



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – UFOP

ESCOLA DE MINAS

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA



VINÍCIUS MORAES SOUZA SOARES

**PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE PCM PARA UMA OFICINA
MECÂNICA DE UMA ENTIDADE FILANTRÓPICA**

**OURO PRETO - MG
2019**

VINÍCIUS MORAES SOUZA SOARES

viniciusmss@hotmail.com

**PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE PCM PARA UMA OFICINA
MECÂNICA DE UMA ENTIDADE FILANTRÓPICA**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito para a obtenção do título de Engenheiro Mecânico.

Professor orientador: DSc. Washington Luís Vieira da Silva

**OURO PRETO – MG
2019**

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

S676p Soares, Vinícius Moraes Souza.
Proposta de implantação de PCM para uma oficina mecânica de uma entidade
filantrópica. [manuscrito] / Vinícius Moraes Souza Soares. - 2019.
51 f.: il.: color., tab..

Orientador: Prof. Dr. Washington Luís Vieira da Silva.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de
Minas.

1. Manutenção. 2. Manutenção - Planejamento e Controle. 3. Oficinas
mecânicas. I. Silva, Washington Luís Vieira da. II. Universidade Federal de Ouro
Preto. III. Título.

CDU 621



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

ATA DA DEFESA

Aos 06 dias do mês de Dezembro de 2019, às 15h00min, no Auditório da Fundação Gorceix, localizada na Escola de Minas – Campus - UFOP, foi realizada a defesa de Monografia do aluno Vinícius Moraes Souza Soares, sendo a comissão examinadora constituída pelos professores: Prof. DSc. Washington Luís Vieira da Silva, Prof. MSc. Sávio Sade Tayer e Prof. DSc. Luís Antônio Bortolaia. O candidato apresentou o trabalho intitulado: **“Proposta de Implantação de PCM para uma Oficina Mecânica de uma Entidade Filantrópica”**, sob orientação do Prof. DSc Washington Luís Vieira da Silva. Após as observações dos avaliadores, em comum acordo os presentes consideram o(a) aluno(a) APROVADO.

Ouro Preto, 06 de Dezembro de 2019

Prof. DSc. Washington Luís Vieira da Silva
Professor Orientador

Prof. MSc. Sávio Sade Tayer
Professor Avaliador

Prof. DSc. Luís Antônio Bortolaia
Professor Avaliador

Vinícius Moraes Souza Soares

Aluno(a)

A Deus, minha família e meus amigos dedico esta importante etapa em minha vida. Sem vocês esta trajetória seria impercorível.

AGRADECIMENTO

A Deus por me guiar e me dar forças.

Ao meu orientador Washington, pela amizade e apoio na realização deste trabalho.

A todos os professores que me moldaram até este momento, como pessoa e profissional, tornando possível a realização deste sonho.

A Escola de Minas e UFOP pelo ensino de excelência.

Aos meus amigos e irmãos republicanos.

A minha família por todo amor e suporte necessário.

“Cum mente et malleo”

Claude-Henri Gorceix

RESUMO

SOARES, Vinícius Moraes Souza. Proposta de implantação de PCM para uma oficina mecânica de uma entidade filantrópica. 2019. 51 f. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019.

O presente trabalho tem como objetivo propor a melhoria da gestão da manutenção de uma oficina mecânica de uma entidade filantrópica a partir da abordagem do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM). Assim, realizou-se uma pesquisa bibliográfica a respeito da manutenção, dos seus respectivos tipos e forma de gestão, e sobre a abordagem do PCM. A metodologia empregada foi de natureza qualitativa, exploratória, bibliográfica e estudo de caso. Foi demonstrado características da entidade e da oficina estudada, como seu organograma, análise da situação atual e lista dos seus principais equipamentos. Foi criado assim um roteiro de aplicação da metodologia, a fim de propor um sistema de gestão da manutenção que possa garantir melhorias quanto a disponibilidade dos equipamentos, gestão dos recursos, qualidade e eficiência, partindo do cadastro dos equipamentos, bem como suas codificações por meio de tags, definição dos papéis e responsabilidades dos participantes, criação da carteira de serviços de manutenção, matriz de prioridade e histórico de manutenção.

Palavras-chave: manutenção, Planejamento e Controle da Manutenção, oficina.

ABSTRACT

This work aims to propose the improvement of the maintenance management of a mechanical workshop of a philanthropic entity from the Maintenance Planning and Control (PCM) approach. Thus, a bibliographic research was carried out about the maintenance, its respective types and management form, and about the PCM approach. The methodology used was qualitative, exploratory, bibliographic and case study. Characteristics of the entity and the workshop studied were demonstrated, such as its organization chart, analysis of the current situation and list of its main equipment. Thus, a methodology application roadmap was created in order to propose a maintenance management system that can guarantee improvements regarding equipment availability, resource management, quality and efficiency, starting from the equipment register, as well as its coding through tags, definition of roles and responsibilities of the participants, creation of maintenance service portfolio, priority matrix and maintenance history.

Key-words: *Maintenance, Maintenance Planning and Control, workshop.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma de etapas do método de pesquisa.....	23
Figura 2 – Organograma da entidade.....	27
Figura 3 – <i>Layout</i> da oficina.....	29
Figura 4 – Torno Romi I-30B.....	31
Figura 5 – Torno Romi I-30A	32
Figura 6 – Plaina Rocco 700	33
Figura 7 – Furadeira Radial UCIMU	34
Figura 8 – Folha de Especificação (FE).....	36
Figura 9 – Solicitação de Serviços.....	41
Figura 10 – Ordem de Manutenção a ser preenchida pelo planejador (frente)	44
Figura 11 – Ordem de Manutenção a ser preenchida pelo executante (verso).....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação de variáveis e indicadores de um PCM	24
Tabela 2 – Legenda do <i>layout</i> da oficina	30
Tabela 3 – Codificação de equipamentos.....	38
Tabela 4 - Prestadores de serviços	39

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Formulação do Problema	1
1.2	Justificativa	2
1.3	Objetivos	3
1.3.1	Geral.....	3
1.3.2	Específicos	3
1.4	Estrutura do Trabalho	4
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1	Manutenção: Abordagens Gerais	5
2.1.1	Tipos de Manutenção	7
2.2	Gestão da Manutenção.....	13
2.3	Planejamento e Controle da Manutenção - PCM.....	14
3	METODOLOGIA	21
3.1	Tipo de Pesquisa.....	21
3.2	Materiais e Métodos	22
3.3	Variáveis e Indicadores.....	23
3.4	Instrumento de coleta de dados	24
3.5	Tabulação dos Dados.....	25
3.6	Considerações Finais do Capítulo	25
4	RESULTADOS.....	26
4.1	Características da entidade e da oficina	26
4.1.1	Organograma	26
4.1.2	Análise atual e Equipamentos	27
4.2	Proposta de Implantação do PCM	34
4.2.1	Cadastros	35
4.2.2	Tagueamento de equipamentos	37
4.2.3	Papéis e responsabilidades	38
4.2.4	Orçamento e contratos	39
4.2.5	Carteira de serviços.....	40
4.2.6	Matriz de prioridade.....	46

4.2.7	Histórico de manutenção.....	47
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	48
5.1	Conclusão.....	48
5.2	Recomendações para trabalhos futuros	48
	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	50

1 INTRODUÇÃO

1.1 Formulação do Problema

Em tempos de crise, o mercado se torna cada vez mais competitivo, e somente empresas bem estruturadas e preparadas conseguem se manter rentáveis. Esta estruturação é importante tanto em níveis estratégicos, quanto táticos e operacionais. A estrutura organizacional de uma empresa consiste em diversos departamentos, onde cada um exerce sua função, complementando um ao outro, para que se consiga o objetivo fim da organização. Logo, departamentos como os de produção, suprimentos, e manutenção devem estar integrados para atender os objetivos organizacionais.

Assim, o departamento de manutenção tem como função manter a organização e equipamentos exercendo com qualidade o que foi proposto para tal. Segundo a NBR 5462 (1994), a manutenção é definida como a combinação de ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida. E segundo Xenos (1998), manter significa fazer tudo que for preciso para assegurar que um equipamento continue a desempenhar as funções para os quais foi projetado, num nível de desempenho exigido.

Portanto, dentro do departamento de manutenção existem várias atividades, como o planejamento, que consiste na elaboração de planos de manutenção e lubrificação, planejamento dos recursos para as atividades, geração de ordem de serviço dos vários tipos de manutenção, levantamento de aquisições de peças e serviços externos, necessidades de atendimento a manutenção nas edificações, e planejamento de serviços de ordem legal, entre outros.

Outra atividade é o controle, pois além de planejar e executar, é preciso manter o controle por meio de algumas necessidades, tais como o cadastro dos ativos em geral, o registro das informações das ordens de serviço realizadas, a definição da nomenclatura e divisão dos níveis e suas respectivas *tags*, a elaboração de indicadores de controle, o controle da distribuição das atividades da equipe e dos serviços nas edificações e de ordem legal, e o controle das ordens de serviço emitidas. Juntas, essas atividades formam o PCM, ou Planejamento e Controle da Manutenção.

Assim sendo, o Planejamento e Controle da Manutenção (PCM), de acordo com Branco Filho (2008), é todo o conjunto de ações para preparar, programar, controlar e

verificar o resultado da execução das atividades das funções de manutenção, com o intuito de progredir e melhorar, para atingir, ou até mesmo ultrapassar os objetivos da empresa.

No Brasil, as entidades filantrópicas possuem certos incentivos fiscais oferecidos pela constituição, legislação tributária, bem como, previdenciária. As entidades que podem ser caracterizadas como filantrópicas são fundações, templos de qualquer culto, partidos políticos, entidades sindicais, associações, entidades culturais, de proteção à saúde, instituições de ensino, dentre outras.

Muitas entidades filantrópicas necessitam de constante ajuda financeira do governo e de doações para se manter em funcionamento, mas isso vêm mudando atualmente. Tais entidades têm diversificado sua base de sustentabilidade incluindo princípios de negócios e prestação de serviços para geração de renda em busca de auto sustentação (MCKINSEY, 2006).

Na região de Ouro Preto, existem diversas entidades filantrópicas em busca ou já em fase de auto sustentação. Todas essas entidades possuem algum tipo de serviço como fonte de renda parcial ou total para continuar atuando na comunidade. Uma forma de arrecadar fundos é prestar serviços na área da mecânica. Para que esses recursos sejam angariados da forma mais rentável possível, é necessário organização e planejamento, visando uma gestão eficiente, para garantir a disponibilidade dos equipamentos, mantendo a produtividade e segurança dos colaboradores. Logo, é necessário desenvolver um Planejamento e Controle da Manutenção para a entidade em estudo.

Sendo assim, diante do contexto, apresenta-se a seguinte pergunta problema.

Como propor melhorias para o sistema de gestão da manutenção em uma oficina mecânica de uma entidade filantrópica a partir da abordagem do PCM?

1.2 Justificativa

O estudo em questão apresenta o desenvolvimento de um sistema de gerenciamento da manutenção de uma oficina mecânica de manutenção, assim como os equipamentos de suas presentes áreas, como usinagem, montagem e caldeiraria.

