

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS,
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SERVIÇO SOCIAL

NAIANA ALVES DE SOUZA

PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DO PLANEJAMENTO E CONTROLE
DA MANUTENÇÃO EM UMA EMPRESA DE BRITAGEM

ITUIUTABA
2023

NAIANA ALVES DE SOUZA

PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DO PLANEJAMENTO E CONTROLE
DA MANUTENÇÃO EM UMA EMPRESA DE BRITAGEM

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Uberlândia – Campus Pontal, como requisito parcial para a obtenção do título Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Gabriela Lima Menegaz

ITUIUTABA
2023

NAIANA ALVES DE SOUZA

PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DO PLANEJAMENTO E CONTROLE
DA MANUTENÇÃO EM UMA EMPRESA DE BRITAGEM

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de Engenharia de Produção da
Universidade Federal de Uberlândia, Campus
Pontal, aprovado como requisito parcial para a
obtenção do título de Bacharel em Engenharia
de Produção, pela banca examinadora formada
por:

Banca Examinadora

Prof^ª. Dr^ª. Gabriela Lima Menegaz (orientadora), Universidade Federal de
Uberlândia

Prof^ª. Dr^ª. Mara Rúbia da Silva Miranda, Universidade Federal de Uberlândia

Prof^ª. Dr^ª. Vanessa Aparecida de Oliveira Rosa, Universidade Federal de
Uberlândia

A minha bisavó, que sempre me inspirou a acreditar no meu potencial.
Á todos os membros da minha família que me apoiaram.
Á todos os profissionais da educação que contribuíram com a minha formação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a todos os professores que tive ao longo da vida, e principalmente aos que compõe o corpo docente da Universidade Federal de Uberlândia – Campos PONTAL, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender. Em especial a minha professora e orientadora Gabriela, pela orientação, apoio e confiança. Agradeço a empresa na qual o estudo foi executado e aos integrantes da equipe. Agradeço as amigadas que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida. Agradeço a todos, minha família, parentes e amigos que com seu incentivo me fizeram chegar à conclusão do meu curso.

“Renda-se, como eu me rendi. Mergulhe no que você não conhece como eu mergulhei. Não se preocupe em entender, viver ultrapassa qualquer entendimento. ”

(Clarice Lispector)

RESUMO

O mercado atual passou a demandar mais das indústrias. Assim, diversas exigências passaram de optativas para imprescindíveis às empresas que possuem o interesse de manter-se atuantes e competitivas no mercado. Como forma de auxílio a área de produção, surge o setor da manutenção contribuindo com as metas que envolvem planejamento e controle da manutenção (PCM), visando a redução de paradas por falhas dos equipamentos e consequentes prejuízos da produção e no setor financeiro. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo propor a implementação de um setor de PCM em uma empresa de britagem que realiza extração de basalto no município de Ituiutaba/MG. O foco principal deste projeto foi identificar a forma como a empresa em estudo exerce a manutenção de seus equipamentos, em seguida, analisar e propor a implementação das funções relativas ao PCM para promover melhorias na sistemática de gerenciamento, planejamento e programação das atividades e custos de manutenção. Inicialmente, foi realizado um levantamento dos principais conceitos da literatura, por meio da revisão bibliográfica. Na sequência, executaram-se visitas técnicas à empresa, entrevistas aos funcionários e observações das rotinas de trabalho com o intuito de compreender e coletar informações sobre o processo produtivo, os maquinários envolvidos no processo e a situação atual da manutenção na organização. Como resultados, foi possível constatar os principais problemas enfrentados pela empresa com relação ao seu setor de manutenção e, com base nisso, sugerir um conjunto de incumbências específicas do setor de planejamento e controle da manutenção. Dessa forma, foram propostas as ações de identificação e tagueamento do maquinário, definição de documentos padrões para o fluxo de solicitações e ordens de serviço da manutenção, realização de cadastro dos equipamentos, definição de sua criticidade e implementação de um plano de manutenção preventivo. As ações propostas, quando implementadas, poderão contribuir para certificar o funcionamento em boas condições dos equipamentos, auxiliando na entrega de produtos de qualidade, na lucratividade da empresa e no bem-estar das equipes de trabalho.

Palavras-chave: Planejamento e controle da manutenção (PCM). Gestão da manutenção. Planos de manutenção preventivo. Empresa de britagem.

ABSTRACT

The current market began to demand more from industries. Thus, several requirements have gone from optional to essential for companies that have an interest in remaining active and competitive in the market. As a way of helping the production area, the maintenance sector appears, contributing with the goals that involve maintenance planning and control (MPC), aiming at reducing stoppages due to equipment failures and consequent losses in production and in the financial sector. In this context, the present work aims to propose the implementation of a MPC sector in a crushing company that performs basalt extraction in the city of Ituiutaba/MG. The main focus of this project was to identify the way in which the company performs the maintenance of its equipment, then analyze and propose the implementation of the functions related to the MPC to promote improvements in the systematic management, planning and programming of the activities and costs of maintenance. Initially, a survey of the main concepts in the literature was carried out, through a bibliographical review. In the next step, technical visits were made to the company, interviews with employees and observations of work routines to understand and collect information about the production process, the machinery involved in the process and the current situation of maintenance in the organization. As a result, it was possible to verify the main problems faced by the company in relation to its maintenance sector and based on this, to suggest a set of specific tasks for the maintenance planning and control sector. Thus, actions were proposed for identification and tagging of machinery, definition of standard documents for the flow of maintenance requests and service orders, registration of equipment, definition of its criticality and implementation of a preventive maintenance plan. The proposed actions, when implemented, will contribute to certify that the equipment works in good condition, helping to deliver quality products, the company's profitability, and the well-being of the work teams.

Keywords: Maintenance planning and control (MPC). Maintenance management. Preventive maintenance plans. Crushing company.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Etapas de Evolução da Manutenção.....	21
Figura 2	Organograma de organização de uma fábrica.....	25
Figura 3	Fontes dos serviços de manutenção.....	29
Figura 4	Modelo de uma Folha de Especificação.....	30
Figura 5	Fontes da carteira de serviços.....	35
Figura 6	Etapas para a execução do trabalho.....	44
Figura 7	Organograma da empresa.....	46
Figura 8	Layout da planta de produção.....	48
Figura 9	Proposta de mapeamento da empresa para o tagueamento.....	55
Figura 10	Proposta de padrão de codificação.....	56
Figura 11	Organograma proposto para o setor de manutenção.....	59
Figura 12	Proposta de fluxo de informações e serviços.....	61
Figura 13	Modelo de solicitação de serviço proposto.....	62
Figura 14	Modelo de ordem de serviço proposto.....	63
Figura 15	Modelo de folha de especificação proposta.....	65
Figura 16	Roteiro diário de inspeção visual.....	69
Figura 17	Planilha de observações e detalhamento.....	70
Figura 18	Roteiro de lubrificação.....	72
Figura 19	Plano de manutenção preventivo.....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Níveis organizacionais da manutenção.....	27
Tabela 2	Matriz de prioridade e criticidade de equipamentos.....	36
Tabela 3	Indicadores de Manutenção.....	39
Tabela 4	Indicadores que podem compor o PCM.....	42
Tabela 5	Maquinários.....	48
Tabela 6	Principais problemas relacionados a manutenção na empresa.....	50
Tabela 7	Etapas da implementação do PCM.....	52
Tabela 8	Levantamento dos equipamentos.....	53
Tabela 9	Tagueamento nível 2.....	56
Tabela 10	Identificação e codificação dos equipamentos.....	57
Tabela 11	Classificação da matriz de prioridade dos equipamentos.....	66

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CMF	Custo de manutenção por faturamento
CPMV	Custo de manutenção por valor de reposição
DF	Disponibilidade física da máquina
FE	Folha de especificação
HH	Homem Hora, equivale a hora de trabalho do mantenedor
HMC	Horas de manutenção corretiva
HMC	Horas de manutenção preventiva
IC	Índice de Corretiva
IP	Índice de preventiva
MTBF	<i>Mean time between failures</i> -Tempo médio entre falhas
MTTR	<i>Mean time to repair</i> - Tempo médio de reparo
OM	Ordem de manutenção
OS	Ordem de serviço
PCM	Planejamento e controle da manutenção
SS	Solicitação de serviço
TFA	Taxa de frequência de acidentes
TGA	Taxa de gravidade de acidentes
TM	Treinamento na manutenção
TMPF	Tempo médio para falha

