à decisão gerencial.

Diferentemente de outros princípios, a RCM busca orientar e planejar novamente a manutenção de uma área ou equipamento específico ou da organização como um todo, com a própria organização informando qual nível de serviço deseja ou aceita para seus equipamentos (SOUZA; LIMA, 2003 *apud* COSTA, 2013).

Kardec e Nascif (2009) definem as etapas para a implementação da RCM:

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

Kardec e Nascif (2009) ainda orientam o uso das perguntas abaixo para adaptar um equipamento, componente ou sistema no processo de RCM:

- Quais são as funções e os padrões de desempenho do item em seu contexto operacional atual?
- Como ele falha em cumprir suas funções?
- O que causa cada falha operacional?
- O que acontece quando cada falha ocorre?
- Como cada falha importa?
- O que pode ser feito para evitar cada falha?
- O que deve ser feito se uma tarefa preventiva apropriada não for encontrada?

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

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

- Melhoria da percepção do funcionamento do equipamento ou sistema, permitindo uma expansão do conhecimento para os membros de diferentes áreas;
- Desenvolvimento de trabalho em equipe, com respostas altamente positivas na resolução de problemas, análise e estabelecimento de programas de trabalho;

- Determinação de como um item pode falhar e suas causas básicas, criando mecanismos para evitar falhas que podem ocorrer facilmente;
- Elaboração de planos para garantir o funcionamento do item no nível de desempenho desejado.

2.6 Planejamento e Controle de Manutenção (PCM)

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

- Paradas de fabricação (dependência de produção);
- Prazos das restrições (segurança);
- Fornecimento de peças de reposição;
- Meios especiais de manutenção;
- Supervisão de trabalhos subcontratados;
- Escolha de urgências de intervenções corretivas.

Como o nível hierárquico dentro de uma organização produtiva é o mesmo que o ocupado pela Manutenção e Operação, a Produção os inclui (VIANA, 2006). Ainda segundo Viana (2006), o PCM é um órgão de suporte à manutenção, estando diretamente vinculado à coordenação de departamento.

O relato de informações sobre serviços de manutenção é de grande importância no gerenciamento de um processo de produção, pois com um banco de dados organizado é possível acompanhar toda a trajetória de um equipamento e os problemas que o circundam, explica Viana (2006, p. 53)

Para que o PCM seja implementado, é essencial estruturar um Sistema de Planejamento e Controle.

Segundo Tavares (1987) *apud* Reis *et al.* (2010):

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:

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

Ainda segundo Viana (2006), a manutenção da empresa deve ser estudada em sua realidade, criando um relacionamento 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 queremos monitorar, fornecem acompanhamento e estimativa dos processos, sendo mecanismos para a tomada de decisão.

Segundo Viana (2006), os indicadores de manutenção não se destinam apenas a monitorar problemas de manutenção, mas também a acompanhar suas práticas diárias e que devem retratar aspectos importantes no processo.

Ainda segundo Viana (2006), os indicadores que são referência em manutenção são:

- TMEF: o Tempo Médio Entre Falhas é definido como o quociente da soma de horas disponíveis para operação da máquina ou equipamento

pelo número de intervenções corretivas realizadas no período. O aumento dos índices do TMEF indica que o número de intervenções corretivas está diminuindo, o que é um sinal positivo para a organização.

- TMPR: o Tempo Médio Para Reparo é definido dividindo a soma das horas de indisponibilidade para operação devido à manutenção pelo número de intervenções corretivas no período. A redução dos índices de TMPR significa que os reparos corretivos são cada vez menos perturbadores na produção, o que também é um sinal positivo na organização.
- Disponibilidade Operacional: é a competência de um equipamento ser capaz de realizar uma determinada atividade em um determinado período. É a divisão das horas trabalhadas pelo total de horas do período.
- Custo de manutenção por faturamento: é a relação entre o total de despesas de manutenção e o faturamento da empresa.
- Custo de manutenção por valor de reposição: é a relação entre o custo total de manutenção de uma determinada máquina ou equipamento com o seu valor de compra.
- Backlog: é a divisão entre a demanda de serviços e a competência de executá-los, é a soma de todas as horas de HH (homem-hora) em carteira dividida pela capacidade da equipe executante.
- Índice de Retrabalho: tem como objetivo verificar a quantidade de serviços de manutenção, se as intervenções são definitivas ou paliativas. Define a porcentagem de horas trabalhadas em ordens de manutenção fechadas, reabertas por qualquer motivo, em relação ao total geral trabalhado no período. Idealmente, seu valor deve ser zero.
- Índice Corretivo: porcentagem de horas de manutenção aplicadas às medidas corretivas.
- Índice Preventivo: porcentagem de horas de manutenção que foram aplicadas em preventivas, o oposto do índice de corretiva.
- Taxa de frequência de acidentes: é o número de acidentes com milhão de HH trabalhado.

3 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi realizado em uma empresa que presta serviços industriais. Localizada em Barra Mansa, no estado do Rio de Janeiro.

Este trabalho visa, com base no estudo e na percepção da realidade da empresa em questão, elaborar um planejamento e controle da manutenção que melhor atenda às características da empresa e tenham boa aplicação. Dessa forma, foi estabelecida uma metodologia adequada para a empresa e definido também a área de aplicação, a frota de caminhões e máquinas da empresa.

A frota de caminhões e máquinas foi determinada pelos gerentes da empresa como a área a ser priorizada, pois, segundo eles, é a área "que apresenta as maiores oportunidades de melhoria" em relação à manutenção, devido a constantes interrupções e falhas, levando a baixa disponibilidade. Por isso, decidiu-se desenvolver o presente trabalho nesta área.

Por se tratar de uma pequena empresa familiar, com cerca de 40 funcionários, com decisões muito centralizadas, o foco acabou sendo direcionado para aquelas relacionadas a questões financeiras diretas e, até o momento, não foi possível desenvolver um sistema de programação e controle da manutenção visando melhorar a organização.

Para entender melhor o cotidiano da manutenção na empresa e desenvolver o plano da manutenção com a melhor finalidade possível, foi desenvolvido um estudo da realidade da organização.

3.1 Problemas enfrentados pela empresa

De acordo com a realidade da empresa, foram relatados os seguintes problemas:

- Baixa produtividade devido a falhas constantes;
- Tempo de interrupção para manutenção muito longo;
- Ausência de um controle e desempenho da manutenção;
- Ausência de manutenção preventiva, onde a empresa repara os equipamentos após a detecção de falhas, o que é totalmente corretiva não-planejada;

- Carência de uma programação para paradas de revisão dos equipamentos;
- Carência de ordens de serviço de manutenção, o que gera, devido à falta de informações sobre o problema, confusão no momento do reparo;
- Falta de histórico de manutenção para cada equipamento.

Identificando todos os problemas, considerou-se que o setor de manutenção na empresa era deficiente e sem dados. Portanto, é necessário desenvolver uma proposta de manutenção, onde existe um cronograma, controle e monitoramento da manutenção.

3.2 Definição das etapas

Após conhecer a realidade da empresa e definir a necessidade de planejamento de manutenção, foram determinadas cinco etapas de trabalho:

- Primeira Etapa: Criação de uma relação dos equipamentos;
- Segunda Etapa: Criação de ordens de serviço de manutenção;
- Terceira Etapa: Elaboração de um sistema de banco de dados, que armazene histórico, peças e materiais utilizados na manutenção de cada equipamento;
- Quarta Etapa: Concepção de um planejamento para manutenção preventiva e preditiva;
- Quinta Etapa: Definição de indicadores para controle de desempenho da manutenção.

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

3.3 Descrição detalhada das etapas

3.3.1 Criação de uma relação dos equipamentos

A primeira etapa tem por objetivo criar uma relação de todos os equipamentos, registrando o máximo de dados possíveis, possibilitando acesso rápido a qualquer informação desejada.

A relação dos equipamentos gera organização e agilidade no acompanhamento de suas informações.

3.3.2 Criação de ordens de serviço de manutenção

A segunda etapa consiste na criação de ordens de serviço de manutenção, a fim de elaborar um histórico de cada equipamento, sendo de suma importância para a organização do sistema de manutenção.

As ordens de serviço têm suas informações organizadas no histórico e servem como suporte para a tomada de decisões e o bom funcionamento das rotinas de manutenção.

3.3.3 Elaboração de um sistema de banco de dados

A terceira etapa consiste na criação de um banco de dados, gerado por meio de ordens de serviço, citadas no tópico anterior. Dessa forma, é possível manter um histórico de todas as intervenções realizadas em cada equipamento, quando e quais são os motivos dessas 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 a confiabilidade dos equipamentos.

3.3.4 Concepção de um plano para manutenção preventiva

A quarta etapa consiste em um planejamento de manutenção, que estabelece controle e regularidade no setor de manutenção, além de preservar o bom funcionamento dos equipamentos utilizados na empresa, garantindo uma prestação de serviços com qualidade, sem perder tempo.

Os equipamentos e instalações devem ser mantidos em um estado de adequação e condições de trabalho, atendendo aos requisitos.