Para que suas atividades possam ocorrer de forma segura, garantindo a qualidade do produto e a produtividade, é necessário que se tenha uma gestão eficiente da manutenção, garantindo a disponibilidade física dos equipamentos.

O aumento dos níveis de competitividade, e a profunda crise enfrentada no Brasil, não admitem perdas e desperdícios, tanto de recursos quanto de tempo, e um equipamento parado de forma não programada, de acordo com Almeida (2017), pode trazer um grande prejuízo para a produção. Um pensamento comum, porém retrógrado, é que manutenção gera custos para a empresa, porém, hoje esta ideia já é amplamente entendida como errada. A manutenção nada mais é que um investimento, e com retorno garantido, pois ela se aplica fortemente nas finanças da empresa, conseguindo reduzir custos diretos, indiretos e induzidos.

É possível perceber que o Planejamento e Controle da Manutenção pode trazer diversos benefícios para a organização. De acordo com Fabro (2003), algumas dessas vantagens são a possibilidade de planejamento de recursos humanos, identificação de trabalhos ainda não elaborados, estímulo ao senso de responsabilidade de cada funcionário na empresa, possibilidade de se evitar erros quando for necessário a contratação de terceiros, através de planos de trabalho e cronogramas preparados e coordenados com o plano de produção, redução do trabalho desnecessário e retrabalho, manutenção de oportunidade (onde se aproveita o tempo que a máquina já estará parada para a intervenção da manutenção), estimativa do número de etapas envolvidas no plano de manutenção e do custo relativo a esses processos. Com isso, é possível reduzir ou anular as paradas dos equipamentos e consequentemente as perdas de produção, melhorar a qualidade dos produtos e serviços, com a melhoria dos equipamentos, além de aumentar a vida útil dos mesmos.

Com isso, o gerenciamento da manutenção torna-se indispensável, pois traz a empresa ganhos significativos de produtividade, qualidade, segurança e integridade do meio ambiente (XENOS,1998).

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral

Propor melhorias para o sistema de gestão da manutenção em uma oficina mecânica de uma entidade filantrópica a partir da abordagem do PCM.

1.3.2 Específicos

- Realizar um estudo teórico acerca da manutenção, tipos de manutenção, gestão da manutenção, planejamento e controle da manutenção e as principais ferramentas adotadas;
- Fazer um diagnóstico do sistema de manutenção da oficina da entidade estudada;

- Listar os equipamentos mais importantes presentes na oficina e informações pertinentes de cada equipamento;
- A partir da base teórica, propor melhorias para o sistema de gestão da manutenção.

1.4 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho será dividido em 5 capítulos, com seu conteúdo apresentado nos próximos parágrafos.

O primeiro capítulo apresenta a formulação do problema, a justificativa com que o trabalho está sendo realizado e os objetivos de tal, tanto gerais quanto específicos.

O segundo capítulo apresenta uma revisão bibliográfica, que embasa a parte teórica para a realização do trabalho, tratando dos seguintes temas: tipos e conceitos de manutenção, planejamento e controle da manutenção, etc.

O terceiro capítulo mostra a metodologia adotada, assim como as ferramentas para coleta de dados, aos quais serão usados para a obtenção dos resultados.

No quarto capítulo, estão apresentados os resultados, que foram encontrados a partir da coleta de dados e aplicação da parte teórica.

Já no quinto capítulo é encerrado o trabalho, apresentado as conclusões, considerações finais e recomendações para trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Manutenção: Abordagens Gerais

Segundo Viana (2002), a palavra manutenção é derivada do latim *manus tenere*, que significa manter o que se tem, e está presente na história humana há eras, desde o momento em que começamos a manusear instrumentos de produção.

De acordo com Xenos (2004), tradicionalmente, as atividades de manutenção eram consideradas como um mal necessário por várias pessoas em diferentes empresas, porém, mais recentemente, esta atitude em relação à manutenção começou a mudar e hoje ela já é reconhecida como uma função estratégica. Além do mais, os principais agentes e oportunidades que propiciaram esta mudança foram: a maior preocupação com a qualidade e a produtividade, a ênfase cada vez maior nos assuntos relacionados à segurança, as crescentes preocupações ambientais, o envelhecimento dos equipamentos e instalações, a necessidade de reduzir custos e as exigências geradas pela aplicação de normas reguladoras.

A medida que novos produtos foram desenvolvidos para auxiliar nosso cotidiano, como ferramentas, veículos e máquinas, tornou-se importante realizar a manutenção destas instalações, tanto residenciais, quanto comerciais e industriais, o que, conforme Almeida (2017), fez com que o conceito “censertar” ficasse muito mais abrangente e assumisse maior importância do que aquela ligada à resolução de um problema imediato, tornando necessário o uso de técnicas de vigilância para evitar problemas no âmbito da manutenção.

Conforme Xenos (2004), o Brasil tem passado por profundas mudanças econômicas, políticas e sociais que, aliadas ao crescente desenvolvimento tecnológico, forçaram as empresas a revolucionar seus sistemas de produção, e parte desta revolução está associada a equipamentos de produção, para os quais tem sido estabelecida metas cada vez mais desafiadoras em termos de qualidade dos produtos, seus custos e volumes de produção. No entanto, nota-se em muitas empresas que o desempenho dos equipamentos não tem conseguido acompanhar esta revolução por problemas de baixa confiabilidade ou por completo mau funcionamento.

Xenos (2004), ainda explica que uma das principais razões para esta situação é a pouca ênfase que tem sido dada ao gerenciamento da manutenção, e que na prática, ainda são vistos exemplos lamentáveis, como:

- Análise de falhas deficiente, focando apenas em “remover sintomas”, em detrimento aos métodos de análise de falhas;
- Manutenção preventiva mal realizada ou inexistente;
- Relatórios de falhas dos equipamentos mal preenchidos e pouco explorados para análise;
- Ausência de padrões de manutenção;
- Insuficiente conhecimento e habilidade ao pessoal da manutenção.

Segundo Almeida (2014), pode-se entender manutenção como o conjunto de cuidados e procedimentos técnicos necessários ao bom funcionamento e também ao reparo de máquinas, equipamentos, peças moldes e ferramentas.

Almeida (2014) ainda diz que a manutenção não atua apenas em máquinas e equipamentos que estão em operação, mas atua também na concepção de um projeto, pois a disposição de peças, a acessibilidade dos conjuntos pelo mecânico e até mesmo o dimensionamento das peças e dos componentes devem obedecer a critérios para facilitar as operações de manutenção futuras.

Apesar de bastante difundida, a manutenção deve ser constantemente estudada e aprimorada, pois segundo Kardek (2009), nos últimos 30 anos, a atividade de manutenção tem passado por mais mudanças do que qualquer outra atividade, e essas alterações são consequências de diversos fatores, como o aumento da diversidade dos itens físicos que devem ser mantidos, aos projetos a cada dia mais complexos, a novas técnicas de manutenção, a novos enfoques sobre a organização da manutenção e suas responsabilidades, e a importância da manutenção como função estratégica para melhoria dos resultados do negócio e aumento da competitividade das organizações.

Ainda conforme Kardek (2009), nas empresas vencedoras, o homem de manutenção tem reagido rápido a estas mudanças, onde esta nova postura inclui uma crescente conscientização de quanto uma falha de equipamento afeta a segurança e o meio ambiente, e maior conscientização da relação entre manutenção e qualidade do produto, além de maior pressão para conseguir alta disponibilidade e confiabilidade da instalação, e ao mesmo tempo buscando redução de custos.

2.1.1 Tipos de Manutenção

Muitos autores abordam os vários tipos de manutenção possíveis, que nada mais são do que as formas como são encaminhadas as intervenções nos instrumentos de produção. Viana (2002) afirma que existem pequenas divergências nessas classificações, mas há um consenso sobre as seguintes ordenações:

- Manutenção Corretiva;
- Manutenção Preventiva;
- Manutenção Preditiva;
- Manutenção Autônoma (TPM).

A seguir será apresentado de forma mais aprofundada cada tipo de manutenção citado acima.

2.1.1.1 Manutenção Corretiva

De acordo com a ABNT *apud* Viana (2002), Manutenção corretiva é a “manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane, destinada a colocar um item em condições de executar uma função requerida”. Ainda segundo Viana (2002), a Manutenção Corretiva é a intervenção necessária imediatamente para evitar graves consequências aos instrumentos de produção, à segurança do trabalhador ou ao meio ambiente, e se configura em uma intervenção aleatória, sem definições anteriores, sendo mais conhecida nas fábricas como “apagar incêndios”.

Segundo Xenos (2004), a opção por este método de manutenção deve levar em conta fatores econômicos, sendo viável quando é mais barato consertar uma falha do que tomar ações preventivas. Entretanto, também devem ser consideradas as perdas por parada de produção, pois do ponto de vista de custo de manutenção, a manutenção corretiva é mais barata do que prevenir falhas nos equipamentos, mas em compensação, essas perdas por parada podem causar um grande prejuízo na produção.

Kardec (2009) entende que é conveniente observar que existem duas condições específicas que levam a manutenção corretiva, sendo a primeira o desempenho deficiente apontado como acompanhamento das variáveis operacionais, e a segunda a própria ocorrência de falha. Desse modo, a ação principal na manutenção corretiva é restaurar as condições de funcionamento do equipamento ou sistema.

Kardek (2009) divide a manutenção corretiva em duas classes:

- Manutenção Corretiva Não Planejada;
- Manutenção Corretiva Planejada.

Ainda segundo Kardek (2009), a Manutenção Corretiva não Planejada é a correção da falha de maneira aleatória, e também é conhecida como Manutenção Corretiva Não Programada ou simplesmente Emergencial, e se caracteriza pela atuação da manutenção em fato já ocorrido, seja este uma falha ou um desempenho menor que o esperado. Infelizmente este tipo ainda é muito comum nas indústrias, e implica altos custos, pois a quebra inesperada pode acarretar perdas de produção, perda da qualidade do produto e elevados custos indiretos na manutenção.

Kardek (2009) ainda lembra que quebras aleatórias podem ter consequências bastante graves para o equipamento, e quando uma empresa tem a maior parte de sua manutenção corretiva na classe não planejada, seu departamento de manutenção é comandado pelos equipamentos e o desempenho empresarial da Organização não está adequado às necessidades de competitividade atuais.

Já a Manutenção Corretiva Planejada é a correção do desempenho menor do que o esperado ou correção da falha por decisão gerencial, onde normalmente esta decisão gerencial se baseia na modificação dos parâmetros de condição observados pela manutenção preditiva. Ainda vale ressaltar que um trabalho planejado é sempre mais barato, mais rápido e mais seguro do que um trabalho não planejado, conferindo sempre melhor qualidade (KARDEK, 2009).

Diante disso, Xenos (2004) ressalta que mesmo que a manutenção corretiva tenha sido escolhida por ser mais vantajosa, não se pode simplesmente conformar-se com a ocorrência das falhas como um evento já esperado, e portanto, natural, mas sim garantir o esforço para identificar precisamente as causas fundamentais da falha e bloqueá-las, evitando sua reincidência.