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO.....	15
1.2. OBJETIVOS.....	17
1.2.1. Objetivo Geral.....	17
1.2.2. Objetivos Específicos.....	17
1.3. JUSTIFICATIVA	17
1.4. DELIMITAÇÃO DO TRABALHO.....	18
1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO.....	18
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	20
2.1. Conceitos e Evolução da Manutenção.....	20
2.2. Tipos de Manutenção.....	22
2.3. Planejamento e Controle da Manutenção (PCM).....	25
2.3.1. Organização da Manutenção.....	26
2.3.2. Cadastros para o PCM.....	30
2.3.3. Planos de Manutenção.....	31
2.3.3.1. Plano de Inspeções visuais.....	32
2.3.3.2. Roteiros de Lubrificação.....	32
2.3.3.3. Plano Corretivo (Monitoramento de características dos equipamentos)	33
2.3.3.4. Plano Preventivo.....	33
2.3.3.5. Plano Preditivo (Monitoramento de características dos equipamentos)	34
2.3.4. Programação da execução das manutenções.....	35
2.3.5. Indicadores da Manutenção.....	37
3. METODOLOGIA.....	43

3.1. Caracterização da pesquisa.....	43
3.2. Procedimentos metodológicos – Etapas.....	44
4. RESULTADOS.....	45
4.1. Caracterização da empresa.....	45
4.2. Descrição do processo produtivo.....	47
4.3. Realidade atual da manutenção.....	49
4.4. Propostas de implantação do PCM.....	51
4.5. Organização da Manutenção.....	53
4.5.1. Identificação dos equipamentos e Tagueamento.....	53
4.5.2. Fluxo dos serviços de manutenção.....	59
4.5.3. Elaboração de solicitações e ordens de serviço.....	61
4.6. Cadastros necessários.....	64
4.6.1. Características técnicas dos equipamentos.....	64
4.6.2. Definição da criticidade utilizando a matriz de prioridade.....	66
4.6.3. Registro e histórico de manutenção.....	67
4.7. Programação e Planos de manutenção.....	68
4.7.1. Planos de manutenção preventivo.....	68
4.7.2. Roteiro de lubrificação.....	71
4.7.3. Manutenção de Troca de itens de desgaste.....	72
4.8. Plano preventivo.....	73
4.8.1. Indicadores de desempenho da manutenção.....	73
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	77
6. REFERÊNCIAS.....	79

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Com a globalização e o advento de novas tecnologias, as empresas são compelidas a estar constantemente gerando mudanças e se adequando as exigências do mercado, introduzindo novas técnicas e metodologias de gestão nas suas atividades. O maior desafio das instituições é tornar seus processos competitivos, com alta produtividade e qualidade. Portanto, para conquistar os resultados desejados, é indispensável a adoção de métodos que possam garantir a continuidade dos processos (VIANA, 2002).

É neste cenário que emerge a manutenção, como uma questão estratégica fundamental, uma vez que, sua função principal é assegurar a disponibilidade das máquinas, gerenciar os recursos, elevar a confiabilidade, além de manter o nível de produção mais próximo da capacidade máxima. Esses aspectos tornam a manutenção dos equipamentos uma das funções mais importantes do processo produtivo para a garantia dos resultados da empresa (Kardec e Nascif, 2009).

Segundo Xenos (2014), 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. Para Viana (2002), a manutenção não pode se limitar a apenas corrigir problemas cotidianos, mas deve perseguir sempre a melhoria constante, tendo como norte o aproveitamento máximo dos instrumentos de produção, aliado ao zero defeito.

O Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) é uma das diversas metodologias que podem ser aplicadas na área da manutenção para auxiliar nas atividades de planejamento, programação e controle. Viana (2002) define o PCM como sendo os recursos que determinam as atribuições para guiar as equipes de manutenção e auxiliar nos processos decisórios, bem como, atuar na definição das políticas de manutenção, na definição dos fluxos de informações, nos modelos de solicitações e ordens de serviço, na criação de planos, nas escolhas de indicadores, entre outros.

Com as fábricas se tornando cada vez mais automatizadas e seus processos de produção mais complexos, os crescentes volumes de produção e a exigência por maior qualidade, uma interrupção da produção mesmo que pequena pode gerar prejuízos consideráveis. Estes obstáculos evidenciam a necessidade de um setor de manutenção estruturado e alinhado estrategicamente com o processo de produção. Assim, pelo fato de a manutenção contribuir

para o aumento de produtividade, o seu gerenciamento deve ser tratado com atenção e seriedade tornando imprescindível a implementação de um PCM para direcionar as ações (VIANA, 2002).

No entanto, muitas organizações ainda não se adaptaram a essas transformações e estão acostumadas a vivenciar o presente, optando por manutenções corretivas, aumentando a indisponibilidade dos equipamentos ocasionando altos custos. Viana (2002) define manutenção corretiva como sendo a intervenção necessária imediatamente para evitar graves consequências aos instrumentos de produção, à segurança do trabalho ou ao meio ambiente; se configura em uma intervenção aleatória, sem definições anteriores, sendo mais conhecida nas fábricas como “apagar incêndios”. Xenos (2014) explica que, na prática, as falhas nos equipamentos tenderão sempre a aumentar se não forem atacadas frontalmente pelo pessoal da manutenção.

No caso de uma organização industrial, o setor de manutenção é um dos mais importantes, pois a organização confia a este setor a função de controlar constantemente suas instalações, bem como todo o trabalho de reparos e revisões necessárias à garantia do bom estado de conservação de seus equipamentos, de suas instalações produtivas, serviços e instrumentação de seus estabelecimentos, mantendo-os sempre disponíveis ao processo produtivo (BRANCO FILHO, 2000).

É de fácil percepção a importância das empresas do ramo de britagem e mineração, uma vez que diversas são as aplicações dos minérios ou minerais em nosso cotidiano, e eles surgem em praticamente todos os momentos do nosso dia a dia, nos lembrando de sua importância para a história humana. Manter equipamentos em qualquer ambiente industrial exige cuidados especiais, principalmente a céu aberto e lidando com materiais pesados e abrasivos como na produção de agregados. Assim como acontece em diferentes segmentos, a realização de manutenção nas pedreiras também é fundamental, pois ajuda a evitar falhas técnicas e as paradas inesperadas que são extremamente prejudiciais à produção.

Diante desse cenário, atentando-se a conjuntura que cerca a importância da manutenção, manifesta-se a problemática presente nesta pesquisa, que busca despertar a importância do planejamento, programação e controle das manutenções em uma empresa de britagem, localizada em Ituiutaba/MG. Na sequência, demonstrar como a implantação do Planejamento e Controle da Manutenção pode impactar positivamente os resultados e oferecer competitividade a empresa de produção de brita no gerenciamento de suas máquinas.

1.2 Objetivos de pesquisa

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral do presente trabalho analisar e propor a implementação de ações de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM), para melhorar a sistemática de gerenciamento, planejamento e programação das atividades e custos de manutenção.

1.2.2 Objetivos específicos

- Descrever o funcionamento do processo produtivo e mapear os equipamentos da empresa estudada, além de caracterizar as rotinas e as funções do setor de manutenção que compreendem ao PCM;
- Definir ações para organização da manutenção, que consistem em identificar os equipamentos, propor os códigos de tagueamento, os fluxos dos serviços de manutenção e a elaboração de solicitações e ordens de serviço padronizadas.
- Definir os documentos padronizados para cadastro dos equipamentos, contendo as características técnicas, definição da criticidade utilizando a matriz de prioridade e o registro e histórico de manutenções;
- Propor a programação e os planos de manutenção preventivo dos principais equipamentos e apontar os indicadores de desempenho da manutenção que devem ser medidos.

1.3 Justificativa

Com o advento da economia globalizada e a competitividade mais acirrada, é necessário que todos estejam focados no objetivo da empresa e trabalhem para que ele seja realizado. De acordo com Xenos (2014), para atender às exigências dos seus clientes quanto à qualidade, custo, entrega e segurança, as empresas precisam utilizar equipamentos e instalações compatíveis com os produtos e serviços a serem produzidos. Estes mesmos equipamentos

somente irão produzir com as características de qualidade exigidas se puderem desempenhar suas funções operacionais básicas de forma constante.

O Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) é uma metodologia que tem auxiliado as indústrias a organizarem e melhorarem suas áreas de apoio para, conseqüentemente, possibilitar à manutenção facilidades e recursos com a finalidade de aproveitar ao máximo a maquinaria de produção (VIANA, 2002). Em concordância, Xenos (2014) afirma que a não ser que ações concretas estejam sendo tomadas de forma sistemática para evitar falhas, ficar somente consertando os equipamentos depois que as falhas ocorreram não pode ser entendido como manutenção.

Com isso, a proposta de implementação do PCM no presente trabalho se justifica, pois, busca atrelar as necessidades de uma produção eficiente, com o sincronismo dos serviços executados pelo departamento de manutenção. Além disso, um sistema de controle e planejamento bem executado visa a evolução do modelo de gestão da manutenção atualmente utilizado pela empresa.