3.3.5 Definição de indicadores para controle de desempenho da manutenção

A quinta e última etapa da metodologia a definição de indicadores de desempenho de manutenção TMEF e TMPR e Disponibilidade Operacional citados anteriormente, a fim de indicar se as decisões tomadas são corretas e se é necessário fazer melhorias em qualquer resultado, tem a função de avaliar a performance do setor de manutenção.

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 Criação de uma relação dos equipamentos

O referido trabalho foi desenvolvido em toda a frota de caminhões e máquinas da empresa, atualmente onze caminhões e doze máquinas.

Os onze caminhões compreendem oito caminhões basculantes, um caminhão poliguindaste, um caminhão pipa e um caminhão carroceria aberto. As doze máquinas abrangem cinco pás carregadeiras, três tratores, duas retroscavadeiras, um guindaste e uma escavadeira.

Não foi realizada uma nova codificação, visto que os equipamentos já possuem e para evitar duplicidade de informações. Os outros dados informados dos equipamentos foram: tipo, marca, modelo, ano e cor, como podemos observar na Figura 4.

Figura 4 - Relação de Equipamentos

EQUIPAMENTOS					
VEÍCULOS					
Código	Tipo	Marca	Modelo	Ano	Cor
C01	Caminhão Basculante	Mercedes-Benz	LK 1313	1976	Amarelo
C02	Caminhão Basculante	Mercedes-Benz	L 1313	1975	Verde
C04	Caminhão Basculante	Mercedes-Benz	LK 1113	1977	Amarelo
C05	Caminhão Basculante	Mercedes-Benz	L 1513	1978	Amarelo
C06	Caminhão Basculante	Mercedes-Benz	L 2213	1981	Amarelo
C10	Caminhão Basculante	Mercedes-Benz	L 1513	1980	Vermelho
C11	Caminhão Pipa	Mercedes-Benz	L 1113	1979	Branco
C14	Caminhão Carroceria	GM / Chevrolet	D40 Custom	1993	Branco
C15	Caminhão Poliguindaste	Mercedes-Benz	1718	2010	Branco
C17	Caminhão Basculante	Mercedes-Benz	Atron 1719	2014	Branco
C18	Caminhão Basculante	Mercedes-Benz	Atron 1719	2014	Branco
MÁQUINAS					
Código	Tipo	Marca	Modelo	Ano	Cor
M05	Trator Industrial	Valmet	Valmet 86	1980	Laranja
M11	Trator Agrícola	Massey Ferguson	MF 285	1981	Vermelho
M12	Guindaste	Clark	Clark 714	1981	Amarelo
M13	Trator Industrial	Valmet	Valmet 86	1979	Laranja
M19	Retroscavadeira	Case	580SH	1998	Laranja
M20	Pá Carregadeira Grande	Michigan	125A	1978	Amarela
M21	Pá Carregadeira Grande	Volvo	L120B	1994	Amarela
M25	Pá Carregadeira Grande	Volvo	L120C	1999	Amarela
M26	Pá Carregadeira Pequena	Volvo	L60F	2009	Amarela
M27	Retroscavadeira	Volvo	BL60B	2012	Amarela
M28	Pá Carregadeira Pequena	Volvo	L60F	2012	Amarela
M29	Escavadeira	Caterpillar	336D2	2014	Amarela

Fonte: Elaborado pelos autores

4.2 Criação de ordens de serviço de manutenção

Como citado anteriormente, esta etapa é bastante relevante para a organização do sistema de manutenção, através do qual será possível organizar um histórico de cada caminhão e máquina.

Na empresa em questão, eram realizadas intervenções de manutenção sem nenhum tipo de registro. Exemplo: quando ocorria uma falha no equipamento, o operador chamava o mecânico responsável pela manutenção, e esse, a par do que aconteceu, efetuava o reparo, sem nenhum registro formal, apenas utilizando rascunhos.

Considerando-se extremamente importante para o planejamento de manutenção, foi criado um formulário de ordem de serviço de manutenção.

Conforme a Figura 5, a ordem de serviço criada contém as seguintes informações:

- Numeração;
- Código do equipamento;
- Nome do equipamento;
- Descrição da ocorrência;
- Nome, matrícula e assinatura do requisitante do serviço;
- Data e hora da ocorrência;
- Descrição do serviço executado;
- Materiais necessários;
- Observações adicionais (se houver);
- Nome, matrícula e assinatura do responsável pelo serviço;
- Data e hora do início e fim do serviço.

A figura 5 mostra a ordem de serviço criada:

Figura 5 - Ordem de serviço de manutenção

ORDEM DE SERVIÇO DE MANUTENÇÃO		Nº:
CÓDIGO DO EQUIPAMENTO:	EQUIPAMENTO:	
DESCRIÇÃO DA OCORRÊNCIA:		
REQUISITANTE:	DATA	HORA
	____/____/____	____:____
ASSINATURA	MATRÍCULA	
DESCRIÇÃO DO SERVIÇO EXECUTADO:		
MATERIAIS NECESSÁRIOS:		
OBSERVAÇÕES:		
EXECUTOR POR:	INÍCIO	FIM
	DATA	DATA
ASSINATURA	____/____/____	____/____/____
	HORA	HORA
MATRÍCULA	____:____	____:____

Fonte: Elaborado pelos autores

Após definir a ordem de serviço, foi combinado onde as mesmas em branco seriam arquivadas. No caso de alguma ocorrência de um caminhão ou máquina específica, o operador deve apanhar uma ordem de serviço, preenchê-la manualmente e encaminhá-la ao mecânico responsável pela manutenção, informando que o equipamento precisa ser verificado. O mecânico recebe a ordem de serviço e efetua a verificação ou reparo do caminhão ou máquina e preenche manualmente os campos de responsável pelo serviço.

Em seguida, as ordens de serviço são registradas em um banco dados, que armazena as informações e histórico de cada caminhão e máquina.

4.3 Elaboração de um sistema de banco de dados

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

As grandes empresas que já possuem uma organização de manutenção consolidada, geralmente tendem a usar sistemas computadorizados, buscando, assim, um melhor gerenciamento de seus ativos. Entretanto, ainda existe muitas empresas, geralmente as pequenas empresas, que ainda utilizam sistemas simples de controle de manutenção através de programas como Excel e Word (REIS et al. 2010).

Portanto, visto que a empresa estudada neste trabalho se enquadra como empresa de médio porte, é vantajoso trabalhar inicialmente com esses programas Office, pois além de serem mais simples e fáceis de usar, não geram custos adicionais para a empresa.

Um sistema foi criado no Excel, com base nas ordens de serviço. Dessa forma, é possível manter um histórico de tudo o que foi feito em cada caminhão e máquina, quando foi feito, os motivos de intervenção para manutenção, os tempos de parada, entre outras informações.

Através dos dados obtidos do histórico de manutenção relatados nessa etapa do desenvolvimento, é capaz de calcular os indicadores de desempenho da manutenção, indicando e medindo se os procedimentos realizados estão corretos ou necessitarão de uma nova reforma.

A análise permanente desse controle serve como base para as decisões de gerenciamento a serem tomadas, a fim de acrescer a rentabilidade, para que seja feito um uso mais eficiente de todos os recursos disponíveis e melhore o desempenho e a confiabilidade dos caminhões e máquinas.

Abaixo, as Figuras 6, 7 e 8 demonstram como sistema do Banco de Dados cria o Histórico de Manutenção:

Figura 6 - Menu principal do sistema



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 7 - Interface do sistema

REGISTRO DE INTERVENÇÃO DE MANUTENÇÃO

Registro Nº: Código do Equipamento: Equipamento:

Descrição da Ocorrência: Requisitante:

Data:
Hora:

Descrição do Serviço Executado:

Materiais Necessários:

Observações:

Executado por: **Início** Data: Hora: **Fim** Data: Hora:

ADICIONAR **PESQUISAR** **SALVAR EDIÇÃO** **EXCLUIR**

Fonte: Elaborado pelos autores

Esta interface prevê a inserção manual por parte do usuário de todas as informações presentes na ordem de serviço de manutenção.

Figura 8 - Exemplo da adição de um registro de manutenção

×

REGISTRO DE INTERVENÇÃO DE MANUTENÇÃO

Registro Nº: Código do Equipamento: Equipamento:

Descrição da Ocorrência: Requisitante:

Data:
Hora:

Descrição do Serviço Executado:

Observações:

Executado por: **Início** Data: Hora: **Fim** Data: Hora:

Fonte: Elaborado pelos autores

Após a adição do registro, os dados serão transferidos para a aba de histórico da planilha onde o registro das informações de cada manutenção ocorrida será registrado pela programação VBA - *Visual Basic for Applications*.

Caso necessite editar ou excluir algum registro, o mesmo será localizado e, então, editado ou removido da aba de histórico, conforme demonstra nas Figuras 9, 10, 11 e 12.