2.1.1.2 Manutenção Preventiva

De acordo com Viana (2002), pode-se classificar como manutenção preventiva todo serviço de manutenção realizado em máquinas que não estejam em falha, estando com isto em condições operacionais ou em estado de zero defeito. Salienta-se ainda que são serviços efetuados em intervalos predeterminados ou de acordo com critérios prescritos, destinados a

reduzir a probabilidade de falha, e desta forma proporcionando uma “tranquilidade” operacional necessária para o bom andamento das atividades produtivas.

Deste modo, Xenos (2004) afirma que a manutenção preventiva, feita periodicamente, deve ser a atividade principal de manutenção em qualquer empresa. Ademais, ela envolve algumas tarefas sistemáticas, tais como as inspeções, reformas e trocas de peças.

Almeida (2014) destaca algumas vantagens da manutenção preventiva, tais como:

- Equilibrar a utilização de recursos humanos, pois o planejamento das operações de manutenção possibilita a criação de um ritmo de trabalho constante, e prevê a quantidade do pessoal no setor de manutenção, eliminando tempos ociosos e excesso ou falta de profissionais;
- Eliminar tempos de espera para compra de peças, pois com o cronograma de manutenção preventiva é possível fazer uma previsão do consumo de peças e insumos necessários nas operações de manutenção, evitando estoques desnecessários ou falta de peças que podem causar indisponibilidade do equipamento;
- Confiabilidade de prazos no sistema de produção, com a manutenção preventiva permitindo o bom funcionamento das máquinas utilizadas no sistema produtivo, e por conseguinte, evitando atrasos ou esperas por quebra de máquinas;
- Satisfação do cliente, com a manutenção preventiva contribuindo para o respeito a prazos de entrega das peças e para a qualidade das peças produzidas pelas máquinas mantidas em perfeito estado de funcionamento;
- Gestão ambiental, pois uma grande preocupação mundial é o impacto ambiental gerado por resíduos resultantes dos processos de fabricação, e neste contexto, a manutenção preventiva deverá estar voltada para os equipamentos antipoluição, ou seja, atuando em problemas que resultam em vazamentos de fluidos de corte ou lubrificantes, excesso de emissão de gases e controle de cavacos de usinagem.

Segundo Kardec (2004), os seguintes fatores devem ser levados em consideração para adoção na política de manutenção preventiva:

- Quando não é possível a manutenção preditiva;

- Aspectos relacionados com a segurança pessoal ou da instalação que tornam mandatória a intervenção, normalmente para substituição de componentes;
- Por oportunidade em equipamentos críticos de difícil liberação operacional;
- Riscos de agressão ao meio ambiente;
- Em sistemas complexos e/ou de operação contínua, como por exemplo: petroquímica, siderúrgica, indústria automobilística, etc.

Em relação aos custos da manutenção, Kardec (2004) ainda destaca que a manutenção preventiva será tanto mais conveniente quanto maior for a simplicidade na reposição; quanto mais altos forem os custos de falhas; quanto mais as falhas prejudicarem a produção e quanto maiores forem as implicações das falhas na segurança pessoal e operacional. Outrora, se por um lado, a manutenção preventiva proporciona um conhecimento prévio das ações, permitindo uma boa condição de gerenciamento das atividades e nivelamento de recursos, além de previsibilidade de consumo de materiais e sobressalentes, por outro promove, via de regra, a retirada do equipamento ou sistema de operação para execução dos serviços programados. Sendo assim, possíveis questionamentos à política de manutenção preventiva sempre serão levantados em equipamentos, sistemas ou plantas onde o conjunto de fatores não seja suficientemente forte ou claro em prol dessa política.

Diante disso, nota-se que ao ser escolhida tal política para a organização, ela deve ser coesa e precisa, pois segundo Xenos (2004), pode acontecer de mesmo com o cumprimento sistemático da manutenção preventiva, as falhas não diminuem, onde a causa deste fenômeno pode estar tanto na falta de padrões e procedimentos de manutenção quanto no conhecimento e habilidades insuficientes dos técnicos de manutenção e operadores da produção.

2.1.1.3 Manutenção Preditiva

Segundo Viana (2002), são tarefas de manutenção preditiva que visam acompanhar a máquina ou as peças, por monitoramento, por medições ou por controle estatístico e tentam prever a proximidade da ocorrência da falha. Este tipo de manutenção tem por objetivo determinar o tempo correto da necessidade da intervenção mantenedora, evitando desmontagens para inspeção, e permitindo a utilização do componente até o máximo da sua vida útil.

Kardec (2004) entende que a manutenção preditiva também é conhecida por Manutenção sob Condição ou Manutenção com Base no Estado do Equipamento, e a

conceitua como “atuação realizada com base na modificação de parâmetros de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática”.

De acordo com Viana (2002), as quatro técnicas mais comuns deste tipo de manutenção que foram adotadas na indústria brasileira são:

- Ensaio por Ultra-som;
- Análise de vibrações mecânicas;
- Análise de óleos lubrificantes;
- Termografia.

Os objetivos da Manutenção Preditiva são citados por Almeida (2014) da seguinte forma:

- Determinar antecipadamente a necessidade de serviços de manutenção em uma peça específica da máquina, possibilitando seu máximo aproveitamento;
- Analisar fenômenos com instrumentos específicos, eliminando desmontagens desnecessárias para inspeção;
- Aumentar o tempo de disponibilidade dos equipamentos, acompanhando a evolução do defeito;
- Evitar emergências e transtornos causados por paradas imprevistas causadas por defeitos que já haviam sido identificados, mas ficaram sem acompanhamento;
- Impedir que o defeito agrave os danos e se estenda a outros componentes da máquina;
- Reduzir custos e garantir a qualidade dos produtos ou serviços da empresa.

Em suma, Xenos (2002) ainda afirma que as técnicas de manutenção preditiva têm sido cada vez mais divulgadas por especialistas como algo bastante avançado e alheio a outros métodos de manutenção, e é tratada de forma diferenciada nas empresas, sendo comum a designação de engenheiros ou técnicos altamente especializados para a realização destas atividades. Além do mais, a manutenção preditiva é parte da manutenção preventiva, pois nada mais é que uma forma de inspecionar os equipamentos, e portanto, deve fazer parte do planejamento da manutenção preventiva.

2.1.1.4 Manutenção Autônoma (TPM)

Uma das formas de aperfeiçoar a manutenção, é envolver todas as pessoas e departamentos, em busca das metas de qualidade, custo e entrega. Xenos (2004) afirma que é preciso capacitar os operadores para detectarem, ainda num estágio inicial, quaisquer anomalias nos equipamentos. Onde esta detecção pode ser feita através dos sentidos humanos ou com o uso de instrumentos de inspeção mais sensíveis.

Segundo Viana (2002), na manutenção autônoma vale a máxima: “da minha máquina cuidado eu”, que é adotada pelos operadores que passam a executar serviços de manutenção no maquinário que operam, serviços estes que vão desde as instruções de limpeza, lubrificação e tarefas elementares de manutenção, até serviços mais complexos de análise e melhoria dos instrumentos de produção.

Almeida (2014) relata os cinco pilares da TPM (*Total Productive Maintenance*):

- Eficiência;
- Auto reparo;
- Planejamento;
- Treinamento;
- Ciclo de vida.

Onde esses pilares são baseados nos seguintes princípios:

- Operações de manutenção preventiva e preditiva que aumentam a eficiência do equipamento;
- Criação de um programa de operações básicas de manutenção para serem executadas pelos operadores;
- Estabelecimento de cronogramas de atividades para evitar perdas imprevistas;
- Criação de um programa de treinamento para capacitação dos operadores e mecânicos;
- Implantação de um sistema de gerenciamento do equipamento.

Xenos (2004) ainda completa que a manutenção autônoma é uma estratégia simples e prática para envolver os operadores dos equipamentos nas atividades de manutenção, principalmente na limpeza, lubrificação e inspeções visuais. Além do mais, a base na

manutenção autônoma é a prática do 5S, consistindo nos 5 sentidos: Senso de Utilização, Senso de Autodisciplina, Senso de Saúde, Senso de Limpeza e Senso de Ordenação.

2.2 Gestão da Manutenção

A manutenção se apresenta como uma das principais funções administrativas ou operacionais de apoio a produção, pois tem como missão evitar a ocorrência de falhas, garantindo a prosperidade da produção. Segundo Tavares (2005), o bom desempenho da referida função auxilia a entrega dos produtos ou serviços no tempo indicado, com a qualidade solicitada e a quantidade projetada.

Ou seja, a elaboração e o cumprimento do plano de manutenção garantem que a empresa atinja seus objetivos de lucratividade e sobrevivência através de equipamentos que não apresentem falhas e que não prejudiquem a qualidade, o custo e a entrega dos produtos e serviços, e que não coloquem em risco a integridade do meio ambiente (XENOS, 2002). Onde este plano deve ser elaborado a partir das recomendações do fabricante do equipamento e da própria experiência acumulada pela empresa na operação de equipamentos similares. Este conhecimento deve ser consolidado nos padrões da manutenção, que são a origem das informações do plano.

Segundo Viana (2002), os planos de manutenção são divididos em categorias com o propósito de otimizar as ações de detecção dos modos de falha, permitindo antecipar a falha do equipamento. A saber:

- Plano de inspeções visuais;
- Roteiros de lubrificação;
- Monitoramento de características dos equipamentos;
- Manutenção de troca de itens de desgaste;
- Plano de intervenção preventiva.

Komonen (2002) & Verma (2002) destacam o fato de que a gestão da manutenção feita com alta eficiência é obtida mediante três atributos: alta confiabilidade, alta manutenibilidade e eficiente sustentabilidade; parâmetros a serem monitorados continuamente.

Além do mais, Xenos (2002) ainda destaca que as informações do plano de manutenção devem ser continuamente revisadas com base nos resultados reais das inspeções, reformas e trocas de componentes e peças, realizadas no chão de fábrica. Além disso, os dados de falhas precisam ser registrados e analisados, através de um sistema formal de

tratamento de falhas. Os resultados desta análise são outra fonte de informação essencial para a elaboração e revisão periódica do plano de manutenção.

Existem diversos instrumentos gerenciais à disposição da manutenção, como: CCQ, TPM, Reengenharia, Gerência de Rotina, Gerência pelas Diretrizes, Seis Sigma, Gestão de Ativos, dentre outros, porém, Kardec (2004) salienta que é importante ter em mente que são, simplesmente, ferramentas, e como tal, a sua simples utilização não é sinônimo de bons resultados.

Portanto, a gestão da manutenção de forma coesa e bem articulada se torna essencial para o bom funcionamento da empresa, assim como servirá de base para a alocação correta de mão de obra, evitando falta ou excesso de pessoal, garantindo também os materiais precisos que são necessários na manutenção, evitando um almoxarifado cheio de peças inúteis, ao mesmo tempo em que peças necessárias estão em falta, além de possibilitar um orçamento preciso, que seja confiável e não entre em discordância com os objetivos estipulados pela empresa.