1.4 Delimitação do trabalho

Este estudo se limita a proposta de implementação de um setor de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) que é utilizado para a gestão de manutenção. Com a implementação e utilização da gestão da manutenção as empresas conseguem atingir seus objetivos frente aos desafios do mercado. A pesquisa e proposta de implementação do PCM será para uma indústria do setor de britagem, envolvendo os recursos produtivos e o setor de manutenção.

1.5 Estrutura do trabalho

Para alcançar os objetivos anteriormente mencionados, o presente trabalho está estruturado em cinco capítulos. Desta forma, o primeiro deles traz uma breve introdução acerca do que será abordado, os objetivos gerais e específicos, a justificativa da escolha do tema como a sua relevância, a delimitação do trabalho e a estruturação do trabalho.

O capítulo dois desenvolve a fundamentação teórica, que auxilia o estudo através do levantamento bibliográfico a respeito do tema. Inicialmente, são levantados conceitos e apresentada as etapas de evolução da manutenção, seguido pelo detalhamento das formas de manutenção, do planejamento e controle da manutenção (PCM) e da importância de um sistema

de gestão da manutenção. O capítulo 3 detalha a metodologia com a caracterização da pesquisa e apresenta as etapas e procedimentos metodológicos adotados ao longo do trabalho.

No quarto capítulo será caracterizada a empresa estudada e a realidade empresarial do seu setor de manutenção. Na sequência se desenvolverão as etapas de proposta de implementação do PCM. Já no último capítulo serão apresentadas as considerações finais e sugestões para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Conceitos e Evolução da Manutenção

A palavra manutenção descende do latim *manus tenere* e seu significado é manter o que se tem. Esse conceito se faz presente, historicamente, desde os tempos em que se iniciaram o manuseio de equipamentos de produção (VIANA,2002). Formalmente, 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 (ABNT, 1994).

A manutenção nos últimos anos vem evoluindo no conhecimento da importância da função manutenção, que no passado era simplesmente reparar equipamentos e instalações, assumindo, assim, sua verdadeira posição estratégica dentro das organizações. A manutenção deixou de ser focada apenas na reparação de equipamentos e passou a se concentrar em manter a função do equipamento disponível para operação, aumentando seu MTBF (*Mean Time Between Failures* – Tempo médio entre falhas) e reduzindo o MTTR (*Mean Time To Repair* – Tempo médio para reparo), com isso reduzindo a probabilidade de paradas não planejadas (BARROS e LEHFELD, 1990).

Neste cenário não existe mais espaços para improvisos e arranjos: competência, criatividade, flexibilidade, velocidade, cultura de mudança e trabalho em equipe são as características básicas das empresas e das organizações que têm a competitividade como razão de ser de sua sobrevivência. Para as pessoas, estas características são essenciais para garantir a sua empregabilidade (KARDEC e NASCIF, 2009).

A manutenção industrial, surge efetivamente como função do organismo produtivo no século XVI com a aparição dos primeiros teares mecânicos, época que marca o abandono da produção artesanal (VIANA, 2002). Para Kardec e Nascif (2009), a partir de 1930, a evolução da manutenção pode ser dividida em quatro gerações, que estão esquematizadas na Fig. 1.

Figura 1: Etapas de evolução da manutenção.

EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO				
	Primeira Geração	Segunda Geração	Terceira Geração	Quarta Geração
Ano				
Aumento das expectativas em relação à Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Conserto após a falha 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidade crescente • Maior vida útil do equipamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Maior confiabilidade • Maior disponibilidade • Melhor relação custo-benefício • Preservação do meio ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Maior confiabilidade • Maior disponibilidade • Preservação do meio ambiente • Segurança • Influir nos resultados do negócio • Gerenciar os ativos
Visão quanto à falha do equipamento	<ul style="list-style-type: none"> • Todos os equipamentos se desgastam com a idade e, por isso, falham 	<ul style="list-style-type: none"> • Todos os equipamentos se comportam de acordo com a curva da banheira 	<ul style="list-style-type: none"> • Existência de 6 padrões de falhas (Nowlan & Heap e Moubray) Ver Capítulo 5 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir drasticamente falhas prematuras dos padrões A e F (Nowlan & Heap e Moubray) Ver Capítulo 5
Mudança nas técnicas de Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Habilidades voltadas para o reparo 	<ul style="list-style-type: none"> • Planejamento manual da manutenção • Computadores grandes e lentos • Manutenção Preventiva (por tempo) 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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: Kardec e Nascif (2009)

A primeira geração da manutenção abrange o período da Segunda Guerra Mundial, quando a indústria era pouco mecanizada, os equipamentos eram simples e, na sua grande maioria, superdimensionados. Consequentemente, não era necessária uma manutenção sistematizada, apenas serviços de limpeza, lubrificação e reparo após a quebra, ou seja, a manutenção era, fundamentalmente, corretiva não planejada.

Na segunda geração, há aparição efetiva do termo “manutenção”, indicando a função de manter em bom funcionamento todo e qualquer equipamento, ferramenta ou dispositivo, ocorre na década de 1950 nos EUA, e neste mesmo período na Europa tal termo ocupa aos poucos os espaços nos meios produtivos, em detrimento da palavra “conservação” (VIANA,2002). Em concordância, Kardec e Nascif (2009) afirmam que isto levou à ideia de que falhas dos equipamentos poderiam e deveriam ser evitadas, o que resultou no conceito de manutenção preventiva.

A terceira geração da manutenção deu-se a partir da década de 70 onde reforçaram-se o conceito e a utilização da manutenção preditiva. O avanço da informática permitiu a utilização de computadores pessoais velozes e o desenvolvimento de *softwares* potentes para o planejamento, controle e acompanhamento dos serviços de manutenção (KARDEC e NASCIF, 2009).

Algumas expectativas em relação à manutenção existentes na terceira geração continuam a existir na quarta geração. A disponibilidade é uma das medidas de desempenho mais importantes da manutenção, senão a mais importante. A confiabilidade dos equipamentos e a consolidação das atividades de engenharia da manutenção, dentro da estrutura organizacional da manutenção (KARDEC e NASCIF, 2009).

2.2 Tipos de Manutenção

Segundo Viana (2002), há vários tipos de manutenção possíveis, que nada mais são do que as formas como são encaminhadas as intervenções nos instrumentos de produção. Algumas práticas básicas definem os tipos principais de manutenção, que são: Manutenção Corretiva Não Planejada, Manutenção Corretiva Planejada, Manutenção Preventiva, Manutenção Detectiva e Engenharia de Manutenção. Os tipos de manutenção serão comentados a seguir.

A manutenção corretiva não planejada de acordo com Kardec e Nascif (2009), é a correção da falha de maneira aleatória. Ela caracteriza-se pela atuação da manutenção em fato já ocorrido, seja este uma falha ou um desempenho menor que o operado. Neste caso não há tempo para preparação do serviço. Infelizmente, ainda é mais praticado do que deveria em grande parte das empresas. Viana (2002) afirma que a mesma se configura em uma intervenção aleatória, sem definição anteriores, sendo mais conhecida nas fábricas como “apagar incêndios”.

Em muitos casos, como não pode se prever o momento de ocorrência das falhas, existe a possibilidade de haver interrupções da produção de forma inesperada. Se essa interrupção for excessivamente longa, poderá haver prejuízos significativos para a empresa (XENOS, 2014).

A manutenção corretiva planejada segundo Kardec e Nascif (2009), é a correção do desempenho menor do que o esperado ou correção da falha por decisão gerencial. Normalmente, a decisão gerencial se baseia na modificação dos parâmetros de condição observados pela manutenção preditiva.

De acordo com Xenos (2014), do ponto de vista do custo de manutenção, a manutenção corretiva é mais barata do que prevenir as falhas nos equipamentos. Em compensação, também pode causar grandes perdas por interrupção da produção. Em concordância para Kardec e Nascif (2009), um trabalho planejado é sempre mais barato, mais rápido e mais seguro do que um trabalho não planejado, além de apresentar uma melhor qualidade.

A característica principal da manutenção corretiva planejada é a função da qualidade da informação fornecida pelo acompanhamento do equipamento. Mesmo que a decisão gerencial seja de deixar o equipamento funcionar até a quebra, essa é uma decisão conhecida e algum planejamento pode ser feito quando a falha ocorrer. Por exemplo, a garantia da existência de sobressalentes, equipamento e ferramental.

A manutenção preventiva é a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo (KARDEC e NASCIF, 2009). Para Viana (2002), é possível classificar como manutenção preventiva todo tipo de serviço de manutenção realizado em máquinas que não estejam em falha, estando com isso em condições operacionais ou em estado de zero defeito.