Figura 9 - Exemplo da localização de um registro de manutenção



The image shows a web application interface for managing maintenance records. The main form is titled "REGISTRO DE INTERVENÇÃO DE MANUTENÇÃO". It contains several input fields: "Registro Nº:", "Código do Equipamento:", "Equipamento:", "Descrição da Ocorrência:", "Requisitante:", "Data:", "Hora:", "Descrição do Serviço Executado:", "Materiais Necessários:", "Observações:", "Executado por:", "Início Data:", "Início Hora:", "Fim Data:", and "Fim Hora:". A search dialog box titled "Microsoft Excel" is overlaid on the form, asking the user to "Digite o nº de registro a ser localizado" (Enter the record number to be located) and providing "OK" and "Cancelar" buttons. A red rectangle highlights the "Pesquisar" (Search) button at the bottom of the form.

REGISTRO DE INTERVENÇÃO DE MANUTENÇÃO

Registro Nº: Código do Equipamento: Equipamento:

Descrição da Ocorrência: Requisitante:

Data:

Hora:

Descrição do Serviço Executado:

Materiais Necessários:

Observações:

Executado por: **Início** Data: Hora: **Fim** Data: Hora:

ADICIONAR **PESQUISAR** **SALVAR EDIÇÃO** **EXCLUIR**

Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 10 - Exemplo da edição de um registro de manutenção

×

REGISTRO DE INTERVENÇÃO DE MANUTENÇÃO

Registro Nº: Código do Equipamento: Equipamento:

Descrição da Ocorrência: Requisitante:
Data:
Hora:

Descrição do Serviço Executado:

Materials Necessários:

Observações:

Executado por: **Início** Data: Hora: **Fim** Data: Hora:

SALVO

 Editado com sucesso!

OK

Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 11 - Exemplo da confirmação de exclusão de um registro de manutenção

×

REGISTRO DE INTERVENÇÃO DE MANUTENÇÃO

Registro Nº: Código do Equipamento: Equipamento:

Descrição da Ocorrência: Requisitante:

Data:
Hora:

Descrição do Serviço Executado:

Materials Necessários:

Observações:

Executado por:

Início Data: Hora:

Fim Data: Hora:

EXCLUIR

Confirmar exclusão de Registro?

Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 12 - Exemplo da exclusão de um registro de manutenção

×

REGISTRO DE INTERVENÇÃO DE MANUTENÇÃO

Registro Nº: Código do Equipamento: Equipamento:

Descrição da Ocorrência: Requisitante:

Data:
 Hora:

Descrição do Serviço Executado:

Materials Necessários:

Observações:

Executado por: **Início** Data: Hora: **Fim** Data: Hora:

EXCLUIR ✕

Registro excluído

Fonte: Elaborado pelos autores

A figura 13 demonstra o layout da aba de histórico de manutenção da planilha:

Figura 13 - Aba do Histórico de Manutenção no Excel

Registro Nº	Código do Equipamento	Equipamento	Descrição da Ocorrência	Requisitante	Data	Hora	Descrição do Serviço Executado	Materiais Necessários	Observações	Executado por:	Início Data	Início Hora	Fim Data	Fim Hora
1	C05	Caminhão Basculante	CAMINHÃO FRACO, NÃO ESTÁ COM A MESMA FORÇA	CARLOS	11/11/2019	07:30	LIMPEZA DOS BICOS INJETORES TROCA DO JOGO DE VELAS E CABOS DE VELAS	VELAS E CABO DE VELAS	AS VELAS FORAM TROCADAS RECENTEMENTE ENVIAR AS ANTIGAS PARA GARANTIA, POSSÍVEL DEFEITO DE FÁBRICA	UEMBERG	11/11/2019	07:43	11/11/2019	10:37
2	M12	Guindaste	GUINDASTE DEMORA MUITO PARA DAR A PARTIDA	ELIAS	12/11/2019	07:23	CARREGAMENTO DA BATERIA		PROVIDENCIAR UMA BATERIA NOVA DAQUI UM MÊS	MARCELO ASSIS	12/11/2019	08:54	12/11/2019	12:12
3	M28	Pá Carregadeira Pequena	FUMAÇA PRETA E DENSA SAINDO DO CANO DE DESCARGA	JOSÉ EUGÊNIO	15/11/2019	14:35	TROCA DE ÓLEO DO MOTOR	ÓLEO	ÓLEO ANTIGO NA MÁQUINA	RODRIGO	16/11/2019	08:27	16/11/2019	10:16
4	C10	Caminhão Basculante	VOLANTE TORTO EM RETAS, AO MANTER O VOLANTE RETO O CAMINHÃO VIRA A DIREITA	PAULO	17/11/2019	17:00	REALIZADO ALINHAMENTO DAS RODAS DIANTEIRAS, PARA EVITAR A TROCA PRECOCE DOS PNEUS DIANTEIROS		FOI OBSERVADO TODO O SISTEMA DE SUSPENSÃO DO CAMINHÃO E É NECESSÁRIO FICAR ATENTO A QUALQUER DESALINHAMENTO NOVAMENTE	UEMBERG	18/11/2019	10:15	18/11/2019	12:29

Fonte: Elaborado pelos autores

Com isso, o sistema permite que seja feito o registro das informações de manutenção de uma forma geral, trazendo consigo um histórico confiável que cria relatórios, tabelas e gráficos, de acordo com os dados inseridos.

Previamente descrito, o controle cria informações que baseiam as decisões gerenciais no que diz respeito a manutenção, que ao serem feitas corretamente, proporcionam o aumento da produtividade, utilizando com maior eficiência os materiais, recursos e mão de obra. E também uma maior confiabilidade e desempenho dos equipamentos.

4.4 Concepção de um plano para manutenção preventiva

Essa etapa pode ser vista como fundamental para alterar os conceitos de manutenção da empresa, pois procura associar a manutenção preventiva ao cenário em que apenas a manutenção corretiva não planejada é realizada.

Juntamente com o responsável pela manutenção, foi determinado uma periodicidade para realizar as atividades de manutenção, determinada de acordo com algumas especificações dos equipamentos, como quilometragem dos caminhões e horímetro das máquinas.

Foi estabelecido o plano de manutenção para os caminhões e máquinas, conforme mostra no quadro 2:

Quadro 2 - Plano de Manutenção

EQUIPAMENTOS	DIÁRIO 200 Km ou 8h	SEMANAL 1.000 Km ou 40h	10.000 Km ou 200h
<ul style="list-style-type: none"> • Caminhões • Pás Carregadeiras • Tratores • Retroescavadeiras • Guindaste • Escavadeira. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar nível: <ul style="list-style-type: none"> - Óleo do motor, - Óleo hidráulico, - Óleo dos freios, - Água do radiador, - Óleo da direção hidráulica, - Óleo de transmissão e - Óleo de torque; • Conferir pneus, • Esgotamento de bujões de ar e • Esgotamento de água do filtro separador do combustível. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lubrificação, • Limpeza do filtro de ar, • Regulagem dos freios, • Calibrações dos pneus e • Conferir aperto de correias; • Verificar: <ul style="list-style-type: none"> - Óleo da caixa transmissão, - Diferencial e - Água bateria (pólos). 	<ul style="list-style-type: none"> • Troca do óleo do motor, • troca do filtro lubrificante e • troca filtro de combustível.
EQUIPAMENTOS	25.000 Km ou 500h	50.000 Km ou 1.000h	100.000 Km ou 2.000h
<ul style="list-style-type: none"> • Caminhões • Pás Carregadeiras • Tratores • Retroescavadeiras • Guindaste • Escavadeira. 	<ul style="list-style-type: none"> • Troca do conjunto de filtro de ar, • Revisar rolamentos e cruzetas dos cardans e • Troca da lona de freio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Troca de óleo: <ul style="list-style-type: none"> - Hidráulico, - Transmissão, - Torque, - Diferencial e - Laterais. • Troca filtros: <ul style="list-style-type: none"> - Hidráulico, - Transmissão, - Torque, • Regulagem de válvulas do motor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisão cubo freio, • Caixa transmissão, • Diferencial e do torque. • Troca de pneus, • Revisão da suspensão.

Fonte: Elaborado pelos autores

Para a programação da manutenção foram utilizadas etiquetas, de acordo com a Figura 14, que foram fixadas no interior do equipamento, sempre em um local de fácil visão, ao olhar do operador para que assim ele tenha um controle de quando realizar as atividades de manutenção preventiva no equipamento.

Nesta etiqueta se encontram os seguintes dados: a data da última manutenção preventiva, hora ou quilometragem da última manutenção, itens que foram substituídos e um campo onde o responsável pela manutenção irá preencher com a quilometragem ou hora máxima que os mesmos itens deverão ser substituídos.

Figura 14 - Etiqueta de controle de manutenção.

DATA: ____/____/____
Km e h: _____
PRÓXIMAS TROCAS
ÓLEO MOTOR _____ (____)
ÓLEO CÂMBIO _____ (____)
FILTROS _____ (____)

Fonte: Elaborado pelos autores

Quando o equipamento aponta que está próximo do tempo ou quilometragem de se realizar a manutenção preventiva, o operador do equipamento deverá notificar ao responsável da programação das manutenções preventivas.