2.3 Planejamento e Controle da Manutenção - PCM

De acordo com Branco Filho (2008), o PCM é todo o conjunto de ações para preparar, programar, controlar e verificar o resultado da execução das atividades das funções de manutenção, com o intuito de progredir e melhorar, para atingir, ou até mesmo ultrapassar os objetivos da empresa. O PCM refere às formas como o setor de manutenção deve ser monitorado e controlado, além de analisar medidas que devem ser adotadas para que o setor se mantenha junto aos objetivos da organização, se tornando um fator indispensável para tomada de decisões referentes à estratégia, planejamento, e conseqüentemente produção da empresa.

De acordo com Bravo (2013), nota-se que a partir da década de oitenta, com a evolução da tecnologia e maior capacidade de processamento dos computadores, os órgãos de manutenção iniciaram o desenvolvimento dos seus próprios programas, melhorando bastante o PCM aos gestores da manutenção, e não só de manutenção, mas também de operação e de produção, aumentando sua capacidade de organização. Além do mais, aumentou a qualidade exigida pelos consumidores no final do século passado, então, para atingir o grau de qualidade exigida, foi determinado a importância da manutenção no desempenho dos equipamentos. Por isto, o PCM, também a engenharia de manutenção, passaram a desempenhar importantes funções estratégicas na área de produção.

Kardec (2009) ressalva que apesar da manutenção ser uma área relevante para a produção, existem diversas razões que podem torná-la bastante improdutiva, tornando mais da metade do tempo disponível desperdiçado, com:

- Espera por equipamentos de reparação e medição devido a suas inoperacionalidades;
- Espera por peças ou componentes que não estão disponíveis em estoque;
- Falta de documentação técnica, como desenhos, manuais e esquemas para desempenhar o trabalho;
- Distribuição incorreta de trabalho;
- Paragem num trabalho antes de ser concluído para realizar outros, considerados com mais urgência ou mais importantes;
- Falta de oportunidade por parte da produção, para parar um equipamento que deveria ser sujeito a uma ou várias ações de manutenção.

Todas estas situações citadas acontecem em diversas empresas e a melhor forma de solucioná-las é implantar um sistema de planejamento e controle da manutenção adequado, indo ao encontro do ponto ótimo, entre o custo, confiabilidade e disponibilidade. Para determinar a eficácia do PCM, uma forma eficiente é analisar o índice de disponibilidade dos equipamentos e processos. Caso estes índices estiverem abaixo dos objetivos definidos, é preciso rever todo o programa e plano de manutenção. No caso de estarem dentro dos objetivos, é necessário a criação de novos objetivos para uma melhoria contínua.

É possível perceber que o Planejamento e Controle da Manutenção pode trazer diversos benefícios para a organização. De acordo com Fabro (2003), algumas dessas vantagens são a possibilidade de planejamento de recursos humanos, identificação de trabalhos ainda não elaborados, estímulo ao senso de responsabilidade de cada funcionário na empresa, possibilidade de se evitar erros quando for necessário a contratação de terceiros, através de planos de trabalho e cronogramas preparados e coordenados com o plano de produção, redução do trabalho desnecessário e retrabalho, manutenção de oportunidade (onde se aproveita o tempo que a máquina já estará parada para a intervenção da manutenção), estimativa do número de etapas envolvidas no plano de manutenção e do custo relativo a esses processos. Com isso, é possível reduzir ou anular as paradas dos equipamentos e

consequentemente as perdas de produção, melhorar a qualidade dos produtos e serviços, com a melhoria dos equipamentos, além de aumentar a vida útil dos mesmos.

De acordo com Branco Filho (2008), a implantação da função PCM traz algumas vantagens, são elas:

- Redução da perda de mão de obra direta:
 - ✓ Elimina a falta de informação sobre o que se fazer, onde efetuar a manutenção, quando executar a tarefa, o que fazer e o que usar durante a manutenção, quais ferramentas usar, quais sobressalentes e quais materiais utilizar, e como fazer;
 - ✓ Elimina a falta de coordenação para evitar inconsistências durante a execução das tarefas;
 - ✓ Faz com que os membros da equipe se preocupem em executar suas tarefas, dedicando-se a sua atividade principal.
- Aumento da eficiência da mão de obra direta:
 - ✓ Aumento da produtividade dos executantes;
 - ✓ Menor tempo de parada dos equipamentos;
 - ✓ Paradas apenas no momento adequado.
- Padronização de procedimentos de execução de tarefas;
- Análise de desvios de metas e medidas de correção.

Ainda segundo o mesmo autor, entre os diversos fatores que devem ser levados em consideração para a decisão de se criar uma equipe que cuide exclusivamente de planejamentos e controle da manutenção, estão: a organização da empresa, a aceitação da existência de uma seção PCM, a necessidade de melhor acompanhamento das atividades e controle de custos, a relação custo benefício entre os custos de implantação e vantagens que ele proporcionará.

De acordo com Souza (2008), são atribuições estratégicas do PCM:

- Assessorar a gerência em tudo que se refere à programação e controle;
- Assessorar o órgão competente na seleção e administração de contratos de serviços de terceiros;

- Assessorar o órgão competente na manutenção do patrimônio técnico da gerência;
- Assessorar o órgão competente na avaliação e definição das necessidades de treinamento do pessoal pesquisando cursos mais adequados;
- Revisar as programações e instruções de manutenção;
- Avaliar pontos de perda de produtividade emitindo sugestões.

O mesmo autor ainda apresenta as atribuições da Engenharia de Manutenção, são elas:

- Assessorar o órgão competente na elaboração de especificações de compra de materiais e novos equipamentos;
- Analisar relatórios emitindo sugestões;
- Analisar o LCC (Custo do Ciclo de Vida) apresentando sugestões;
- Aplicar as técnicas ABC (Custeio Baseado em Atividades) para indicar os processos onde devem ser reforçados os recursos e aqueles onde deve ser reavaliado suas necessidades;
- Aplicar as técnicas de TOC (Teoria das Restrições) para determinar os pontos do processo onde existem “gargalos” e sugerir recomendações para reduzir os efeitos desses “gargalos” (re-engenharia de máquinas, métodos e processos);
- Avaliar e sugerir técnicas de preditiva.

Assim, pode-se notar que a função PCM tem a missão de assessorar a Engenharia enquanto ela fica encarregada de administrar informações e gerar relatórios adequados à necessidade da organização.

De acordo com Kardec (1994), para desenvolver um bom programa de manutenção e conseguir alcançar as expectativas propostas, são necessárias seis etapas:

- i. A primeira etapa consiste na inventariação de todas as instalações, edifícios, equipamentos e máquinas que devem ser sujeitas a manutenção e para cada um criar uma ficha, ou no caso de existir um sistema informatizado, fazer um registo das seguintes informações: designação, fabricante, modelo ou tipo, número de série, data de compra e número do respectivo processo, preço de compra, características principais, dimensão e peso, localização, identificação

dos subconjuntos ou componentes substituíveis, condições particulares de operação, e outras anotações. Este registo irá ser complementado com o registo de todas as ações de manutenção envolvidas no equipamento para efeitos de inventário;

- ii. A segunda etapa consiste na codificação e sistematização, onde é elaborada uma listagem de todos os itens, desde o mais geral ao mais particular, subdividindo-os por localização, função ou característica técnica, atribuindo então um código a cada item criado pelo mesmo processo. Esta etapa possui bastante importância para a organização da manutenção pois permite abranger todos os itens da fábrica sujeitos a manutenção sem o problema de os duplicar ou omitir;
- iii. Na terceira etapa, para a listagem dos itens numerados na etapa anterior, é atribuído um código para aqueles que são tidos como mais importantes, ou que necessitam de atenção especial, pois podem afetar a segurança dos colaboradores, por terem um grande impacto econômico, ou por ser uma avaria de difícil detecção;
- iv. Na quarta etapa, para os itens significativos para manutenção é definido as tarefas de manutenção de acordo com as recomendações do fabricante e seguindo uma análise do tipo de uso e aplicações que serão dadas ao equipamento.
- v. Após determinadas as tarefas de manutenção, a quinta etapa consiste em atribuir a periodicidade de manutenção, seja esta por calendário, horas de utilização ou ainda ciclos de operação. Além do mais, assim que se forem realizando ações de manutenção e com a experiência que se vai adquirindo, é conveniente rever a periodicidade das mesmas.
- vi. A sexta e última etapa, consiste em identificar todos os recursos: humanos (número e qualificação dos técnicos de manutenção), materiais (peças, ferramentas, instrumentos de medição, produtos), documentais (desenhos técnicos, esquemas, manuais) e logísticos disponíveis, facilitando o posterior planejamento do trabalho a realizar com sucesso as ações de manutenção. Depois de completadas estas etapas, a aplicação prática do programa é procedida.

De acordo com Bravo (2013), os trabalhos subsequentes a este planejamento são a planificação da manutenção, onde a programação da manutenção entra em sintonia com a programação da produção, definindo o melhor momento para a intervenção, podendo ser em horário de almoço, fim de expediente, finais de semana ou férias, preferencialmente, visto que com poucas exceções, como a lubrificação, a maioria das atividades devem ser realizadas com a máquina fora de funcionamento.

Posteriormente, Kardec (2009) cita o planejamento da manutenção, que consiste em equacionar os trabalhos de manutenção, pedidos de reparação, trabalhos pendentes e adicionais, considerando a mão de obra, materiais e instalações disponíveis, produzindo assim o documento de ordem de trabalho. Este documento consiste em um impresso que contém informações pertinentes à execução da tarefa de manutenção, como as citadas a seguir: número da ordem sequencial; a referência do equipamento; a identificação do componente a sofrer intervenção, com a designação, tipo e modelo, além de se possível, o número de série; o tipo de trabalho, classificando o trabalho a se efetuar (reparação de avaria, manutenção programada, melhoramento); a oportunidade, podendo ser em funcionamento ou parada planejada; a descrição dos materiais necessários; as ferramentas e equipamentos necessários para a execução, além de observações sobre o meio de acesso e movimentação; a alimentação energética e fluidos; a documentação técnica, como manuais, esquemas, desenhos; a descrição do trabalho realizado bem como o trabalho pendente; e a mão de obra gasta, com o tempo e número de pessoas.

Feito o planejamento da manutenção, Bravo (2013) diz que para assegurar a realização do mesmo, ele deve verificar se existe o material de consumo e de substituição, assim como os produtos necessários para a execução do trabalho, e em caso negativo, deve providenciá-los. Então, é entregue todo o material, junto a ordem de serviço e documentação técnica, para a equipe de manutenção. Ele ainda deve assegurar a existência de ferramentas, equipamentos de medida e ensaio, assim como todos os meios especiais de acesso e requisitos de energia ou fluidos, caso seja necessário. No caso de existirem várias ordens de trabalho, deve ordená-las de modo a garantir um melhor aproveitamento dos recursos necessários. Depois de reunidas todas estas condições, é iniciado o trabalho.

Após concluída a intervenção da manutenção, Kardec (2009) diz que a ordem de serviço é preenchida e entregue ao responsável pelo planejamento, para que se possa catalogar todos os trabalhos, assim como os custos, e gerar um histórico. Estes registros permitem estudos futuros que permitem a tomada de decisões técnicas e econômicas, sendo que com o

caráter técnico se pode revelar a necessidade de alterar o programa de manutenção e substituir ou modificar o equipamento caso o seu estado esteja a degradar-se progressivamente, e o caráter econômico permite, por exemplo, reavaliar a eficácia do programa de manutenção devido à comparação de gastos entre manutenção preventiva e manutenção corretiva.