Com a manutenção preventiva, a frequência da ocorrência de falhas diminui, a disponibilidade dos equipamentos aumenta e diminuem as interrupções inesperadas da produção. Assim, considerando o custo total, em várias situações a manutenção preventiva torna-se mais barata que a manutenção corretiva, pelo fato de ter domínio das paradas dos equipamentos (XENOS, 2014).

O objetivo das práticas preditivas é prevenir falhas, ao mesmo tempo em que permite que o equipamento opere continuamente pelo maior tempo possível (KARDEC e NASCIF, 2009). Segundo Xenos (2014), a manutenção preditiva possibilita otimizar a troca das peças ou reforma dos componentes e estender o intervalo de manutenção, pois permite prever quando a peça ou componente estarão próximos do seu limite de vida.

De acordo com Kardec e Nascif (2009), a manutenção preditiva é a atuação realizada com base na modificação de parâmetros de condições ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática. Por meio de técnicas preditivas é feito o monitoramento da condição e a ação de correção, quando necessária, é realizada com a aplicação da manutenção corretiva planejada.

De acordo com Kardec e Nascif (2009), a manutenção detectiva é a atuação efetuada em um sistema de proteção, comando e controle, buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção. A identificação de falhas ocultas é primordial para garantir a confiabilidade. Segundo Viana (2002), o objetivo de tal tipo de manutenção é determinar o tempo correto da necessidade da intervenção mantenedora, com isso evitando desmontagens para inspeção, e utilizando o componente até o máximo de sua vida útil.

A engenharia de manutenção corresponde a uma quebra de paradigma da manutenção. A primeira quebra de paradigma ocorreu quando houve a mudança da manutenção preventiva para preditiva. Considera-se que a segunda quebra de paradigma ocorreu quando se adotou a engenharia de manutenção. Ela atua como suporte técnico da manutenção que está dedicado a consolidar a rotina e implementar a melhoria. Dentre as principais atribuições da engenharia de manutenção estão (KARDEC e NASCIF, 2009):

- Aumentar a confiabilidade;
- Aumentar a disponibilidade;
- Melhorar a manutenibilidade;
- Aumentar a segurança;
- Eliminar problemas crônicos;
- Solucionar problemas tecnológicos;
- Melhorar a capacitação do pessoal;
- Gerir materiais e sobressalentes;
- Dar suporte à execução;
- Fazer análise de falhas e estudos;
- Elaborar planos de manutenção e de inspeção e fazer sua análise crítica;
- Acompanhar os indicadores;
- Zelar pela documentação técnica.

Para Viana (2002), as atribuições da engenharia de manutenção começam pela incansável busca de melhorias. Assim, a área deverá ser capaz de ver o invisível e buscar de maneira prática a implantação de projetos que atinjam os objetivos traçados a partir dessa visão.

Segundo Branco Filho (2008) com a implementação da engenharia de manutenção haverá também a melhoria na qualidade e aumento da produção bem como a manutenção dos níveis de atendimento sendo uma importante peça nas organizações modernas.

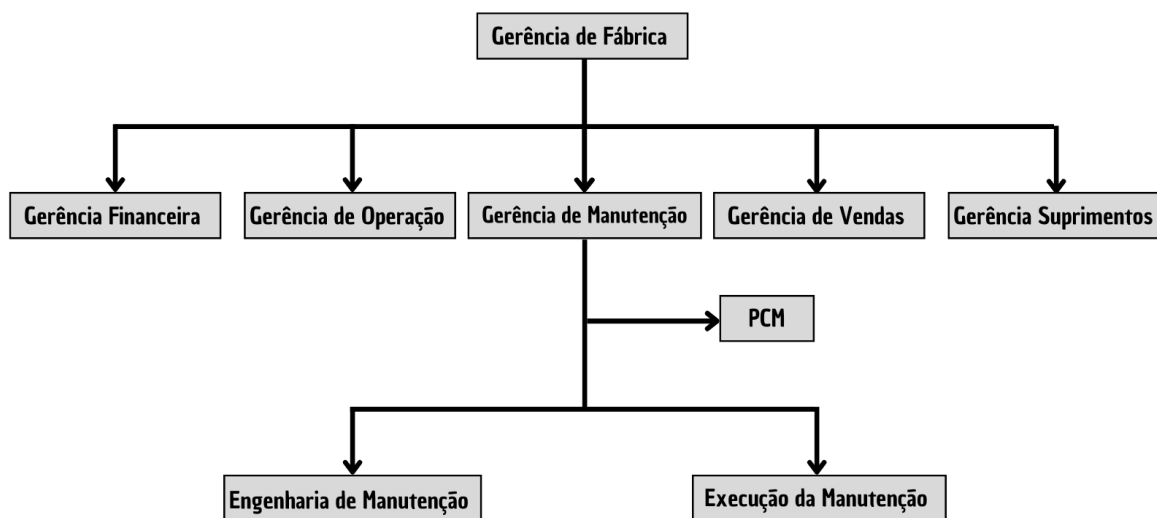
2.3 Planejamento e Controle da Manutenção (PCM)

Segundo Souza (2008), o planejamento e controle da manutenção (PCM) é um conjunto estratégico de ações que prepara, programa, controla e verifica o resultado das atividades de manutenção com função para adotar medidas de correção para que se obtenha resultados das metas e que alcance os objetivos da manutenção.

O principal objetivo do PCM é garantir a participação na confiabilidade e disponibilidade dos ativos, otimizando os recursos da manutenção. Cria-se um núcleo que irá envolver o conjunto de atividades da manutenção relacionados ao planejamento, programação e controle dos serviços (XAVIER, 2015).

O Planejamento e Controle da Manutenção, de acordo com Viana (2002) é um órgão *staff*, ou seja, de suporte à manutenção, sendo ligado diretamente à gerência de departamento, como é possível visualizar no organograma apresentado na Fig. 2.

Figura 2: Organograma de organização de uma fábrica.



Fonte: Viana (2002)

O PCM fortalece o ciclo de gerenciamento da manutenção em uma organização, por meio da implantação das seguintes atividades: assessorar a gerência em relação a programação e controle; gestão sobre a manutenção; negociar entre a manutenção e produção; revisar e coordenar as programações, planos e instruções de manutenção; promover avaliações sobre os pontos de perda de produtividade e dentro dessa realidade produzir sugestões; detalhar responsabilidades; dentre outras (BRANCO FILHO, 2008).

2.3.1 Organização da Manutenção

A organização da manutenção era conceituada, como planejamento e administração dos recursos para adequação à carga de trabalho esperada. Essas atividades, segundo Kardec e Nascif (2009), fazem parte da organização da manutenção, mas a conceituação se tornou mais ampla onde a organização da manutenção de qualquer empresa deve estar voltada para a gerência e a solução dos problemas na produção, de modo que a empresa seja competitiva no mercado. A manutenção é uma atividade estruturada da empresa, integrada às demais atividades, que fornece soluções buscando maximizar os resultados.

Alguns tópicos fundamentais para uma adequada organização e planejamento da manutenção serão comentados a seguir, dentre eles estão a equipe de manutenção, a solicitação de serviços, as ordens de manutenção, a definição dos fluxos de serviço, o tagueamento e a codificação dos equipamentos.

A manutenção como componente fundamental para o processo produtivo precisa ser estratégica no gerenciamento de suas atividades. De acordo com Kardec & Nascif (2009), pessoas com alta capacidade de captar o cenário das mudanças podem destacar a empresa com relação aos seus clientes, dado que garantem a disponibilidade e a confiabilidade dos equipamentos para atender a produção com a qualidade esperada.

Os colaboradores do setor da manutenção podem ser distribuídos pelos seguintes níveis hierárquicos: o executante, o planejador, o supervisor de manutenção, a engenharia de manutenção e o gerente de manutenção industrial (VIANA, 2002). A Tabela 1 apresenta os níveis organizacionais da manutenção, suas responsabilidades e as características do perfil indicado para as funções.

Tabela 1: Níveis organizacionais da manutenção.