As atividades e a periodicidade podem sofrer alterações de acordo com o reconhecimento da necessidade, identificada pela manutenção por meio dos índices de desempenho, os quais serão abordados no próximo tópico, a última etapa do desenvolvimento.

O plano de manutenção apresentado objetiva manter o controle e a periodicidade das atividades de manutenção, bem como preservar o bom

funcionamento dos caminhões e máquinas utilizados, garantindo uma prestação de serviços de qualidade, sem perda de tempo.

4.5 Definição de indicadores para controle de desempenho da manutenção

Os indicadores, como vistos anteriormente, devem representar o desempenho da manutenção, para que seja possível avaliar a eficácia das ações de melhoria por meio da comparação de resultados e identificar os pontos que ainda precisam dessas melhorias. Assim, os indicadores devem mensurar a performance das etapas desenvolvidas, sua aplicabilidade e eficácia.

Os dados para os indicadores de desempenho de manutenção escolhidos são gerados pelo sistema desenvolvido.

O primeiro indicador é TMEF, o objetivo é aumentar seus índices, apontando que o número de intervenções corretivas diminuiu à medida que a soma de tempo disponível para manutenção aumentou. É calculado pela relação entre as horas disponíveis do equipamento para manutenção e o número de intervenções corretivas no equipamento no período, de acordo com a Equação 1:

Equação 1 – Indicador TMEF

$$TMEF = \frac{\sum \text{tempo entre falhas de um componente}}{\text{número de falhas de um componente}}$$

O segundo indicador é TMPR, cujo objetivo é reduzir seus índices, indicando que o número de reparos corretivos é gradualmente menos caracterizante na manutenção. É medido adicionando as horas de inatividade da máquina devido à manutenção dividida pelo número de intervenções corretivas no período, de acordo com a Equação 2:

Equação 2 – Indicador TMPR

$$TMPR = \frac{\sum \text{tempo para reparos de um componente}}{\text{número de reparos ocorridos}}$$

A disponibilidade operacional é o terceiro indicador, que visa aumentar seus índices, indicando o aumento da capacidade da máquina para desempenhar sua

função em um determinado período. É calculado dividindo as horas trabalhadas pelo total de horas no período, conforme mostrado na Equação 3:

Equação 3 – Indicador Disponibilidade Operacional

$$\text{Disponibilidade Operacional} = \frac{\sum \text{horas disponíveis para serviço}}{\sum \text{horas totais}}$$

Conforme demonstrados nos quadros 2 e 3, foram aplicados os cálculos mencionados acima em dois cenários: antes da implementação do plano de manutenção preventiva, em novembro de 2019, e após a implementação do mesmo, em março de 2020.

Quadro 3 - Cenário anterior (novembro de 2019)

CÓDIGO DO EQUIPAMENTO	NOME DO EQUIPAMENTO	HORAS DISPONÍVEIS	HORAS EM MANUTENÇÃO	QUANTIDADE DE PARADAS	NOVEMBRO DE 2019		
					TMEF	TMPR	DISPONIBILIDADE
C01	Caminhão Basculante	200	137	13	4,85	10,54	31,50%
C02	Caminhão Basculante	200	144	14	4,00	10,29	28,00%
C04	Caminhão Basculante	200	85	11	10,45	7,73	57,50%
C05	Caminhão Basculante	200	50	12	12,50	4,17	75,00%
C06	Caminhão Basculante	200	113	12	7,25	9,42	43,50%
C10	Caminhão Basculante	200	126	16	4,63	7,88	37,00%
C11	Caminhão Pipa	60	36	8	3,00	4,50	40,00%
C14	Caminhão Carroceria	60	14	6	7,67	2,33	76,67%
C15	Caminhão Poliguindaste	60	11	4	12,25	2,75	81,67%
C17	Caminhão Basculante	200	140	14	4,29	10,00	30,00%
C18	Caminhão Basculante	200	89	10	11,10	8,90	55,50%
M05	Trator Industrial	50	39	7	1,57	5,57	22,00%
M11	Trator Agrícola	50	13	8	4,63	1,63	74,00%
M12	Guindaste	50	16	8	4,25	2,00	68,00%
M13	Trator Industrial	50	18	5	6,40	3,60	64,00%
M19	Retroescavadeira	200	133	18	3,72	7,39	33,50%
M20	Pá Carregadeira Grande	80	48	13	2,46	3,69	40,00%
M21	Pá Carregadeira Grande	80	37	3	14,33	12,33	53,75%
M25	Pá Carregadeira Grande	80	24	4	14,00	6,00	70,00%
M26	Pá Carregadeira Pequena	400	194	16	12,88	12,13	51,50%
M27	Retroescavadeira	200	152	14	3,43	10,86	24,00%
M28	Pá Carregadeira Pequena	400	204	17	11,53	12,00	49,00%
M29	Escavadeira	200	46	12	12,83	3,83	77,00%

Fonte: Elaborado pelos autores

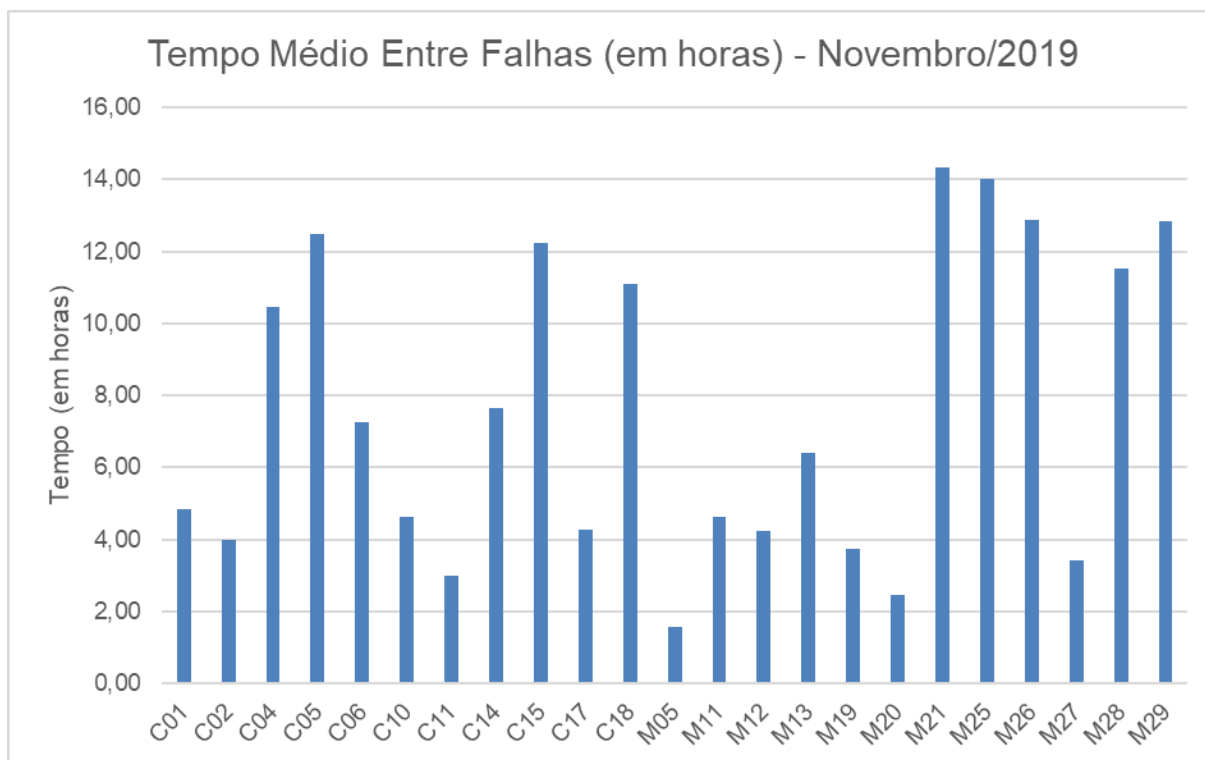
Quadro 4 - Cenário posterior (março de 2020)