Em concordância com todos estes fatores, torna-se indispensável a capacitação ou treinamento de todos os colaboradores, que de acordo com (Souza, 2007) pode ser feita na empresa por outros funcionários preparados para isso ou por empresas terceirizadas especializadas em treinamento, podendo ocorrer dentro ou fora das dependências da empresa. Assim, será possível a aplicação correta da metodologia.

3 METODOLOGIA

3.1 Tipo de Pesquisa

De acordo com Gil (2002), pesquisa pode ser definida como o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos, e é desenvolvida mediante o concurso dos conhecimentos disponíveis e a utilização cuidadosa dos métodos, técnicas, assim como demais procedimentos científicos, se envolvendo por inúmeras fases, desde a formulação do problema até a apresentação dos resultados encontrados.

Quanto à forma de abordagem de uma pesquisa, é possível classificá-la de duas formas:

- Pesquisa qualitativa: se dá quando o pesquisador estuda os fenômenos em seus ambientes naturais, tentando interpretá-los a partir do modo como são vistos. Sendo assim, esse tipo de pesquisa envolve a coleta e utilização de uma série de materiais empíricos (tais quais estudo de caso, experiência pessoal, observação, históricos, interação de fenômenos ou fatores, entre outros), relativos à rotina e aos entraves observados na análise em questão (CRESWELL, 1998);

- Pesquisa quantitativa: pode ser definida como aquela que apresenta quantificações tanto na coleta de informações, quanto no tratamento das mesmas, por meio de técnicas estatísticas (LAKATOS E MARCONI, 2006).

Portanto, tendo em vista estas características, o presente trabalho melhor se enquadra como uma pesquisa de natureza qualitativa, sendo embasado na experiência pessoal, descrevendo a rotina observada e os problemas encontrados.

Quanto aos objetivos da pesquisa, segundo Gil (2002), é possível classificá-las em três grandes grupos: descritivas, explicativas e exploratórias.

A pesquisa descritiva, de acordo com Triviños (1987), pretende descrever fatos e fenômenos de determinada realidade, exigindo uma série de informações sobre o tema em questão, que deve ser exaustivamente estudado e amplamente detalhado. Já as pesquisas explicativas, segundo Andrade (2002), é um tipo de pesquisa mais complexa, pois, além de registrar, analisar, classificar e interpretar os fenômenos estudados, procura identificar seus fatores determinantes, tendo como objetivo aprofundar o conhecimento da realidade.

Este trabalho se enquadra como pesquisa exploratória, que tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, construindo hipóteses e tornando-o mais explícito, onde tem como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuição, tendo o seu planejamento flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado (GIL, 2002). O desenvolvimento do trabalho se deu por participação direta do autor no fluxo do processo, permitindo a percepção do mesmo com os problemas observados, e permitindo a proposta de resultados condizentes com a realidade do ambiente estudado.

Quanto aos procedimentos técnicos, Gil (2002) destaca que a pesquisa pode ser classificada por diversos fatores, como: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, pesquisa experimental, pesquisa *ex-post facto*, estudo de coorte, levantamento, estudo de campo, estudo de caso, pesquisa-ação e pesquisa participante. Um trabalho não necessariamente atende a apenas um desses requisitos. O presente trabalho pode ser classificado como: pesquisa bibliográfica, que é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos, e foi importante para o entendimento de como a manutenção é tratada nas demais empresas, abordando uma metodologia já testada e aprovada; e estudo de caso, que consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento, que no presente caso, foi estudado uma oficina mecânica de uma entidade filantrópica, trazendo problemas reais e permitindo o enquadramento da metodologia com um caso real.

3.2 Materiais e Métodos

Será foco de estudo deste trabalho o que diz respeito à manutenção dos equipamentos de uma oficina mecânica pertencente a uma entidade que presta serviços de manutenção em geral. Esta oficina está localizada na cidade mineira de Ouro Preto, que pertence a região do quadrilátero ferrífero e está a 96 km da capital do estado, Belo Horizonte.

De acordo com Goldenberg (1997), métodos são definidos como uma observação sistemática dos fenômenos da realidade através de uma sucessão de passos, orientados por conhecimentos teóricos, buscando explicar a causa desses fenômenos, assim como suas correlações e aspectos não revelados.

Para a análise e posteriormente a sugestão de melhorias no gerenciamento da manutenção da oficina estudada, o método consiste nos passos de acordo com a figura 1.

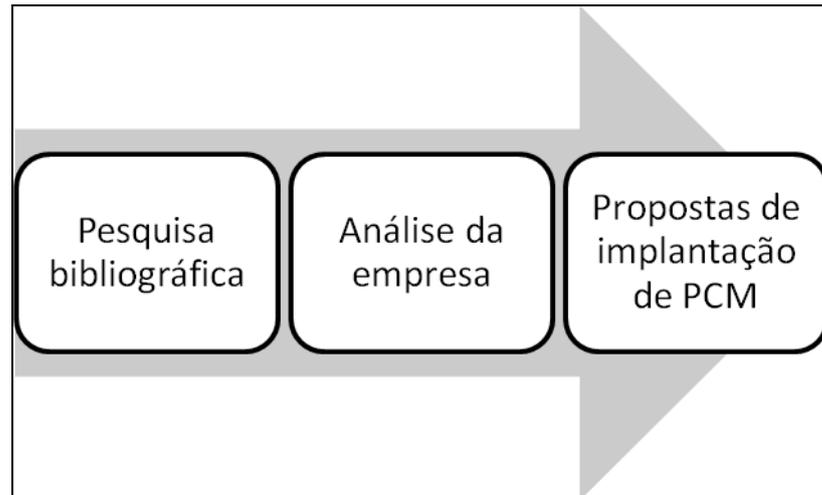


Figura 1 – Fluxograma de etapas do método de pesquisa
Fonte: Pesquisa Direta (2019)

A primeira etapa consiste na pesquisa bibliográfica, a fim de entender como a manutenção é tratada em diversas empresas, e selecionar o método adequado para a realidade da empresa em estudo.

Posteriormente, será feito um estudo a respeito da atual situação da empresa, anterior a qualquer mudança proposta pelo trabalho. E então, a proposta de implantação do PCM será apresentada, já adequada à necessidade que foi observada.

3.3 Variáveis e Indicadores

De acordo com Gil (2002), o conceito de variável se refere a tudo aquilo que pode assumir diferentes valores ou diferentes aspectos, segundo os casos particulares ou circunstâncias, e é um termo muito empregado pelos pesquisadores e tem o objetivo de conferir maior precisão aos enunciados científicos.

Já os indicadores, auxiliam na mensuração dessas variáveis, permitindo assim a obtenção dos resultados da pesquisa.

A tabela 1 apresenta as variáveis, assim como seus respectivos indicadores que foram usados no presente trabalho.

Tabela 1 - Relação de variáveis e indicadores de um PCM

Variável	Indicadores
PCM	Tipos de Manutenção Equipamentos <i>Layout</i> Organização do ambiente de trabalho Folha de Verificação Ordem de Serviço Padrão de Troca Periódica Empresas/colaboradores responsáveis pela execução da manutenção

Fonte: Pesquisa Direta (2019)

3.4 Instrumento de coleta de dados

As técnicas usadas com mais frequência para coleta de dados em pesquisas qualitativas são:

- Questionários;
- Entrevistas;
- Observação direta;
- Registros institucionais;
- Grupos focais.

Dentre estas técnicas, duas se destacam na realização desta pesquisa. Primeiramente, as entrevistas, onde o pesquisador elabora perguntas aos colaboradores da empresa que tem vivência de longa data e conhecimento empírico acerca da manutenção e dos processos já aplicados. Também, é aplicado a observação direta, visto que o pesquisador atuou diretamente na empresa, participando por meses diretamente no fluxo do processo.

3.5 Tabulação dos Dados

Segundo Gil (2002), o processo de análise dos dados envolve diversos procedimentos, como a codificação das respostas, tabulação dos dados e cálculos estatísticos. Intrínseco a este processo pode também ocorrer a interpretação dos dados, que consiste em estabelecer a ligação entre os resultados obtidos com outros já conhecidos.

Para a otimização do trabalho, esta etapa deve ser feita de forma minuciosa, evitando trabalho desnecessário, trazendo apenas os dados relevantes à pesquisa, e organizar os dados de modo que possam ser extraídos os resultados com confiança.

No presente trabalho, os dados foram tabulados por meio de auxílio dos *softwares Microsoft Word e Microsoft Excel*. Além destes, para a criação do *layout* foi utilizado o *software Autodesk Autocad*.

3.6 Considerações Finais do Capítulo

O Capítulo 3 teve o objetivo de externar a metodologia de pesquisa aplicada, assim como o roteiro que norteará a concepção dos resultados que serão apresentados no Capítulo 4.

4 RESULTADOS

4.1 Características da entidade e da oficina

A entidade em estudo foi fundada nos anos noventa e visa promover o desenvolvimento sócio educacional da comunidade de Ouro Preto e região, por meio de projetos de esporte, educação, lazer e cultura para crianças e adolescentes.

Com o objetivo de angariar fundos para estes projetos, e em busca de auto sustentação, a entidade tem em sua carta de serviços a prestação de serviços na área de mecânica industrial, possuindo assim duas oficinas, uma onde são prestados serviços em geral, e outra onde são prestados serviços de manutenção específicos para uma empresa de produção de alumina.

A segunda oficina citada, que é alvo deste estudo, fica localizada dentro desta fábrica de alumina, e em gestões passadas, pertencia à própria fábrica, porém, por questões estratégicas, ela se desmembrou, pertencendo hoje à entidade em estudo, e prestando serviços como terceirizada.

O contrato entre a entidade e a fábrica é por homem hora trabalhado, e não por serviços individuais. Então, anualmente este contrato é firmado, e a entidade recebe da fábrica o equivalente ao número de pessoas que trabalham na oficina.

Com esta mudança de gestão da oficina, foram perdidos todos os registros de manutenção dos equipamentos, que antes tinha caráter preventivo, e hoje a manutenção é basicamente corretiva, e o conhecimento acerca deles está apenas nos funcionários que trabalham na mesma a muitos anos, sem uma gestão de conhecimento.

Os serviços prestados nesta oficina são principalmente de manutenção corretiva e preventiva de bombas, redutores e válvulas da fábrica, portanto, a proposta desde trabalho é propor melhorias para o sistema de gestão da manutenção desta oficina a partir da abordagem do PCM, melhorando a disponibilidade dos equipamentos da oficina, nos setores de caldeiraria, usinagem e montagem.

4.1.1 Organograma

Para o presente estudo, o organograma dos projetos sociais da empresa não está em questão, então será tratado o organograma da parte produtiva. Estas duas partes são lideradas por um diretor geral.

Como apoio em escritório, estão um líder comercial, que trata dos contratos de recebíveis e da compra de suprimentos, contando ainda com um assistente; e um gestor de recursos humanos.