Nível Organizacional	Responsabilidades
Executante	<p>O primeiro homem a dar manutenção em uma empresa passou a ser o próprio operador da maquinaria. Os operadores deverão ser responsáveis diretos pela execução de tarefas como: instruções de lubrificação e limpeza, tarefa elementares de manutenção, engaxetamento e reaperto. Além da inspeção e encaminhamento de SS's para correção de eventuais falhas observadas.</p> <p>Outro tipo de executante é o Técnico Mantenedor um profissional que tem habilidades em várias áreas do conhecimento das ciências aplicadas à indústria como mecânica, eletricidade, eletrônica, instrumentação, etc.</p>
Planejador	<p>O planejador na manutenção tem uma importância sem igual, já que suas atribuições são a reunião de três cargos, planejador, programador e coordenador de materiais.</p> <p>As atribuições básicas do planejador são: gerenciamento dos planos de manutenção; coordenação e tratamento das inspeções; coordenação de materiais; gerenciamento dos cadastros da manutenção; programação de serviços; programação de paradas; controle dos índices da manutenção.</p>
Supervisor de Manutenção	<p>O supervisor de manutenção será responsável pela coordenação e orientação da equipe de executantes, particularmente dos técnicos mantenedores. Suas atribuições são as mais diversas possíveis, desde o encaminhamento de questões técnicas, até questões burocráticas como controle de custos e horas extras dos seus subordinados.</p>
Engenharia de Manutenção	<p>A engenharia de possui uma grande importância, como fator de desenvolvimento técnico-organizacional da manutenção industrial. Está área tem como objetivo o de promover o progresso tecnológico da manutenção, através da aplicação de conhecimentos científicos e empíricos na solução de dificuldades encontradas nos processos e equipamentos, perseguindo a melhoria da manutenibilidade da maquinaria, maior produtividade, e a eliminação dos riscos em segurança do trabalho e de danos ao meio ambiente.</p>
Gerente de Manutenção Industrial	<p>As responsabilidades do gerente de manutenção industrial são a reunião das de todos aqueles citados nos itens anteriores, e o conjunto da obra é bem extenso. Em termos práticos, o gerente será responsável pelas decisões, orientadas no sentido de alcançar as metas definidas para sua área, e a empresa como um todo.</p>

Fonte: Adaptado de Viana (2002, p.71-86)

Com a observação de uma falha em um determinado equipamento, o pessoal de operação poderá cadastrar uma Solicitação de Serviço (SS), por meio de uma inspeção visual realizada periodicamente pelo operador, ou pela observação simples, durante a jornada de trabalho. Diante desta constatação de falha, o operador efetuará uma SS, onde informará a

identificação do equipamento e a especialidade da falha (elétrica, mecânica etc.) e a descreverá com o máximo possível de detalhes (VIANA, 2002).

A ordem de manutenção (OM) consiste na autorização de trabalho de manutenção a ser executado, ela é a base da “ação” do colaborador da manutenção, pois exterioriza o trabalho a ser realizado, organizando-o e registrando-o. As ordens poderão ter três formas de geração: Manual aberta pelo executante (emergência), automática geradas a partir dos planos de manutenção e via Solicitação de Serviço abertas pela operação (VIANA, 2002).

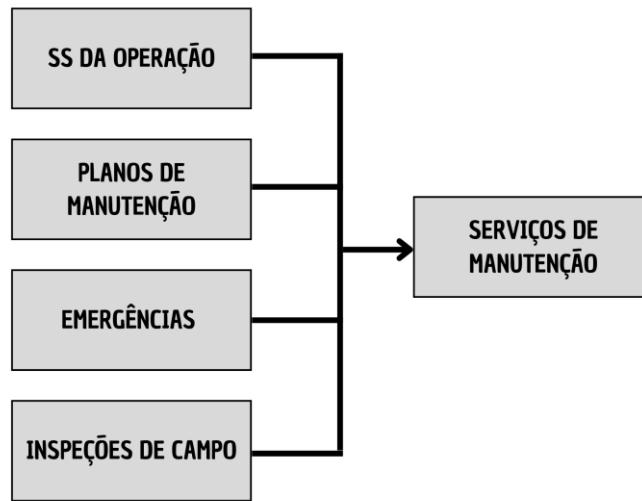
A OM terá um ciclo de vida, do nascimento até seu encerramento, ela passará por algumas fases, algumas obrigatórias, outras não. A estas fases será atribuído o nome de estado da OM, que são definidos a seguir (VIANA, 2002):

- a) **Não iniciada:** é o primeiro estado da ordem, onde a mesma ficará aguardando uma data para execução. Neste estado a OM não tem apontado nenhum histórico, HH (Homem Hora) ou material.
- b) **Programada:** no momento em que uma ordem é programada, ou seja, é definida uma data para sua execução, ela passa para este estado, podendo receber apontamentos.
- c) **Iniciada:** é a ordem que já foi programada pelo menos uma vez e que tenha recebido algum tipo de apontamento, mas que ainda possua alguma pendência para sua execução.
- d) **Suspensa:** quando a OM requerer alguma ação externa para sua execução, assim pode ser suspensa até tal ação ser tomada.
- e) **Encerrada:** se a execução do trabalho for completada com sucesso, a OM é encerrada sem nenhuma pendência e com todos os seus apontamentos.

O fluxo de serviços de manutenção estabelece regras organizacionais eficientes que podem canalizar os serviços provenientes dos planos de manutenção, das inspeções *in loco*, das requisições das áreas de operação e das corretivas sugeridas (VIANA, 2002).

Para Viana (2002) há quatro modalidades (caminhos), que poderão gerar uma Ordem de Manutenção, são elas: Solicitação de Serviço (SS) aberta pela operação, Ordem de Manutenção (OM) gerada a partir dos planos de manutenção, Ordem de Manutenção (OM) aberta pelo executante (emergência) e Ordem de Manutenção (OM) via Inspeção no campo. Como pode ser visualizado na Fig. 3.

Figura 3: Fontes dos serviços de manutenção.



Fonte: Viana (2002).

A palavra *Tag* significa etiqueta de identificação e o termo Tagueamento, nas indústrias de transformação, representam a identificação da localização das áreas operacionais e seus equipamentos. Cada vez mais torna-se necessária tal localização devido à necessidade dos controles setorizados, bem como à atuação organizada da manutenção (VIANA, 2002).

Para Viana (2002), o tagueamento é a base da organização da manutenção, pois ele será o mapeamento da unidade fabril, orientando a localização de processos e de equipamentos para receber manutenção. Quando se tem um tagueamento estruturado, consegue-se planejar e programar a manutenção de uma forma mais rápida e racional, além de ser possível extrair informações estratificadas por *Tag*, como número de quebras, disponibilidade, custo e obsolescência.

Codificar um equipamento tem como objetivo individualizá-lo para receber manutenção, bem como para o acompanhamento de sua vida útil, o seu histórico de quebras, intervenções e custos. Tal codificação será anexada ao equipamento, com objetivo de garantir sua rastreabilidade, seu histórico de manutenção e a fidelidade no que diz respeito a suas características (VIANA, 2002).

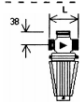
2.3.2 Cadastros para o PCM

a) Características técnicas dos equipamentos

A base para documentação das características de um equipamento são as Folhas de Especificação (FE). Dispondo de um acervo técnico de rápida consulta tem-se ganhos em eficiência, organização e confiabilidade. De posse deste arquivo, podem ser consultadas dimensões e especificações de componentes, acelerando, assim, os processos de compra, a substituição de fornecedores e a melhoria no processo (VIANA, 2002).

Segundo Viana (2002), para tal ferramenta funcionar de forma eficaz, se torna necessário levantar e cadastrar as características de cada um dos equipamentos da planta. Devido ao elevado número de equipamento em uma empresa, esta não é uma tarefa fácil, demandando um considerável tempo. Na Figura 4 observa-se um modelo de uma FE.

Figura 4: Modelo de uma Folha de Especificação.

FOLHA DE ESPECIFICAÇÃO Nº 1153		EQUIPAMENTO: VAT-0001
GRUPO DE MÁQUINA GM 6	PÁGINA 1/1	
DESCRIÇÃO: VÁLVULA TERMOSTÁTICA QUE ABRE COM TEMPERATURA EM ELEVAÇÃO.		
APLICAÇÃO: CONTROLADORA DE TEMPERATURA COM RANGE DE 0 A 100°C, PARA FLUIDOS GASOSOS ATÉ 140°C, E LÍQUIDOS E VAPOR ATÉ 185°C.		
FABRICANTE: XXXXXXXXXXXX		
MODELO: MMMMMMMMMMMM		
DADOS TÉCNICOS:		
DN BSP	1/2"	
Valor Kvs	1/2/3,2	
PN	16 bar	
MÁXIMA PRESSÃO DIFERENCIAL	10 bar	
MÁXIMA TEMPERATURA DE OPERAÇÃO	140°C	
FAIXAS DE CONTROLE	AJUSTÁVEL EM 0...35, 25...70, 40...100°C	
TUBO CAPILAR	2m	
TEMPERATURA SOBRECARGA	40°C ACIMA DA FAIXA	
TEMPERATURA AMBIENTE MÁXIMA	80°C	
MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO:		
CORPO	LATÃO CuZn37 Pb	
SEDE	AÇO INOXIDÁVEL WN 1.4571	
OBTURADOR	LATÃO CuZn40 COM VEDAÇÃO ELÁSTICA	
FOLE DE BALANCEAMENTO	BRONZE CuSn8	
MOLA	AÇO INOXIDÁVEL WN 1.4310	
SENSOR CAPILAR	COBRE LATÃO NIQUELADO	
TUBO CAPILAR	2m	
DISPOSITIVO DE REGULAGEM	FIBRA DE VIDRO	
DIMENSÕES:		
DNR	1/2"	
COMP	L65 mm	
PESO APROX.	1,5 Kg	
		
ITENS	REF. FABRICANTE	CÓDIGO ESTOQUE
SEDE	XXXXX	234520-1
OBTURADOR	YYYYYY	234521-2
MOLA DA VÁLVULA	ZZZZZZ	248921-0
TUBO CAPILAR	WWWWW	202345-1

Fonte: Viana (2002, p.45).

b) Materiais para Manutenção

Para a execução dos serviços de manutenção, além de uma alta qualidade de mão-de-obra e ferramental, um estoque otimizado de itens sobressalentes é imprescindível. O almoxarifado deve ter envergadura de modo a atender dos objetivos: possuir materiais em quantidades e diversidades tais que não ponham em risco a produtividade por parada de equipamento, e limitar o estoque apenas ao necessário, sendo o mais econômico possível (VIANA, 2002).