CÓDIGO DO EQUIPAMENTO	NOME DO EQUIPAMENTO	HORAS DISPONÍVEIS	HORAS EM MANUTENÇÃO	QUANTIDADE DE PARADAS	MARÇO 2020		
					TMEF	TMPR	DISPONIBILIDADE
C01	Caminhão Basculante	200	42	7	22,57	6,00	79,00%
C02	Caminhão Basculante	200	24	10	17,60	2,40	88,00%
C04	Caminhão Basculante	200	46	7	22,00	6,57	77,00%
C05	Caminhão Basculante	200	25	8	21,88	3,13	87,50%
C06	Caminhão Basculante	200	91	12	9,08	7,58	54,50%
C10	Caminhão Basculante	200	50	9	16,67	5,56	75,00%
C11	Caminhão Pipa	60	15	6	7,50	2,50	75,00%
C14	Caminhão Carroceria	60	9	4	12,75	2,25	85,00%
C15	Caminhão Poliguindaste	60	8	4	13,00	2,00	86,67%
C17	Caminhão Basculante	200	55	7	20,71	7,86	72,50%
C18	Caminhão Basculante	200	48	8	19,00	6,00	76,00%
M05	Trator Industrial	50	19	4	7,75	4,75	62,00%
M11	Trator Agrícola	50	7	7	6,14	1,00	86,00%
M12	Guindaste	50	9	7	5,86	1,29	82,00%
M13	Trator Industrial	50	8	3	14,00	2,67	84,00%
M19	Retroescavadeira	200	29	10	17,10	2,90	85,50%
M20	Pá Carregadeira Grande	80	22	11	5,27	2,00	72,50%
M21	Pá Carregadeira Grande	80	19	2	30,50	9,50	76,25%
M25	Pá Carregadeira Grande	80	16	3	21,33	5,33	80,00%
M26	Pá Carregadeira Pequena	400	80	15	21,33	5,33	80,00%
M27	Retroescavadeira	200	81	10	11,90	8,10	59,50%
M28	Pá Carregadeira Pequena	400	91	18	17,17	5,06	77,25%
M29	Escavadeira	200	27	9	19,22	3,00	86,50%

Fonte: Elaborado pelos autores

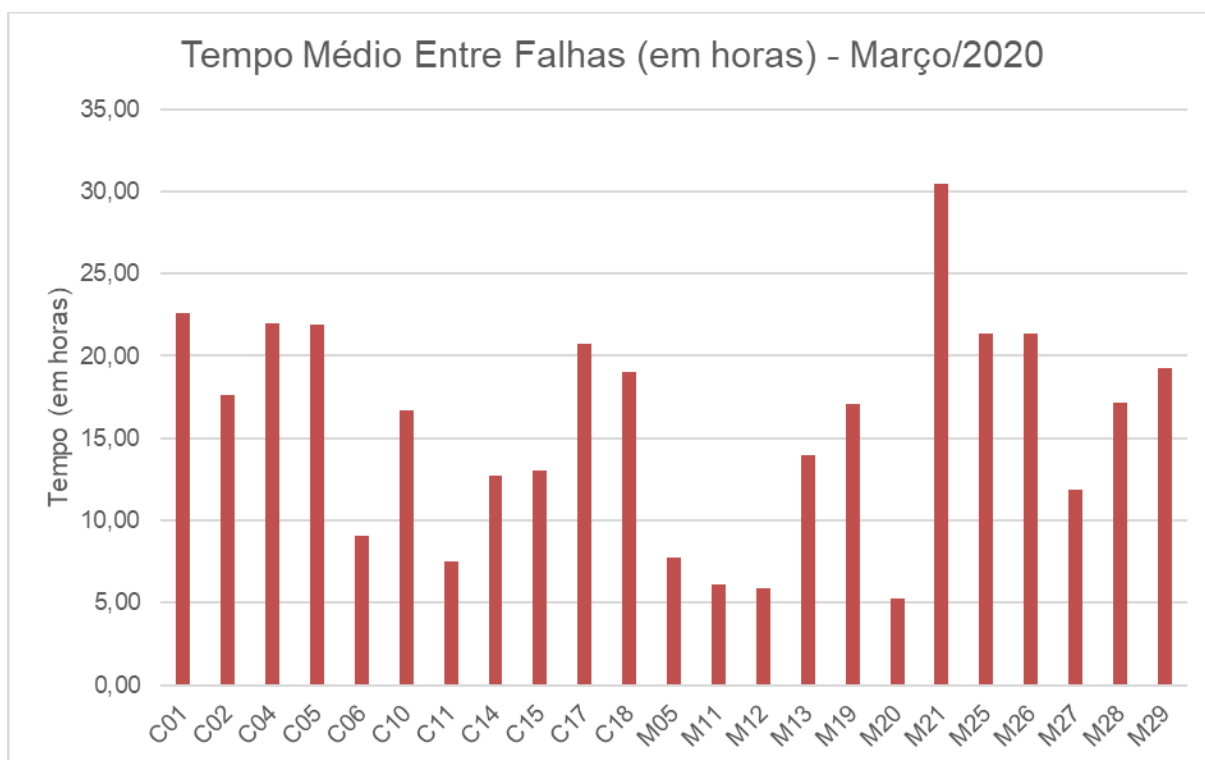
Nos gráficos 1 e 2 é possível verificar os índices do TMEF de novembro de 2019 e março de 2020, respectivamente.