Dentro da oficina, a equipe é composta por um supervisor técnico, três torneiros mecânicos, quatro mecânicos, e dois soldadores. Além destes, ainda compõem a equipe um estagiário de engenharia mecânica e um técnico de segurança do trabalho. O organograma é representado na Figura 2.

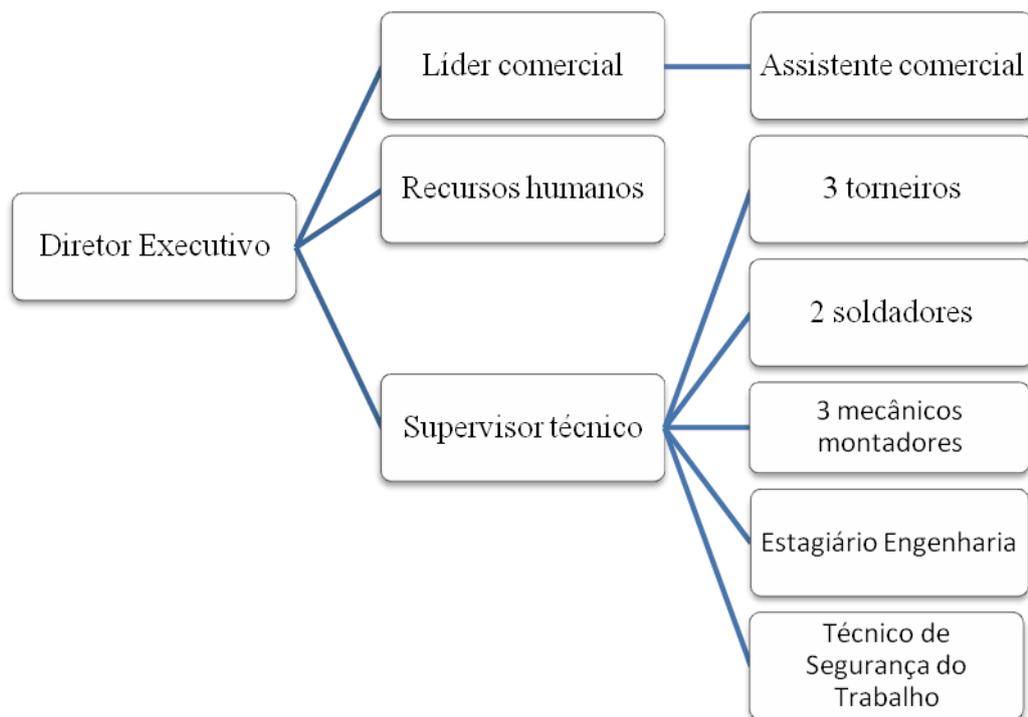


Figura 2 – Organograma da entidade
Fonte: Pesquisa Direta (2019)

4.1.2 Análise atual e Equipamentos

Na oficina estudada, existe uma seção de montagem e limpeza, que conta com três mecânicos; uma seção de usinagem, onde são fabricados os componentes necessários para a manutenção, como por exemplo eixos e anéis de vedação, que conta com três torneiros; e uma seção de caldeiraria, onde são fabricados e recuperados diversos componentes, contando com dois soldadores. Além do mais, a oficina é liderada por um supervisor técnico, e conta com um estagiário de engenharia mecânica e um técnico de segurança do trabalho.

Atualmente o setor de manutenção é inexistente, e nenhum conceito de PCM é aplicado, sendo a manutenção totalmente arbitrária, sendo exclusivamente corretiva.

Em gestões passadas, quando a oficina era gerida pela própria fábrica, e não por meio de prestações de serviços terceirizados pela entidade, existia uma demanda muito maior na oficina, pois a produção da fábrica era consideravelmente maior. Naquele momento, a oficina contava com cerca de três vezes mais colaboradores, e os equipamentos eram usados em sua totalidade em grande parte do tempo. Também existia um setor de manutenção, onde os planos de manutenção eram seguidos, existia um acervo técnico completo e histórico de anos de manutenção.

Entretanto, com a mudança de gestão da oficina, passando esta para a entidade, foi reduzido o número de funcionários, e se perdeu a gestão do conhecimento. Além do mais, todo o histórico, acervo técnico e planos de manutenção foram perdidos.

A oficina conta com diversos equipamentos, como tornos, fresas, prensas, máquinas de solda, ponte rolante, etc, que são esquematizados na Figura 3, que apresenta o *layout* da oficina e a Tabela 2, que representa a sua legenda.

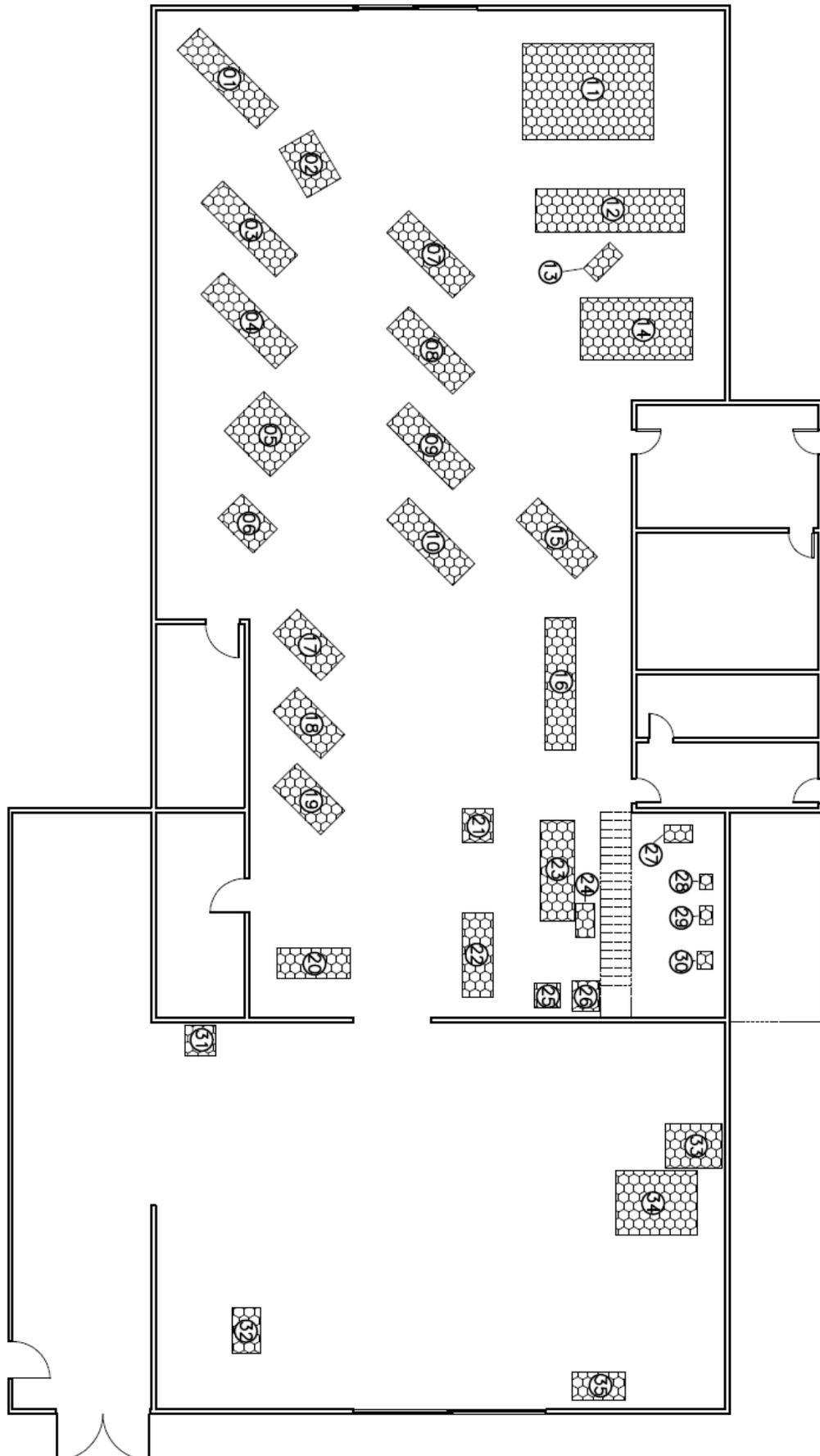


Figura 3 – *Layout* da oficina
 Fonte: Pesquisa Direta (2019)

Tabela 2 – Legenda do *layout* da oficina

Legenda - Layout da Oficina	
Número	Equipamento
1	Torno horizontal
2	Serra alternativa grande
3	Torno romi I-30A 2,5m
4	Torno romi I-30A 2,5m
5	Fresa
6	Fresa TOS Kurim FA4AV
7	Torno Promeca IM-500 2,0m
8	Torno Promeca IM-500 2,0m
9	Torno Promeca IM-500 2,0m
10	Torno Promeca IM-500 2,0m
11	Plaina de mesa
12	Torno Promeca 3,5m
13	Serra alternativa pequena
14	Torno de face Tonanni
15	Torno
16	Torno ROMI I-30B 2,5m
17	Plaina Rocco 900 com morsa
18	Plaina Rocco 700 com morsa
19	Plaina Zocca sem morsa
20	Furadeira radial 01, VR4A KOVOSVIT número 1536
21	Serra de fita Univers
22	Furadeira radial 02, UCIMU r1880mp
23	Retífica TOS HOSTIVAR
24	Rosqueadeira RIDGID 535
25	Máquina de afiar serra Aug. Heins. Schmidt
26	Máquina de afiar ferramenta elite B5968 ARS-E
27	Esmeril industrial
28	Esmeril industrial
29	Esmeril industrial
30	Esmeril industrial
31	Regulador válvula
32	Prensa hidráulica
33	Cabine acústica
34	Estufa de secagem de motores
35	Prensa hidráulica

Fonte: Pesquisa Direta (2019)

Além dos equipamentos fixos mencionados, existem equipamentos móveis, como máquinas de solda, esmerilhadeiras e ponte rolante, que não estão representados no *layout* da Figura 3.

Dentre os equipamentos mais utilizados na oficina, estão o Torno Romi I-30B, cujo número na Tabela 2 corresponde a 16 e está representado na Figura 4. Este torno é o único da oficina de mesmo modelo, não possuindo outro de especificações idênticas, então, certos componentes só podem ser fabricados por essa máquina, portanto, exige maior cuidado.



Figura 4 – Torno Romi I-30B
Fonte: Pesquisa Direta (2019)

Também é muito utilizado o Torno Romi I-30A, de número 4 na legenda da Tabela 2, e está representado na Figura 5. A oficina possui dois exemplares idênticos deste equipamento, portanto, é possível uma maior flexibilidade na programação da manutenção do mesmo, bem como maior possibilidade de possuir peças em estoque. Entretanto, é necessário que ao menos um esteja sempre disponível, pois é usado constantemente.



Figura 5 – Torno Romi I-30A
Fonte: Pesquisa Direta (2019)

Outro equipamento muito utilizado é a Plaina Rocco 700, de número de legenda da Tabela 2 correspondente a 18, e representado na Figura 6. Apesar de existirem três plainas na oficina, nenhuma é semelhante a outra, portanto, é dificultada a manutenção, visto que as peças sobressalentes exigidas são diferentes, bem como seus manuais e planos de manutenção. Entretanto, suas utilizações são semelhantes, devendo garantir ao menos uma unidade sempre disponível.