Segundo Xenos (2014), os materiais devem estar dimensionados corretamente para garantir uma manutenção eficiente, caso contrário, pode-se ter elevados custos de manutenção e prejuízos nas receitas da manutenção.

c) Histórico de Manutenção

Segundo Kardec e Nascif (2009), o principal objetivo de registrar os serviços de manutenção é apropriação sobre o processo, ou seja, ter controle de informações como: os recursos utilizados, a quantidade de HH (Homem Hora) gasto, o status final da OS, os materiais que foram utilizados na execução e os gastos com serviços terceirizados.

O reporte das informações concernentes aos serviços de manutenção possui uma grande importância no gerenciamento de um processo produtivo, pois com um banco de dados organizado que permita uma pesquisa rápida por Data, Tag, Equipamento, Elemento, Causa, e Intervenção, se acompanha toda a trajetória de um equipamento (VIANA, 2002).

2.3.3 Planos de Manutenção

Os Planos de Manutenção são o conjunto de informações necessárias para a orientação da atividade de manutenção preventiva. Eles representam, na prática, o detalhamento da estratégia de manutenção assumida por uma empresa (VIANA, 2002). De acordo com Xenos (2014), as abordagens de manutenção são diferentes de acordo com as circunstâncias, assim deve-se basear a escolha dos métodos de acordo com a criticidade dos equipamentos. Dessa forma, a combinação mais adequada de manutenções implicará em um melhor resultado dos serviços, assim para cada caso deve ser analisado o que será mais eficiente e econômico.

Para Viana (2002), os planos de manutenção podem ser distribuídos em cinco categorias:

- a) Plano de inspeções visuais;
- b) Roteiros de lubrificação;
- c) Plano Preditivo (Monitoramento de características dos equipamentos);
- d) Plano Corretivo (Manutenção de troca de itens de desgaste);
- e) Plano de intervenção preventiva.

2.3.3.1 Plano de Inspeções visuais

O plano de inspeções visuais é a categoria mais básica dos planos de manutenção, mas não menos importante, pois trata das inspeções visuais rotineiras dos equipamentos. Por meio desse tipo de exame simples, são detectadas, utilizando dos cinco sentidos do mantenedor, falhas em equipamentos de fácil resolução no estágio de gravidade em que se encontra (VIANA,2002).

Na prática a inspeção consiste na observação de certas características dos equipamentos, tais como: ruído, temperatura, condições de conservação, vibração, dentre outros. Estas observações devem ser periódicas e a sua eficácia consiste nesta constância na observação (VIANA,2002). Segundo Xenos (2014), as inspeções devem ser críticas, enumerando os pontos cruciais que podem levar à ocorrência de falhas, pois caso contrário, deficiências no diagnóstico dos componentes, fichas de inspeção desatualizadas, falta de clareza nos apontamentos e falta de habilidade técnica do inspetor, levam a empresa a ter sérios problemas quanto à manutenção e operação dos ativos.

2.3.3.2 Roteiros de Lubrificação

A lubrificação de uma planta industrial assume um papel de suma importância, devido a sua necessidade para a conservação de elementos mecânicos, máquinas e equipamentos. O objetivo de se lubrificar é reduzir o atrito entre superfícies ajustadas entre si, fazendo com que haja o mínimo possível de atrito interno, com isso evitando desgaste e temperaturas indesejáveis de trabalho (VIANA,2002).

De acordo com Xenos (2014), as rotinas de lubrificação podem ser realizadas pelos próprios operadores dos equipamentos, visto que são tarefas simples, desde que contenha as informações precisas de onde, como e com que frequência lubrificar, como também, qual o tipo de lubrificante utilizar.

2.3.3.3 Plano Corretivo (*Monitoramento de características dos equipamentos*)

Em se tratando de indústria, é possível afirmar que a totalidade dos equipamentos e elementos se deprecia, ou seja, sofre desgaste com o tempo, tanto que o termo “vida útil” é usado corriqueiramente no mundo fabril, para designar quanto tempo se pode contar com um componente. Em quase todas as máquinas existem itens de sacrifício, que são componentes feitos para desgastarem-se em prol do bom funcionamento do conjunto. Não é compensatória a sua recuperação, ou seja, após eles cumprirem com seu objetivo, são descartados (VIANA,2002).

O planejamento deve se ater a este tipo de manutenção, dando encaminhamento da forma mais simples possível. Primeiro deve-se ter ciência de quais são e onde estão os itens de desgaste, e após isso determinar a periodicidade de troca, que coincidirá com a vida útil de cada um. Desta forma, serão elaborados planos de manutenção que gerarão OMs de simples troca, sem a necessidade da avaliação do componente (VIANA,2002).

2.3.3.4 Plano Preventivo

Um dos maiores transtornos na cadeia produtiva industrial é a sua interrupção por defeitos no maquinário, isso faz com que prazos não sejam cumpridos e gastos extras apareçam no orçamento. Para eliminar esse tipo de problema, a melhor alternativa é a manutenção preventiva. Além de acompanhar o desempenho periódico dos equipamentos, ela previne futuras falhas, antes que realmente aconteçam. Uma forma de aplicar essa técnica é a criação de planos de manutenção (BRANCO FILHO, 2008).

O plano de manutenção é um documento, ou uma série deles, em que são registradas todas as informações relevantes sobre uma máquina e as análises da sua performance. Na prática isso implica em estabelecer uma periodicidade para que o equipamento seja vistoriado. Viana (2002) propõe a criação de cinco categorias de planos de manutenção sendo eles:

- a) Plano de inspeções visuais;
- b) Roteiro de lubrificação;
- c) Monitoramento de características dos equipamentos;
- d) Manutenção de troca de itens de desgaste;
- e) Plano de intervenção preventiva.

Um plano de manutenção preventivo consiste em um conjunto de atividades, regularmente executadas com o objetivo de manter o equipamento em seu melhor estado operacional. A ideia de se ter um plano é gerar OMs periódicas automáticas, para isso primeiramente é preciso se ater ao conteúdo do plano, o qual será a discriminação das tarefas, ou seja, o que fazer e como fazer a manutenção (VIANA,2002).

A elaboração de planos inicia-se por meio de duas situações. Para ativos novos, os planos preventivos serão baseados nas informações advindas das especificações técnicas e dos manuais de manutenção de fabricantes. Para os ativos usados, muitas vezes sem características técnicas, é aconselhável recorrer à experiência prática das equipes de manutenção e aos históricos de intervenções (XENOS,2014).

No que tange à forma de um plano, deve-se informar uma série de itens como: título; grupo de máquina; periodicidade de execução; data de ativação (marco inicial do plano); equipe de manutenção designada; planejador; material de consumo; especialidades dos mantenedores; EPI's; ferramentas e equipamentos de apoio (VIANA,2002).

2.3.3.5 Plano Preditivo (Monitoramento de características dos equipamentos)

Os planos preditivos não devem diferir quanto à forma dos planos preventivos, pois os mesmos requisitos estabelecidos nestes serão levados a cabo naqueles. A diferença será no conteúdo, já que, enquanto um estabelece ações de intervenção real nos equipamentos, o outro tem a proposta de monitorar a maquinaria, de forma a acompanhar os seus sintomas, avaliando-os na busca de possíveis anormalidades (VIANA,2002).

De acordo com Kardec e Nascif (2009), os planos preditivos podem ser definidos de duas formas. A primeira, subjetivamente, por meio dos sentidos do técnico responsável. Por exemplo, através do tato consegue-se avaliar a temperatura de uma máquina. Na segunda, objetivamente, com o auxílio de instrumentos especiais, monitora-se parâmetros como, por exemplo, valor numérico ou qualquer outra grandeza de medida, independentemente da percepção do operador técnico.