Gráfico 1 - Indicador TMEF - novembro/2019



Fonte: Elaborado pelos autores

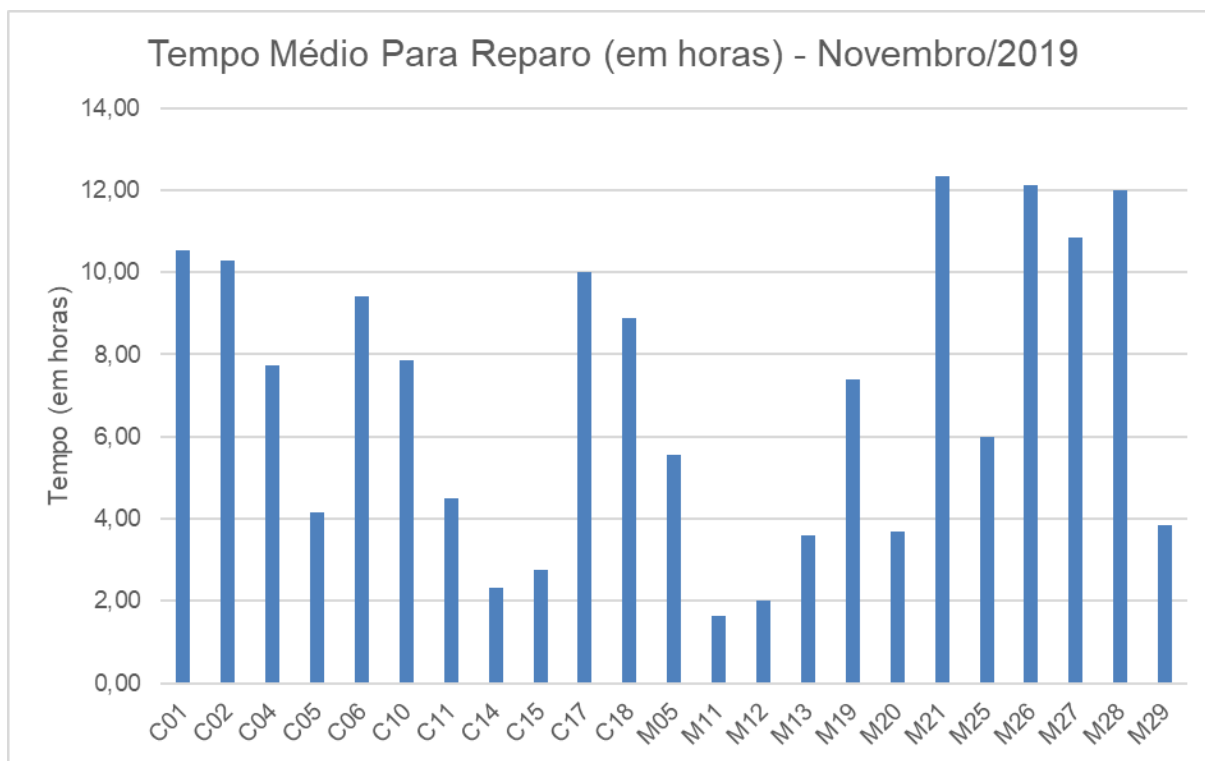
Gráfico 2 - Indicador TMEF - março/2020



Fonte: Elaborado pelos autores

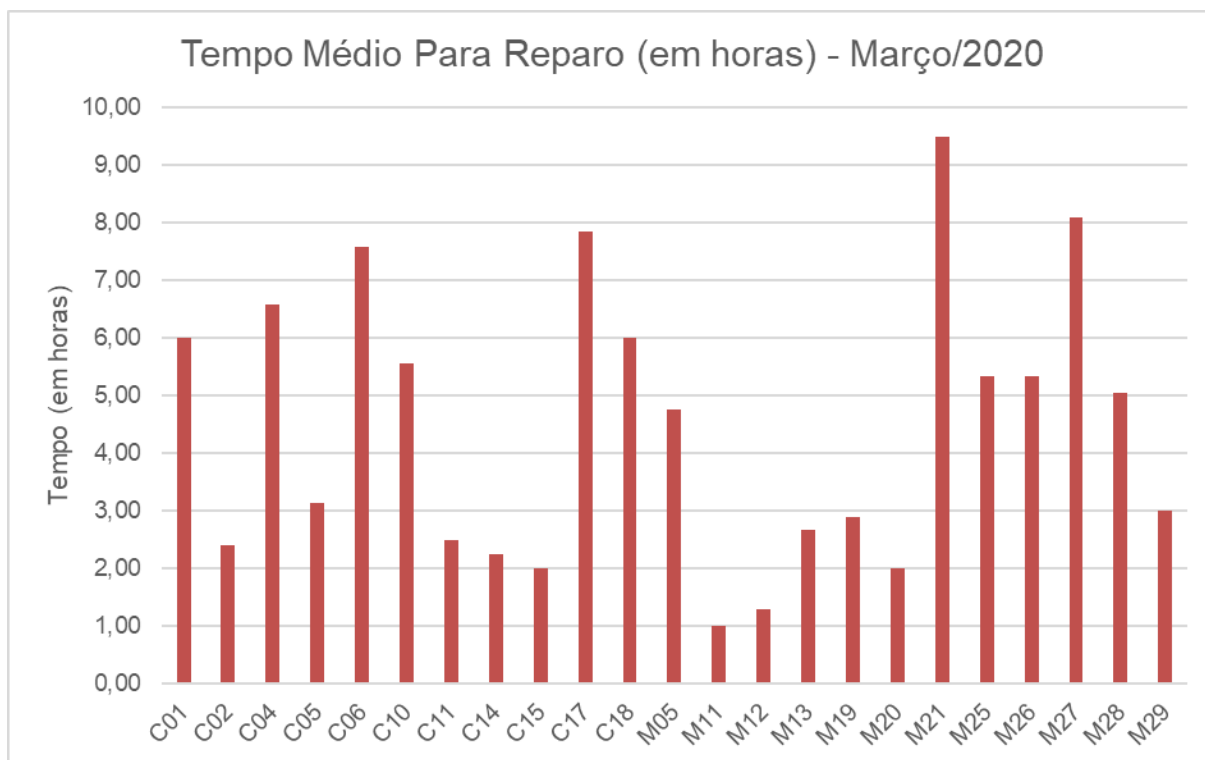
Nos gráficos 3 e 4 é possível conferir os índices do TMR de novembro de 2019 e março de 2020, respectivamente.

Gráfico 3 - Indicador TMR - novembro/2019



Fonte: Elaborado pelos autores

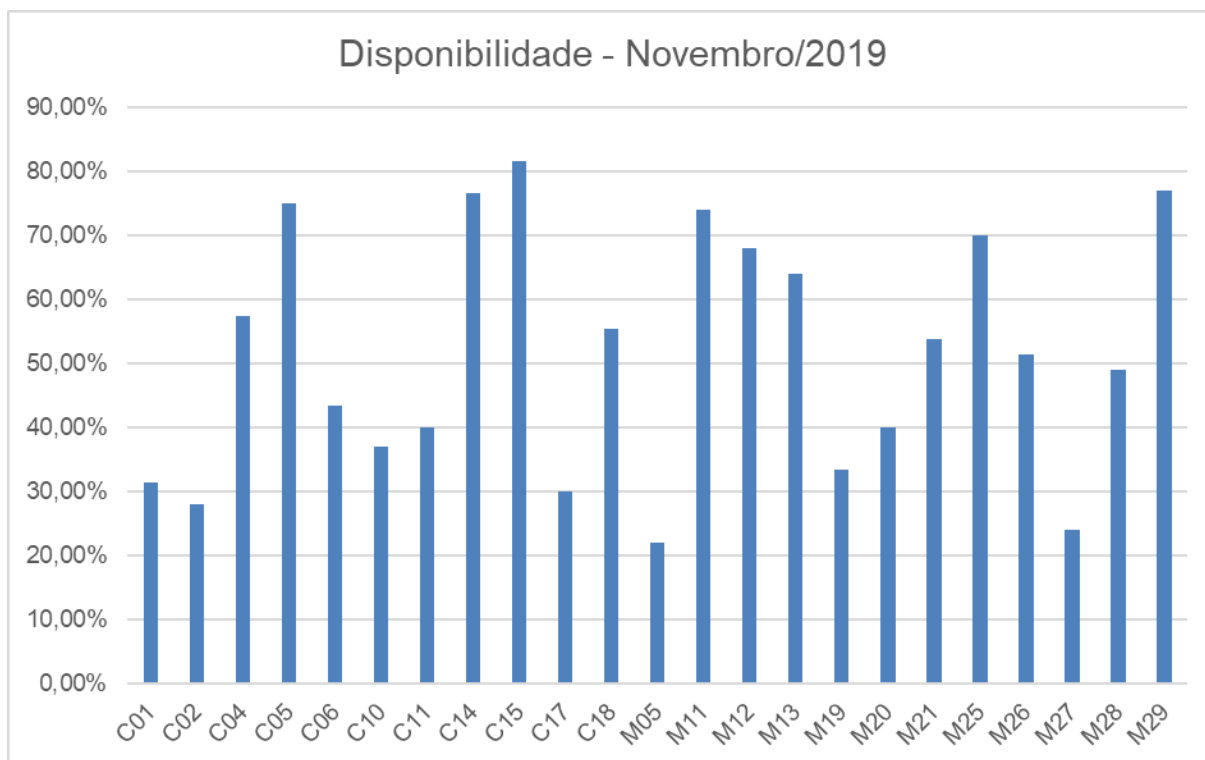
Gráfico 4 - Indicador TMPR - março/2020



Fonte: Elaborado pelos autores

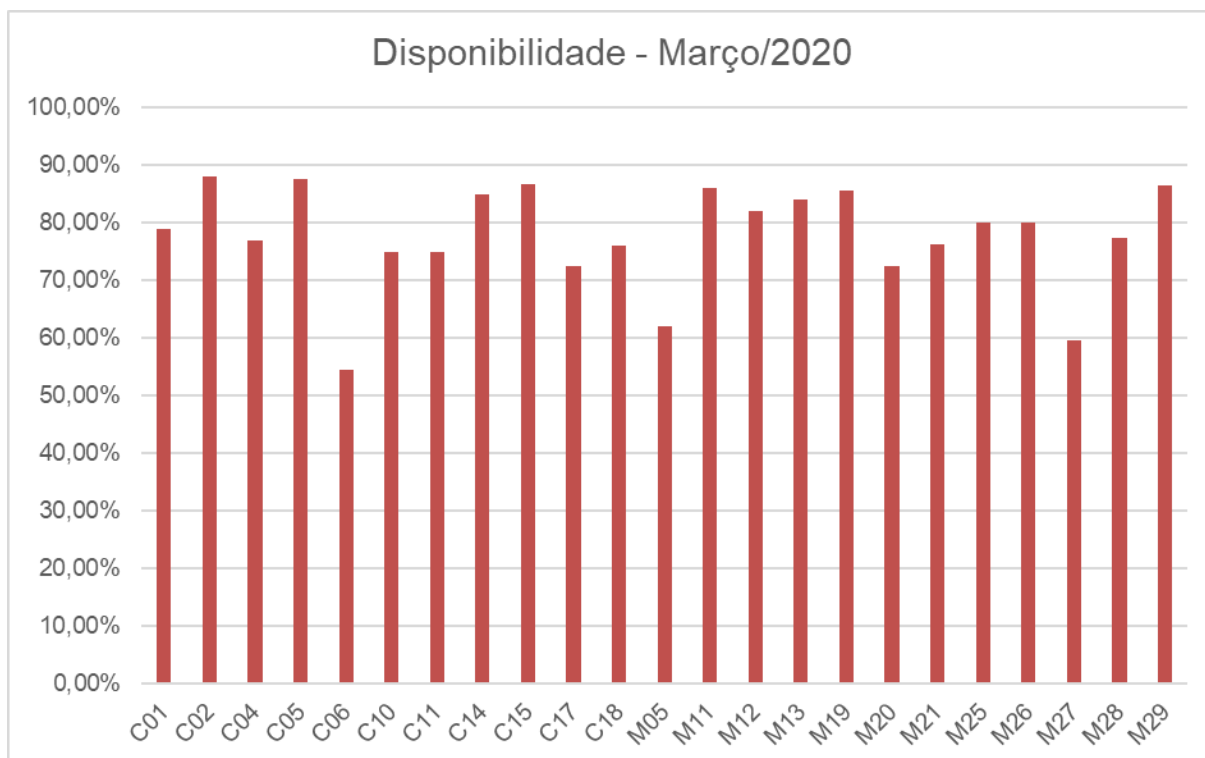
Podemos analisar nos gráficos 5 e 6 os índices de disponibilidade operacional de novembro de 2019 e março de 2020, respectivamente.

Gráfico 5 - Indicador Disponibilidade - novembro/2019



Fonte: Elaborado pelos autores

Gráfico 6 - Indicador Disponibilidade - março/2020



Fonte: Elaborado pelos autores

5 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

A partir das etapas de desenvolvimento, foi possível verificar os aspectos que se destacaram durante a execução.

A primeira etapa, uma relação de caminhões e máquinas, gerou agilidade e organização na assistência de cada equipamento.

A etapa de criação das ordens de serviço de manutenção permitiu a construção de um histórico para cada equipamento, indispensável para a organização do sistema de manutenção, dado que as informações contidas na ordem de serviço auxiliam na tomada de decisões.