Figura 6 – Plaina Rocco 700
Fonte: Pesquisa Direta (2019)

Outro equipamento também muito utilizado é a Furadeira Radial UCIMU, com numeração na legenda da Tabela 2 correspondente a 22, e representado na Figura 7. Existe na oficina outra furadeira parecida, porém de especificações distintas. Ela é usada diariamente e tem grande importância na produção, portanto, requer cuidado especial quanto à sua manutenção.



Figura 7 – Furadeira Radial UCIMU
Fonte: Pesquisa Direta (2019)

Portanto, estes quatro equipamentos são considerados críticos na oficina, pois suas paradas causam grande impacto na produção, e devem ser priorizados na programação da manutenção.

4.2 Proposta de Implantação do PCM

Como dito anteriormente, o PCM na oficina, que outrora era ativo e em pleno funcionamento, foi totalmente perdido e descontinuado, causando ao longo dos anos uma baixa de disponibilidade física dos equipamentos. Faz-se então necessário a implementação do PCM partindo do zero, com práticas adequadas para a atual situação da oficina.

A implantação do PCM deve seguir uma linha lógica e metodológica, se baseando em três principais etapas: identificação da demanda, tratamento da demanda, e execução da demanda.

A identificação da demanda, consiste em identificar a necessidade de intervenção no equipamento, onde essa necessidade pode ser identificada a partir de quatro caminhos: inspeções, planos de manutenção sistemática, grandes corretivas e solicitação de serviço.

Já no tratamento da demanda, está compreendido o planejamento, provisionamento, programação e controle da demanda que foi verificada no primeiro passo.

Por fim, é realizada a execução da demanda, que é a execução em campo propriamente dita, onde se aplica o domínio da técnica.

Como suporte a estas etapas, existem diversas variáveis que devem ser trabalhadas, para que se garanta a realização da manutenção de forma organizada. A seguir serão tratadas essas funções de apoio.

4.2.1 Cadastros

Antes de mais nada, é preciso ter conhecimento sobre todos os equipamentos da oficina, para que nenhum equipamento fique de fora da manutenção, e se tenha controle de todos os ativos.

É de grande importância que se reúna o máximo possível de dados técnicos vinculado a cada equipamento. Este acervo deve ser de rápida e fácil consulta e devem conter dimensões, especificações de componentes e demais informações, facilitando o processo de compra de peças de reposição e projetos de melhoria.

A base para a documentação dessas características são as Folhas de Especificação (FE), e nela constam informações como o código do equipamento, descrição, aplicação, fabricante, modelo, dados técnicos, materiais de construção, dimensões e itens de estoque.

No presente caso, o ajuntamento dessas especificações não é fácil, visto que as máquinas em sua maioria são antigas, e se perderam todos os manuais e registros das mesmas durante trocas de gestão da oficina.

As FE estarão de forma digital no computador, e impressas no arquivo da oficina, facilitando o acesso das mesmas sempre que necessário. Anexado às FE, estarão todos os desenhos técnicos pertinentes ao mesmo, tanto impressas no arquivo, facilitando a construção de componentes, quanto no computador, contendo o arquivo editável, para que possa ser alterado em caso de mudança de projeto ou demais necessidade.

O modelo de Folha de Especificação (FE) é apresentado na Figura 8.

Folha de Especificação (FE)		
Código do equipamento:		
Descrição:		
Aplicação:		
Fabricante:		
Modelo:		
Data de aquisição:		
Custo de aquisição:		
Dados técnicos:		
Materiais de construção:		
Dimensões:		
Itens:	Referência Fabricante:	Código Estoque:

Figura 8 – Folha de Especificação (FE)
Fonte: Adaptado de Viana (2002)

4.2.2 Tagueamento de equipamentos

Para a identificação e individualização dos equipamentos, é necessário que todos os ativos da oficina sejam codificados, permitindo sua rastreabilidade, seu registro de histórico de maneira padronizada, e fidelidade às suas normas técnicas.

Este código deve ser afixado nos equipamentos por placas de forma clara, garantindo que não se solte ou deixe dúvidas na sua leitura, e deve seguir um padrão. No presente caso, seguiremos o padrão de 3 letras, seguido de um traço, e quatro algarismos, da seguinte forma: XXX-9999.

As letras iniciais devem ser intuitivas no que diz respeito à correspondência ao equipamento, e os números finais devem ser sequenciais.

Portanto, no caso da oficina em estudo, a codificação proposta será da seguinte forma, conforme apresentado na Tabela 3. Os números da coluna “Posição” são referentes à posição no *layout* da oficina, conforme apresentado na Figura 3.

Tabela 3 – Codificação de equipamentos

Equipamento	Código	Posição
Torno ROMI I-30B 2,5m	TOR-0001	16
Torno	TOR-0002	15
Torno Promeca IM-500 2,0m	TOR-0003	10
Torno Promeca IM-500 2,0m	TOR-0004	9
Torno Promeca IM-500 2,0m	TOR-0005	8
Torno Promeca IM-500 2,0m	TOR-0006	7
Torno de face Tonanni	TOR-0007	14
Torno Promeca 3,5m	TOR-0008	12
Torno romi I-30A 2,5m	TOR-0009	4
Torno romi I-30A 2,5m	TOR-0010	3
Torno horizontal	TOR-0011	1
Plaina Rocco 900 com morsa	PLA-0001	17
Plaina Rocco 700 com morsa	PLA-0002	18
Plaina Zocca sem morsa	PLA-0003	19
Plaina de mesa	PLA-0004	11
Fresa	FRE-0001	5
Fresa TOS Kurim FA4AV	FRE-0002	6
Serra alternativa pequena	SER-0001	13
Serra alternativa grande	SER-0002	2
Serra de fita Univers	SER-0003	21
Furadeira radial VR4A KOVOSVIT	FUR-0001	20
Furadeira radial UCIMU	FUR-0002	22
Máquina de afiar serra	MAF-0001	25
Máquina de afiar ferramenta	MAF-0002	26
Retífica TOS HOSTIVAR	RET-0001	23
Rosqueadeira RIDGID 535	ROS-0001	24
Esmeril industrial	ESM-0001	27
Esmeril industrial	ESM-0002	28
Esmeril industrial	ESM-0003	29

Fonte: Pesquisa Direta (2019)

4.2.3 Papéis e responsabilidades

Desde a identificação até a execução da manutenção, diversos papéis são cumpridos pelos colaboradores.

No caso em estudo, será cargo do “Gestor de Manutenção” acumular diversas funções. Esse acúmulo se deve ao porte da empresa, que devido ao número de ativos, não exige um setor completo para compreender a administração da manutenção.

O Gestor de Manutenção terá o papel de planejador, aprovisionador, programador e controlador. Esta função será ocupada inicialmente de forma não exclusiva, sendo ocupada

por um dos integrantes da equipe demonstrados na Figura 2, não usando a integralidade do tempo deste colaborador. Posteriormente, será revisto o quanto estas atividades ocupam o tempo deste colaborador, podendo, se houver necessidade, ser transferida esta função para um novo integrante contratado.

A função de inspeção ficará a cargo do supervisor técnico da oficina, que seguirá a frequência de inspeção semanal em todos os equipamentos.

Já a execução da manutenção dependerá do grau técnico de cada ordem, podendo ela ser interna ou externa. A manutenção interna se dará quando a exigência técnica for pouco complexa, sendo realizada pelos próprios mecânicos da oficina. Em caso de maior complexidade, será contratada execução externa, por meio de prestação de serviços.

4.2.4 Orçamento e contratos

A manutenção exige alguns insumos, sejam eles físicos ou de pessoal. O pessoal, como citado anteriormente, pode ser interno ou externo. Em caso de execução interna, deverá ser planejado o tempo e número de mecânicos que serão designados a tal tarefa, e em caso de execução externa, deverá ser orçado a empresa ou prestador de serviço para cada tarefa.

Para facilitar esse processo, é preciso ter o contato e competência das empresas da região, conforme mostrado da tabela 4.

Tabela 4 - Prestadores de serviços

Tabela de Prestadores de Serviços					
Nº	Atividade	Pessoa / Empresa	Contato	Endereço	Observações
1					
2					
3					
4					
5					
6					

Fonte: Pesquisa Direta (2019)

Assim que identificado o executante adequado para tal tarefa, será repassado para o departamento financeiro da entidade, que ficará encarregado da negociação de valores e pagamento.

4.2.5 Carteira de serviços

O próximo passo para a implantação de um PCM é a definição clara do fluxo dos serviços de manutenção, estabelecendo regras organizacionais, concentrando os serviços necessários de manutenção. Terão quatro possibilidades para gerar as ordens de serviço de manutenção, sendo elas:

- Solicitação de Serviços (SS) aberta pela operação;
- Ordem de Manutenção (OM) gerada a partir dos planos de manutenção;
- Ordem de Manutenção (OM) aberta pelo executante (emergência);
- Ordem de Manutenção (OM) via inspeção no campo.

A Solicitação de Serviços (SS) será aberta pelo operador em caso de falha detectada em inspeção visual ou em sua jornada de trabalho, e deve ser repassada para o supervisor técnico da oficina, com o máximo de detalhes possível. Este procedimento é necessário, em detrimento da abertura direta da Ordem de Manutenção, para que seja devidamente catalogada e não ocorra duplicidade, além de o PCM poder programar esta manutenção de forma que tenha o total controle.

Esta solicitação deverá conter a *tag* do equipamento, o nome do operador requisitante do serviço, a data de detecção da falha, e a descrição do serviço ou efeito constatado. Depois de recebida pelo PCM, é preenchido a data deste recebimento, o nome do planejador de PCM responsável, o status (em detalhamento, eliminada, aberta ou encerrada), e o número da Ordem de Manutenção correspondente. O modelo desta Solicitação de Serviço (SS) está representado na Figura 9.

Solicitação de Serviços (SS) de Manutenção			
TAG:	Requisitante:	Data: / /	
Descrição do Serviço e/ou Efeito Constatado:			
Recebido: / /	Planejador:	Status:	Nº OM
Status: D - Em detalhamento E - Eliminada A - Aberta C - Encerrada			

Figura 9 – Solicitação de Serviços
 Fonte: Adaptado de Viana (2002)

A segunda forma de abertura de Ordem de Manutenção é através dos planos de manutenção preventiva, onde esta será aberta automaticamente seguindo os prazos da execução da última manutenção, respeitando sua periodicidade, seja ela por faixa de tempo (semanal, mensal, anual), ou por utilização (horas trabalhadas, distância percorrida), sendo isto uma característica própria de cada equipamento, estando contido em seus respectivos

Planos de Manutenção. Cabe ainda ao programador liberar esta ordem quando decorrido o tempo estimado para a mesma.

A terceira forma de abertura de Ordem de Manutenção (OM) será pelo executante em caso de emergência. Ela ocorre quando há risco de acidente ou a parada causa um grande impacto na produção. Neste caso, ela é executada antes de passar pelo PCM, não necessitando ser programada previamente. O próprio executante irá preencher a OM e repassá-la posteriormente ao PCM, para que a mesma possa ser registrada.