Segundo Viana (2002), a organização de tais ações devem ser encaminhada pela Engenharia da Manutenção, mas com um vínculo estreito com o PCM, pois as coletas e avaliações preditivas nos equipamentos necessariamente devem estar presentes na rotina e histórico do planejamento, bem como devem ser eficazes a programação e a execução das medidas corretivas propostas pelos técnicos preditivos.

2.3.4 Programação da execução das manutenções

Neste estágio de programação da execução das manutenções, é onde o planejamento e controle da manutenção irá determinar a carteira de serviços, bem como avaliação da demanda, material necessário e organização das prioridades.

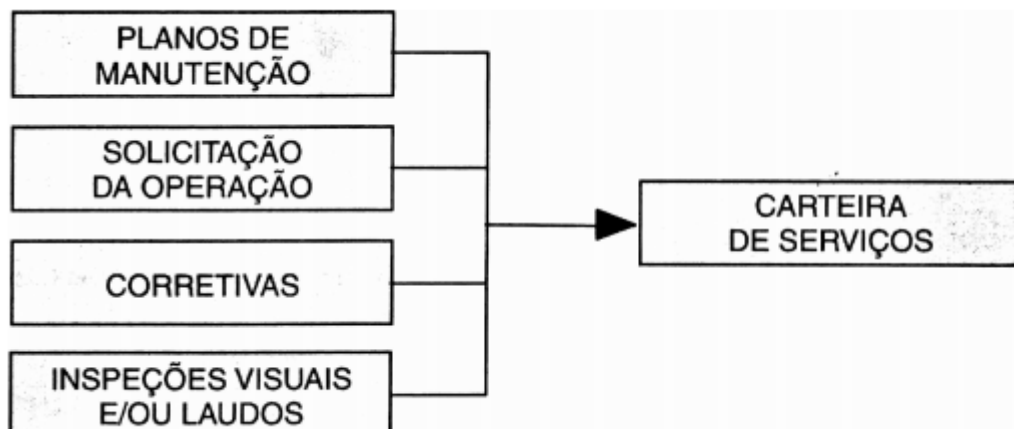
Na manutenção um planejador possui uma carteira de serviço, onde estão contidas todas as pendências existentes nos equipamentos de sua responsabilidade. Segundo Viana (2004), as fontes da carteira de serviço são:

- a) OMs preventivas, que são geradas dos planos de manutenção ligados ao equipamento;
- b) OMs geradas a partir das solicitações de serviços da operação;
- c) OMs manuais, abertas para atender corretivas de emergência ou não;
- d) OMs provenientes de inspeção de campo e/ou laudos preditivos.

Essa classificação tem fundamental importância para o PCM, pois representa o universo de trabalho a ser realizado pela manutenção, logo, o serviço que não estiver contido na carteira não existirá no mundo do planejamento, não sendo então foco de mobilização para correção (VIANA, 2002).

Uma regra básica para o PCM é que cada pendência de manutenção na maquinaria deve necessariamente possuir um registro, ou seja, deve se construir em uma Ordem de Manutenção. Na Figura 5 são visualizadas as fontes da carteira de serviços.

Figura 5: Fontes da carteira de serviços.



Fonte: Viana (2002)

Cada OM (Ordem de Manutenção) deve ter sua previsão de HH (Homem Hora) bem definida, ou seja, ao gerar uma ordem de manutenção deve-se prever na mesma quais as especialidades e quanto tempo será necessário para a efetiva resolução dos serviços. A definição destes valores é importantíssima, pois é a base para a programação semanal das equipes de manutenção (VIANA,2002).

Para uma execução adequada dos serviços de manutenção, além de uma alta qualidade de mão-de-obra e ferramental, os materiais são imprescindíveis. O planejador ao gerar uma OM, deve estipular os itens necessários para a execução do serviço (VIANA,2002).

Além disso, é possível criar uma priorização de serviços de uma forma bem simples, garantido uma lógica para a classificação da carteira de serviços de cada planejador, de maneira a orientá-lo no seu planejamento e programação. Viana (2002), propõe uma matriz de prioridade que envolve o nível de urgência do serviço e a criticidade do equipamento. A análise decisória possuirá graus críticos X, Y e Z, considerando para essa classificação aspectos voltados para meio-ambiente, segurança do trabalho, operacionalidade do processo e qualidade do produto. A matriz de prioridade pode ser observada na Tabela 2.

Tabela 2: Matriz de prioridade e criticidade de equipamentos.

		Não	Parcial	Total
Segurança no trabalho e meio ambiente	A falha do equipamento afeta a integridade física do homem?	0	1	12
	A falha do equipamento afeta o meio ambiente externo?	0	1	12
	A falha do equipamento afeta o meio ambiente interno?	0	1	3
	Pontuação 1 (P1) =			
Qualidade	A falha do equipamento afeta a imagem da empresa junto ao cliente?	0	1	12
	A falha do equipamento afeta a qualidade do produto acabado?	0	1	12
	A falha do equipamento afeta a qualidade do produto durante o processo?	0	1	3
	Pontuação 2 (P2) =			
Operacionalidade	O equipamento é exigido 24 horas por dia?	0	1	2
	O equipamento possui stand-by?	0	1	2
	A falha do equipamento provoca interrupção no processo produtivo?	0	1	12
	Pontuação 3 (P3) =			
PONTUAÇÃO FINAL (PF) = $\frac{P1+P2+P3}{3}$				

Fonte: Adaptado de Viana (2002).

De acordo com as pontuações propostas na tabela, os três grupos somarão os valores que correspondem às suas questões e ao final deve-se fazer uma média, que trará a pontuação final. Assim, conforme Viana (2002), as criticidades devem seguir os seguintes critérios:

- a) X – Criticidade alta, caso $PF > 4,0$;
- b) Y – Criticidade média, caso $2,0 \leq PF < 4,0$;

c) Z – Criticidade baixa, caso $0 < PF < 2,0$.

Por fim a equipe de PCM, irá definir a priorização das OS, a partir da análise da classificação dos serviços, que podem ser muito urgentes, urgentes e não urgentes. Uma vez conhecida a criticidade de cada equipamento são atribuídos valores para cada OS, de modo que a priorização deve ser feita com base nos menores valores (VIANA, 2002).

2.3.5 Indicadores da Manutenção

Os indicadores da manutenção auxiliam no entendimento de como os equipamentos funcionam e como deve-se trabalhar com eles de uma forma eficaz. Dessa maneira, define-se a real situação, propõe-se desafios para a melhoria e escolhe-se os meios para solucioná-los, dando ao acompanhamento da evolução da ação humana mantenedora, por meio dos índices. Segundo Viana (2002), existem seis indicadores chamados de Índices de Classe Mundial que a maioria dos países do ocidente os utiliza. Sendo eles o Tempo médio entre falha – MTBF, Tempo médio para reparos – MTTR, Tempo médio para falhas – TMPF, Disponibilidade física da máquina – DF, Custo de manutenção por faturamento – CMF e Custo de manutenção por valor de reposição CPMV.

1) Tempo médio entre falhas – MTBF

O índice MTBF (tempo médio entre falhas) observa o comportamento do maquinário, diante das ações manutentoras. Se o valor do MTBF aumentar com o passar do tempo, será um sinal positivo para a manutenção pois indica que o número de intervenções corretivas vem diminuindo, e conseqüentemente o total de horas disponíveis para a operação, aumentando.

2) Tempo médio de reparo – MTTR

Observa o andamento da manutenção, quanto menor o MTTR no passar do tempo, melhor o andamento da manutenção, pois os reparos corretivos demonstram ser cada vez menos impactantes na produção.

3) Tempo médio para falhas – TMPF

O tempo médio para falha tem como enfoque os componentes que não sofrem reparos, ou seja, após falharem são descartados, consistindo na relação entre o total de horas disponíveis do equipamento para a operação. Vale ressaltar que o TMPF e o MTBF são distintos devido ao fato que o MTBF leva em consideração falhas em componentes reparáveis.

4) Disponibilidade física da máquina – DF

De acordo com a ABNT, disponibilidade é a capacidade de um item de estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado. De maneira geral a DF representa o percentual de dedicação para operação de um equipamento, ou uma planta, em relação às horas totais do período.

5) Custo de manutenção por faturamento – CMF

O CMF é um dos melhores indicadores para aferir o desempenho das estratégias de manutenção das empresas, pois consiste na relação entre os gastos totais com manutenção e o faturamento da companhia. Através dos dados levantados, é possível verificar se a área de manutenção está fazendo uma boa gestão ou não dos recursos nela aplicada.