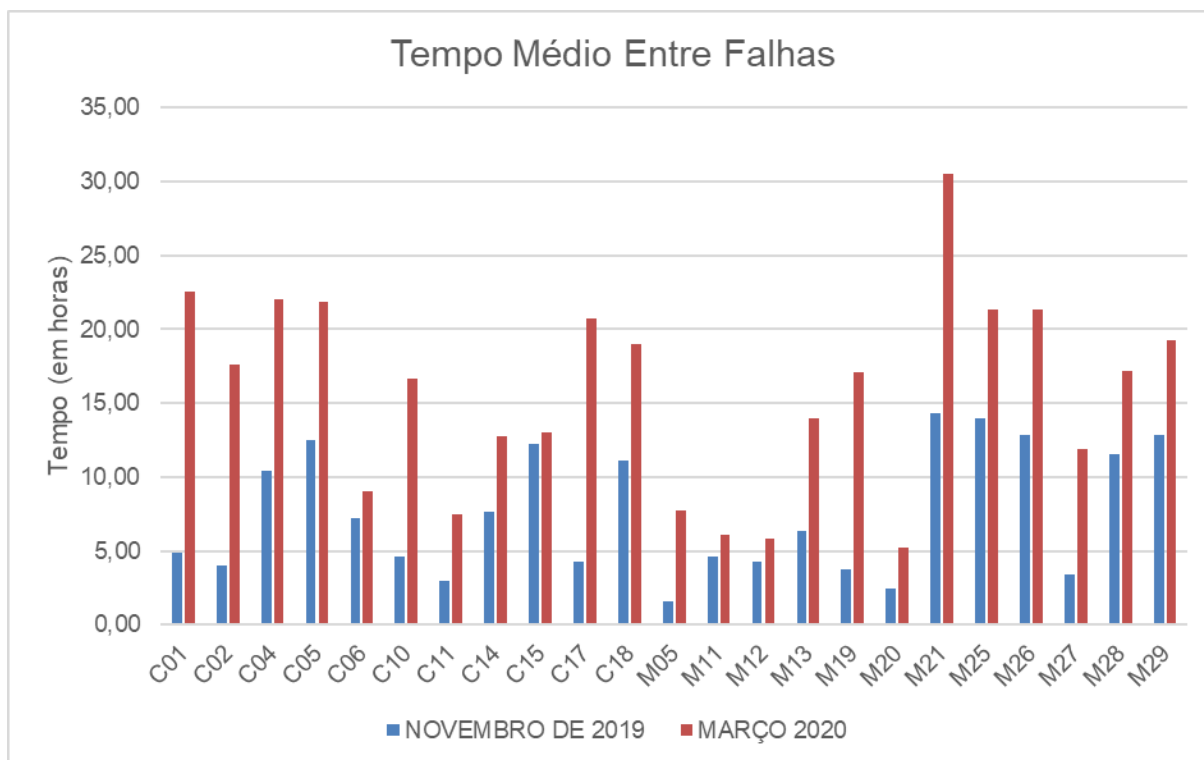
A etapa de elaboração de um sistema de banco de dados para a manutenção de cada caminhão e máquina possibilitou a formação de um histórico com os motivos e os tempos de inatividade. As informações obtidas nesta etapa também são relevantes para a tomada de decisões.

A próxima etapa, concepção de um plano de manutenção preventiva já está refletindo nos resultados obtidos, visto que as melhorias elaboradas sejam inseridas no setor de manutenção e promovam um aumento na confiabilidade dos equipamentos e reduzam a prática de manutenção corretiva não-planejada.

Com a aplicação das melhorias desenvolvidas, foi monitorada a manutenção através dos indicadores, conforme constatado no desenvolvimento. Ainda há melhorias a serem feitas, mas agora é possível verificar e comparar os resultados dos indicadores.

No gráfico 7 é possível comparar os resultados do indicador TMEF de novembro de 2019 e março de 2020.

Gráfico 7 - Comparativo de resultados do indicador TMEF



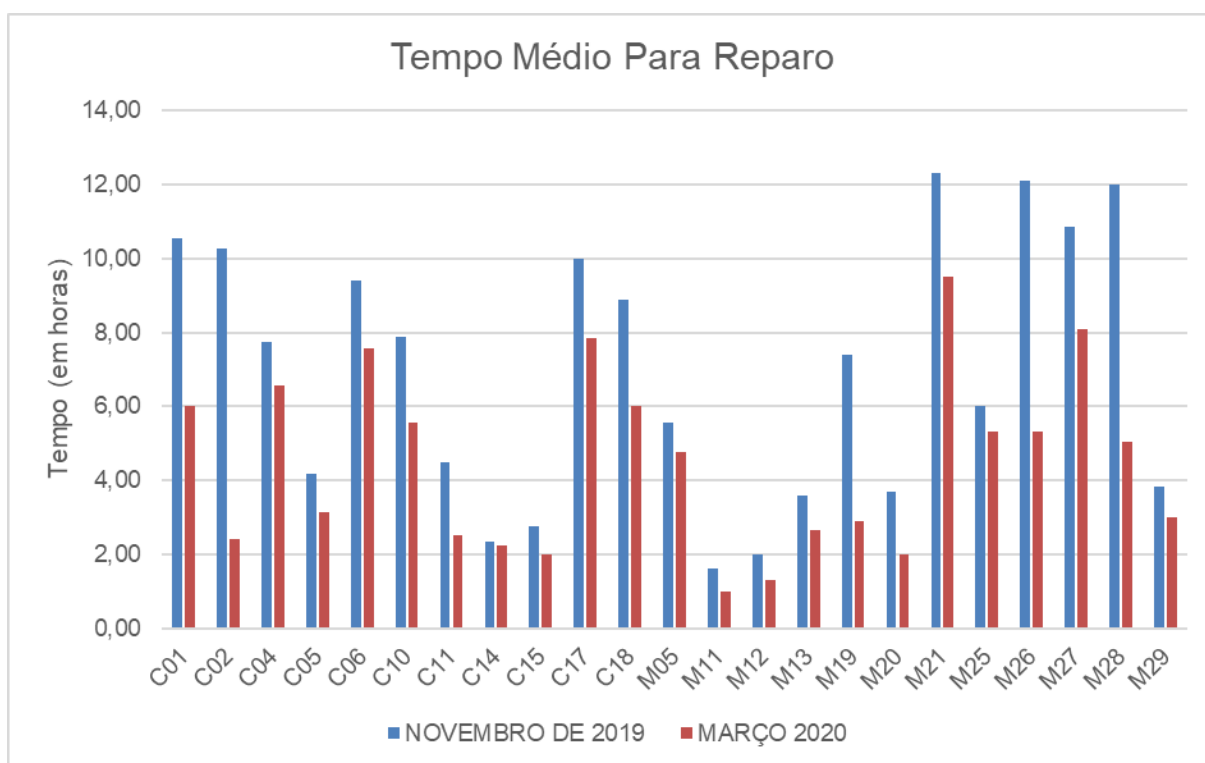
Fonte: Elaborado pelos autores

O objetivo do TMEF foi alcançado, uma vez que seus índices aumentaram. Isso significa que o número de intervenções corretivas diminuiu e que a disponibilidade da máquina aumentou conseqüentemente. Este resultado se destaca mais nos equipamentos:

- C01 - Caminhão Basculante: o tempo médio entre falhas passou de 4,85 horas para 22,57 horas
- C17 – Caminhão Basculante: o tempo médio entre falhas passou de 4,29 horas para 20,71 horas
- M21 – Pá Carregadeira Grande: o tempo médio entre falhas passou de 14,33 horas para 30,50 horas

No gráfico 8, vemos a comparação dos resultados do indicador TMPR, que também teve seu objetivo alcançado. A diminuição nos índices indica que o número de reparos corretivos foi menor e é menos marcante na manutenção.