A quarta forma de abertura de Ordem de Manutenção (OM), é via inspeção de campo, que são provenientes das rotas de inspeção. Esta rota será feita semanalmente pelo mantenedor responsável, e será analisado uma série de equipamentos, e em caso de detecção de anomalia, será gerado uma OM e repassado ao PCM para que possa programar a intervenção.

Como foi visto, há quatro formas de se gerar uma Ordem de Manutenção (OM), podendo ser manual, automática e via solicitação de serviços. Esta OM terá um ciclo de vida, passado por diversas fases, algumas obrigatórias e outras não. Estas fases são definidas como estado da OM, e podem ser de 5 formas, sendo elas:

- Não iniciada: é o primeiro estado, onde a OM ainda não foi programada, portanto, ela não tem registros, HH ou material;
- Programada: é definida a data de execução e pode receber apontamentos;
- Iniciada: já foi programada, mas aguarda alguma pendência para ser executada;
- Suspensa: requer ação externa para ser executada, então, pode ser suspensa;
- Encerrada: quando o trabalho é encerrado com sucesso, sem pendências ou apontamentos.

A Ordem de Manutenção (OM) é composta por cabeçalho, descrição das tarefas e histórico, e tem informações cadastrais como: nº da OM, TAG, equipamento, centro de custo, tipo de manutenção, equipe responsável e data de manutenção.

Na descrição das tarefas, poderá conter as atividades previstas no Plano de Manutenção, e deverá apresentar a especialidade das pessoas envolvidas na execução, as horas de trabalho previstas, e as exigências provenientes da segurança do trabalho (EPI's e EPC's).

No campo de histórico, deverá ser preenchido pelo mantenedor os termos de Causa, Sintoma e Intervenção aplicados, além de descrição sucinta do trabalho realizado, descrição de quem trabalhou na atividade e por quantas horas, bem como os materiais utilizados.

Esta etapa é importante para a análise de falhas e o trabalho da engenharia, pois o técnico responsável indicará as causas, ajudando para que a falha não ocorra novamente, e será possível a criação de indicadores, permitindo o gerenciamento estratégico da manutenção.

É de grande importância ser relatado tanto o planejado quando o executado nesta ordem, pois ela permite medir a eficiência do mesmo, e auxilia na tomada de decisões.

O modelo de Ordem de Manutenção (OM) deve ser impresso em folha frente e verso, sendo a frente preenchida pelo planejador da manutenção, e representado na Figura 10, e o verso preenchido pelo executante da manutenção, e representado na Figura 11.

Ordem de Manutenção (OM)	Nº da OM:	1/2
Data:		
TAG:		
Equipamento:		
Tipo de manutenção:		
Centro de Custo:		
Equipe responsável:		
EPI's Utilizados:		
Especialidades:		Homem Hora (HH)
Descrição da tarefa:		

Figura 10 – Ordem de Manutenção a ser preenchida pelo planejador (frente)
Fonte: Adaptado de Viana (2002)

Com a OM devidamente preenchida e validada pelo solicitante da manutenção, a mesma deve retornar ao setor de PCM, onde as informações serão tratadas e os indicadores serão gerados.

4.2.6 Matriz de prioridade

Durante a execução da manutenção, seria ideal se todas as ordens fossem imediatamente executadas, porém, isto não é possível, já que os recursos, tanto financeiros quanto de pessoal são limitados. Além do mais, é preciso tomar de conhecimento o ritmo da produção, para que não haja pausas na disponibilidade do equipamento devido à manutenção em momentos inoportunos.

Com as ordens devidamente preenchidas e registradas, fica a cargo do supervisor da oficina preencher a matriz de prioridade. Esta responsabilidade compete ao supervisor, visto que é preciso uma visão sistêmica e holística tanto dos equipamentos, quanto à produção, entendendo a necessidade real de cada equipamento, sendo que esta necessidade pode variar de acordo com o tempo.

A escala de criticidade terá três níveis, sendo eles:

- Crítico;
- Importante;
- Normal.

Na classificação crítica, a falha no equipamento causa impactos significativos à segurança e continuidade operacional, portanto, devem ser reparadas imediatamente.

No nível de classificação dado como importante, as falhas no equipamento causam impactos moderados, e a execução da manutenção deve ser assim que possível.

Já na classificação tida como normal, as falhas causam pouco ou nenhum impacto tanto à segurança, quanto à continuidade operacional, portanto, devem aguardar a programação da manutenção.

Os critérios a serem analisados serão:

- Segurança;
- Qualidade;
- Custo;

- Produção;
- Frequência.

Na literatura existem diversas formas de montar uma matriz de prioridade, com o uso de algoritmos e diversos critérios, no entanto, no presente estudo, uma complexidade exagerada se tornaria inviável, e visto que o número de equipamentos e a quantidade de falhas não é grande, fica a cargo do supervisor, com seu *know how*, classificar a ordem de manutenção em um dos três níveis citados.

4.2.7 Histórico de manutenção

A fim de se entender as falhas e tratar sua causa raiz, é necessário armazenar todo o histórico de manutenção de cada equipamento.

O histórico é armazenado em uma planilha do *Excel*, onde cada aba representa um equipamento.

Em cada entrada, será descrito a data, os sintomas que foram detectados, a possível causa da falha, e a intervenção realizada.

Com isso, assim que o banco de dados receber variados casos, será possível traçar o Diagrama de Pareto, identificando os problemas mais recorrentes, permitindo um maior cuidado nos mesmos.

“Não se gerencia o que não se mede, não se mede o que não se define, não se define o que não se entende, e não há sucesso no que não se gerencia”. Essa frase foi dita por William Edwards Deming, célebre nome na engenharia, que ajudou a reerguer a indústria do Japão pós-guerra mundial. Portanto com o gerenciamento e arquivamento de todos os dados e ações, torna-se viável a melhoria no processo e aperfeiçoamento de recursos.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 Conclusão

O trabalho proposto teve como objetivo uma proposta de mudança de paradigma no entendimento da manutenção de uma empresa. Primeiramente, a partir da revisão bibliográfica, foi possível um entendimento de como a manutenção é tratada nas empresas de referência, para que a metodologia aplicada seja embasada em uma metodologia já testada e aprovada.

A aceitação desta proposta por parte da entidade parte do convencimento junto à direção de que ela será satisfatória, tanto em aspectos financeiros, quanto de segurança e integridade do meio ambiente, portanto, um trabalho aprofundado se mostrou de grande importância.

A partir da abordagem do PCM foi possível traçar uma metodologia para a aplicação de uma nova forma de gestão, de modo que se aprovada, permitirá ganhos de disponibilidade e melhor alocação dos recursos. Quando aprovada, será possível o levantamento dos dados específicos de todos os equipamentos, gerando os planos de manutenção, definindo periodicidades e demais parâmetros. Além do mais, com o controle do histórico, será possível entender as falhas recorrentes, e tratá-las em suas raízes, gerando assim, um círculo virtuoso de melhoria contínua.

Foi demonstrado as características da entidade e da oficina estudada, como seu organograma e análise dos principais equipamentos, permitindo que novos funcionários se abituem com maior agilidade à situação apresentada. Também, foi criado um roteiro de implantação do PCM, começando pelo cadastro de todos ativos que estarão sujeitos a manutenção, bem como suas codificações por meio de *tags*. Então, foi definido os papéis e responsabilidades dos participantes, tanto os colaboradores internos quanto os executantes contratados. Posteriormente, foi definido a carteira de serviços de manutenção, e a matriz que priorizará cada uma das ordens desta carteira, que por fim, gera um histórico que permite a criação de indicadores e melhorias de processos pela engenharia.

5.2 Recomendações para trabalhos futuros

Este trabalho foi focado no início da implantação do PCM como abordagem para a manutenção da empresa, portanto, ele não é um trabalho que permite a execução imediata.

Para isto, algumas etapas ainda devem ser concluídas, e são recomendações para trabalhos futuros, como:

- Elaboração dos planos de manutenção de cada equipamento, adentrando a parte técnica e específica para gerar a periodicidade e demais parâmetros;
- Estudo de implantação de *software* de gestão de manutenção;
- Aplicação de índices de manutenção;
- Aplicação de técnicas de engenharia para a melhoria contínua das falhas, como FMEA, Pareto e Diagrama de Causa e Efeito.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALMEIDA, P.S. **Gestão da Manutenção**: Aplicada às áreas industrial, predial e elétrica. São Paulo: Érica, 2017.

ALMEIDA, P.S. **Manutenção mecânica industrial**: conceitos básicos e tecnologia aplicada. São Paulo: Érica, 2014.

ANDRADE, Maria Margarida de. **Como preparar trabalhos para cursos de pós graduação**: noções práticas. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

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

BRANCO FILHO, G. **A Organização o Planejamento e o Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna LTDA., 2008.

BRAVO, Pedro Miguel Lopes. **Estudo de Melhoria do Planejamento e Controlo da Manutenção numa Empresa Metalomecânica**. 2013. 129 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa, Portugal, 2013.

CRESWELL, J. W. **Qualitative Inquiry and research design: Choosing among five traditions**. London, 1998.

FABRO, Elton. **Modelo para planejamento de manutenção baseado em indicadores de criticidade de processos**. Florianópolis, 2003.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4ª Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOLDENBERG, Mirian. **A arte de pesquisar**: Como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais. Rio de Janeiro: Record, 1997.

KARDEC, A; NASCIF, J. **Manutenção: Função Estratégica**. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

KOMONEN K. **A cost model of industrial maintenance for profitability analysis and benchmarking**. Int. J. Production Economics, 79. 2002.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia do trabalho científico**: procedimentos básicos, pesquisa bibliografia, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2006.

MCKINSEY & Company, Inc. **Negócios sociais sustentáveis: estratégias inovadoras para o desenvolvimento social**. São Paulo: Editora Peirópolis, 2006.

SOUZA, J. B. **Alinhamento das estratégias do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) com as finalidades e função do Planejamento e Controle da Produção (PCP)**: Uma abordagem Analítica. 2008. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa.

SOUZA, Valdir Cardoso de. **Organização e gerência da manutenção**: planejamento, programação e controle da manutenção. 2.ed. São Paulo: All Print Editora, 2007.

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

TRIVIÑOS, Augusto N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

VERMA D. **System engineering and architecting**: a global perspective. Presentation at the North Star Chapter of INCOSE. 2002.

VIANA, H. R. G. **PCM: planejamento e controle da manutenção**. Rio de Janeiro:Qualitymark, 2002.

XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Belo Horizonte: Editora Desenvolvimento Gerencial, 2004.

XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**, Belo Horizonte: Editora Desenvolvimento Gerencial, 1998.

Certifico que o aluno **Vinicius Moraes Souza Soares**, autor do trabalho de conclusão de curso intitulado **“Proposta de implantação de PCM para uma oficina mecânica de uma entidade filantrópica”**, efetuou as correções sugeridas pela banca examinadora e que estou de acordo com a versão final do trabalho.

Washington Luís Vieira da Silva

DSc. Washington Luís Vieira da Silva

Orientador

Ouro Preto, 12 de dezembro de 2019