Gráfico 8 - Comparativo de resultados do indicador TMPR



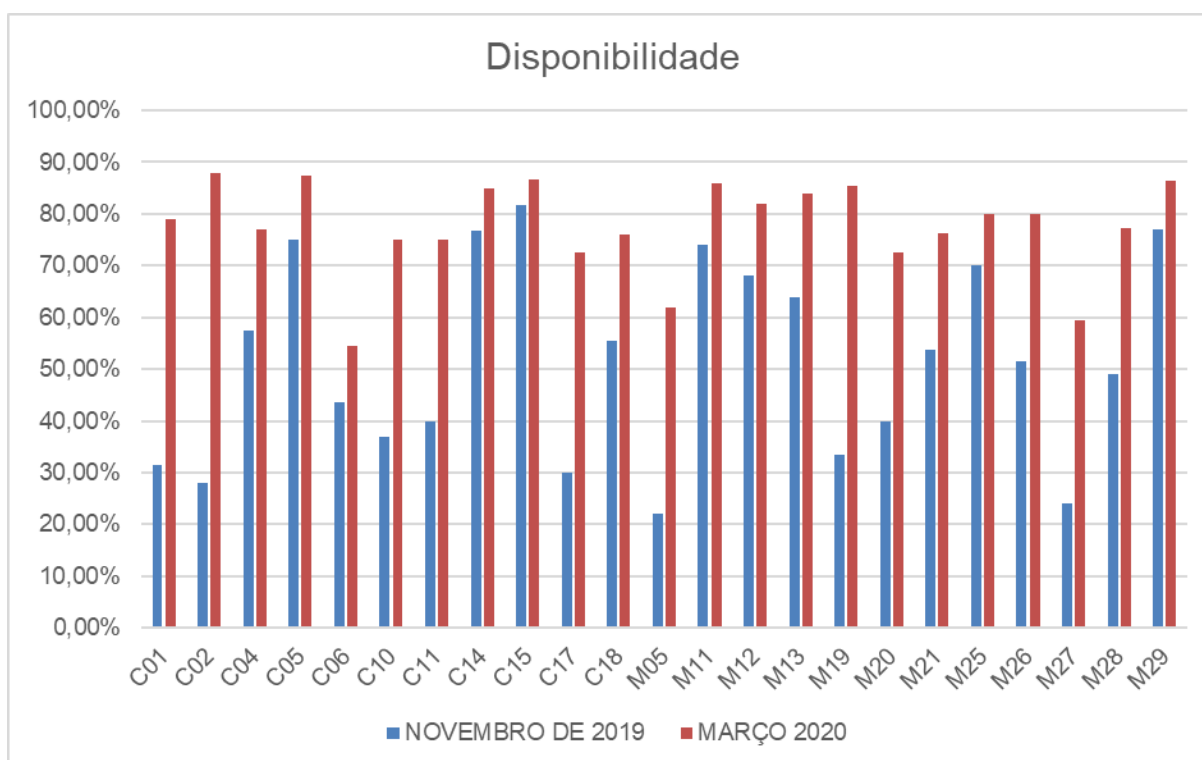
Fonte: Elaborado pelos autores

Podemos evidenciar os equipamentos:

- C02 – Caminhão Basculante: o tempo médio para reparo passou de 10,29 horas para 2,40 horas
- M26 – Pá Carregadeira Pequena: o tempo médio para reparo passou de 12,13 horas para 5,33 horas
- M28 – Pá Carregadeira Pequena: o tempo médio para reparo passou de 12,00 horas para 5,06 horas

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

Gráfico 9 - Comparativo de resultados do indicador de Disponibilidade



Fonte: Elaborado pelos autores

O indicador de disponibilidade foi efetivo, pois suas taxas aumentaram. Isso significa que os equipamentos tiveram uma porcentagem maior de funções executadas. Os caminhões e a máquina que tiveram o maior aumento de disponibilidade foram:

- C01 – Caminhão Basculante: a disponibilidade operacional passou de 31,50% para 79%
- C02 – Caminhão Basculante: a disponibilidade operacional passou de 28% para 88%
- M19 – Retroescavadeira: a disponibilidade operacional passou de 33,50% para 85,50%

Com a implementação de melhorias e os resultados obtidos através dos indicadores, espera-se que a organização veja razões para prosseguir com o gerenciamento de manutenção.

6 CONCLUSÃO

O trabalho teve como principal objetivo a elaboração de um planejamento da manutenção que se adaptasse a empresa com sede em Barra Mansa bem como dar início a metodologia desenvolvida.

Analisando todos os passos e etapas que compuseram esse projeto, concluiu-se que os objetivos foram atingidos.

Vários fatores contribuíram para a otimização desse projeto como a individualização dos equipamentos, criação de ordem de serviço que possibilitaram o acompanhamento e desenvolvimento de um histórico para cada item citado. Outros fatores relevantes foram: a criação de um banco de dados, e com essa criação, esses dados foram mais bem organizados e estruturados; e também a definição dos indicadores de desempenho, que demonstraram as melhorias nos resultados.

A partir de então, espera-se que a implantação e elaboração de um plano de manutenção, na empresa avaliada, possa evitar paradas desnecessárias bem como otimizar e valorizar o trabalho, e como resultado dessas ações, garantir a disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos e máquinas.

A manutenção, se seguida à risca, após esse plano de elaboração trará melhorias e através dessas melhorias obtidas outras serão implantadas.

Sendo assim, conclui-se após a elaboração desse projeto que visa a obtenção do título de bacharel em engenharia de produção, que as sugestões, apontamentos e planos são de relevante importância para a empresa escolhida e avaliada, abrindo portas para outras futuras, e com um resultado positivo e satisfatório.

REFERÊNCIAS

ALVES, L. H. **Gestão da Manutenção**. 163 p. Notas de aula - Universidade Federal de Juiz de Fora, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-5462**: Confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

BANKER, S. **A Performance da Vantagem** – Revitalizando o local de trabalho (s.1.): (S.ed). ago. 1995.

BEVILACQUA, M; BRAGLIA, M. **O processo de hierarquia analítica aplicado à seleção da estratégia de manutenção**. 2000. 115f 70 vol. 83p Jornal da engenharia de confiabilidade e segurança do sistema, n. 70, p. 71-83, 2000.

BRANCO FILHO, G. **Dicionário de Termos de Manutenção e Confiabilidade**. 1ed. Rio de Janeiro: Ciencia Moderda Ltda, 2000.

COSTA, M. A. **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.

DEMING, W. E. **Qualidade: A Revolução da administração**. 1 ed. Rio de Janeiro: Editora Marques Saraiva, 2010.

FREITAS, M. A. S. **Implementação da Filosofia do TPM (Total Productive Maintenance): um estudo de caso**. 2002. 100f. Universidade Federal de Itajubá; Instituto de Engenharia Mecânica; Departamento de Produção, Itajubá, 2002.

GARCIA, M. C; SANZ-BOBIA, M.A; PICOB, J. **SIMAP: Sistema Inteligente para Aplicação de manutenção preditiva para o monitoramento das condições de saúde de um caixa de engrenagens de turbinas eólicas**. 2006. 140f. 57 vol. Jornal Computadores na Indústria. Nova York, 2006.

GARG, A; DESHMUKH, S. **Gerenciamento de manutenção: revisão de literatura e orientações**. **Revista de Qualidade em Engenharia de Manutenção**. 2006. 12 vol. 3 ed. p.205-238, 2006.

J.I.P.M. Japanese Institute of Plant Maintenance. ***TPM frequently asked questions***. 2002. Disponível em <www.jipm.or.jp/en/home> Acesso em 10 out 2011.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção – Função Estratégica**. 3 ed. Rio de Janeiro: QualityMark, 2009.

KARMAN, J. **Manutenção e Segurança Hospitalar Preditiva**. 1 ed. São Paulo: PIH, 2011.

MANSO, J. M. D. **Práticas de Gestão de Equipamentos Médicos no Hospital da Luz**. 2 ed. Dissertação. (Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica e Biofísica) – Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa. Lisboa, 2012.

MIRSHAWKA, V. **Manutenção Preditiva – Caminho para Zero Defeitos**. 1ed. São Paulo: Makron Books, 1991.

MONCHY, F. A. **Função Manutenção**. 1 ed. São Paulo: Durban, 1987.

MOUBRAY, J. **Reliability-Centered Maintenance**. 3 ed. Woodbine: NJ Industrial Press Inc, 2000.

PEREIRA, M. J. **Técnicas Avançadas de Manutenção**. 1 ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2010.

_____, **Engenharia de Manutenção: teoria e prática**. 1 ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2011.

PINTO, A. K.; XAVIER J. A. N. **Manutenção: função estratégica**. 1 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

RAMIREZ, E.F.F; CALDAS, E.C; SANTOS, P.R. **Manual Hospitalar de Manutenção Preventiva**. 1 ed. Londrina: Editora da Universidade Estadual de Londrina, 2002.

REIS, Z. C; DENARDIN, C. D; MILAN, G. S. **A Implantação de um Planejamento e Controle da Manutenção: Um estudo de caso desenvolvido em uma empresa do ramo alimentício**. 6 ed. Niterói: Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2010.

SELLITO, M. A. **Análise estratégica da manutenção de uma linha de fabricação metal-mecânica baseada em cálculos de confiabilidade de equipamentos.** 3 vol. Rio de Janeiro: Revista GEPROS Gestão da Produção, Operações e Sistemas, 2007, 35p.

SIQUEIRA, Y. P. D. S. **Manutenção centrada na confiabilidade: manual de implantação.** 1 (Reimpressão). ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

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

SOUZA, M. N. A. **Gestão hospitalar: da origem dos hospitais aos aportes teóricos da ciência gerencial e sua aplicabilidade no âmbito hospitalar.** 1 ed. Curitiba: CRV, 2008.

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

TAVARES, L. A. **Controle de manutenção por computador.** 1 ed. Rio de Janeiro: Editora Técnica, 1987.

TOAZZA, G.F; SELLITO, M. A. **Estratégia de Manutenção Preditiva no Departamento Gráfico de uma Empresa do Ramo Fumageiro.** 15 V. Rio de Janeiro: Revista Produção Online, 2015, 85p.

VIANA, H. R. G. **PCM, Planejamento e Controle da Manutenção.** 1 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2014.

XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva.** 2 ed. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2002.