6) Custo de manutenção por valor de reposição – CPMV

Este índice consiste na relação entre o custo total de manutenção de um determinado equipamento com o seu valor de compra. Um valor aceitável deste indicador seria um CPMV < 6% no período de um ano, dependendo do retorno financeiro e estratégico dado pelo equipamento analisado, que pode vir a justificar um custo de manutenção considerado alto. A Tabela 3 mostra os indicadores de manutenção, bem como as características que monitoram e sua formulação.

Tabela 3: Indicadores de Manutenção.

Indicador	Características monitoradas	Fórmula
MTBF	O comportamento do maquinário, diante das ações mantenedoras. Se o valor do MTBF for crescente, será um sinal positivo para a manutenção, pois indica que o número de intervenções corretivas vem diminuindo.	$MTBF = \frac{\text{Horas Disponíveis do Equipamento}}{\text{Número de Intervenções Corretivas}}$
MTTR	O andamento da manutenção, diante das ações mantenedoras. Quanto menor o valor do MTTR melhor, pois indica que os reparos corretivos estão cada vez menos impactantes na produção.	$MTTR = \frac{\text{Horas de Inatividade (Manutenção)}}{\text{Número de Intervenções Corretivas}}$
TMPF	Observar o comportamento dos componentes que não são reparados após a ocorrência de uma falha.	$TMPF = \frac{\text{Horas Disponíveis do Equipamento}}{\text{Número de Falhas}}$
Disponibilidade Física da Máquina (DF)	Acompanha o número de horas disponíveis do equipamento para a operação, também podendo ser usado para verificar o comportamento operacional da maquinaria.	$DF = \frac{\text{Horas Trabalhadas}}{\text{Horas totais do Período}} \times 100\%$
Custo de Manutenção por Faturamento (CMF)	Acompanhar o custo de manutenção por faturamento com relação aos gastos totais com manutenção e o faturamento da companhia.	$CMF = \frac{\text{Custo Total de Manutenção}}{\text{Faturamento Bruto}} \times 100\%$
Custo de Manutenção por Valor de Reposição (CPMV)	Consiste em acompanhar o custo total de manutenção de um determinado equipamento com seu valor de compra.	$CPMV = \frac{\text{Custo Total de Manutenção}}{\text{Valor de Compra do Equipamento}} \times 100\%$

Fonte: Adaptado de Viana (2002, p.142-149)

De acordo com Viana (2002), além dos Índices de Classe Mundial, citados anteriormente, há outros oito indicadores, que possuem uma grande importância, pois eles podem compor o controle de um PCM, são eles: Backlog, Índice de retrabalho, Índice de corretiva (IC), Índice de preventiva (IP), Alocação de HH em OM, Treinamento na manutenção, Taxa de frequência de acidentes e Taxa de gravidade de acidentes.

1) BACKLOG

Este índice consiste na relação entre a demanda de serviços e a capacidade de atendê-los, ou seja, é a soma de todas as horas previstas de HH (homem hora) em carteira dividida pela capacidade instalada da equipe de executantes. Esse HH instalado deve levar em consideração

uma certa perda, pois nenhum profissional estará todo o seu tempo dedicado aos serviços de manutenção. O Backlog pode ser estratificado em nível de especialidade, isto facilitará a análise, e conseqüentemente, a decisão em relação às carências na equipe, pois denunciará os gargalos negativos.

2) Índice de retrabalho

O índice de retrabalho representa o percentual de horas trabalhadas em ordens de manutenção encerradas, reabertas por qualquer motivo, em relação ao total geral do trabalho no período. A observação desse indicador tem como objetivo verificar a qualidade dos serviços de manutenção, se as intervenções vêm sendo definitivas, ou paliativas gerando um constante retorno ao equipamento.

3) Índice de corretiva (IC)

O índice de corretiva objetiva fornecer a real situação, da ação, planejamento e programação, indicando o percentual das horas de manutenção que foram dedicadas em corretivas. Para a aplicação desse indicador é necessário obter o HMC (horas de manutenção em corretiva) e o HMP (horas de manutenção em preventiva). Um patamar aceitável de corretivas deve estar abaixo de 25% do total de horas de manutenção na planta.

4) Índice de preventiva (IP)

O índice de preventiva é o oposto do IC (índice de corretiva), pois quanto maior o valor deste indicador melhor para a manutenção, um setor de PCM que trabalha com um IP acima de 75%, terá uma tranquilidade no processo, proporcionando uma liberdade de recursos para a busca da melhoria contínua.

5) Alocação de HH em OM

O indicador de Homens Hora alocado em Ordem de Manutenção informará o percentual de horas da manutenção oficializada pela burocracia do PCM, e sua necessidade reside nos seguintes fatores: verificação do nível de utilização do sistema de manutenção adotado pela

empresa e indicação do percentual de dedicação a serviços indiretos da manutenção, como também do nível de ociosidade ou sobre carregamento das equipes.

6) Treinamento na manutenção

O índice de treinamento na manutenção corresponde ao percentual de HH (homem hora) dedicado a aperfeiçoamento, com relação ao HH (homem hora) instalado em um determinado período. Este indicador, aliado aos índices de preventiva, retrabalho, corretiva, entre outros, mostrará o quanto repercutem os treinamentos na melhoria dos índices de manutenção.

7) Taxa de frequência de acidentes

A taxa de frequência de acidentes representa o número de acidentes por milhão de HH trabalhado. Este indicador é extremamente importante para a manutenção pois mensura a eficiência das ações em busca de um ambiente seguro de trabalho, claro que por si só não possibilita traçar um plano de segurança eficiente, mas funciona como um limite.

8) Taxa de gravidade de acidentes

A taxa de gravidade consiste no total de homens horas perdido decorrente de acidentes de trabalho, por milhão de HH trabalhado permitindo uma avaliação completa sobre o status da segurança do trabalho. Com ela é possível fazer uma previsão sobre a quantidade de dias produtivos que são desperdiçados a cada acidente de trabalho que ocorre dentro das empresas. A Tabela 4 mostra esses indicadores, bem como as características que monitoram e sua formulação.

Tabela 4: Indicadores que podem compor o PCM.

Indicador	Características monitoradas	Fórmula
BACKLOG	Monitora o tempo que uma equipe de manutenção deve trabalhar para concluir todos os serviços pendentes, ou seja, a relação entre a demanda de serviços e a capacidade de atendê-los.	$BACKLOG = \frac{\sum HH \text{ em Carteira}}{\sum HH \text{ em Instalado}}$
Índice de Retrabalho	Tem como objetivo verificar a qualidade dos serviços de manutenção, se as intervenções vêm sendo finitas, ou paliativas gerando um constante retorno ao equipamento. O ideal é que o valor do índice seja zero.	$\begin{aligned} &\text{Índice de Retrabalho} \\ &= \frac{\sum HH \text{ em OM reabertas}}{\sum HH \text{ Total no período}} \times 100\% \end{aligned}$
Índice de Corretiva (IC)	Tem como objetivo fornecer a real situação, da ação, planejamento e programação, indicando o percentual das horas de manutenção que foram dedicadas em corretivas.	$IC = \frac{\sum HMC}{\sum HMC + \sum HMP} \times 100\%$
Índice de Preventiva (IP)	Seu objetivo é indicar o percentual das horas de manutenção que foram dedicadas em preventivas. Quanto maior o valor desse indicador melhor para a manutenção.	$IP = \frac{\sum HMP}{\sum HMC + \sum HMP} \times 100\%$
Alocação de HH em OM	Este indicador informará o percentual de horas da manutenção, verificando o nível de utilização do sistema de manutenção adotados pela empresa e indicar o percentual de dedicação a serviços indiretos da manutenção, como também o nível de ociosidade ou sobre carregamento das equipes.	$\begin{aligned} &\% HH al ocadoem OM \\ &= \frac{\sum HH \text{ i ndi cadæm OM}}{\sum HH \text{ i nstal adæm um mês}} \times 100\% \end{aligned}$
Treinamento na Manutenção (TM)	Este indicador corresponde ao percentual de HH dedicado a aperfeiçoamento, com relação ao HH instalado em um determinado período.	$TM = \frac{\sum HH \text{ Dedi cadoa Trei namento}}{\sum HH \text{ Instal adono Período}} \times 100\%$
Taxa de Frequência de Acidentes (TFA)	Este indicador mensura a eficiência das ações em busca de um ambiente seguro para o trabalho.	$TFA = \frac{\text{Número de Acidentes}}{\text{Homens Horas Trabalhando}} \times 10^6$
Taxa de Gravidade de Acidentes (TGA)	Esse indicador apresenta o total de homens horas perdido decorrente de acidentes de trabalho, por milhão de HH trabalhado.	$TGA = \frac{\text{Total de HH perdi do}}{\text{Homens Horas Trabalhando}} \times 10^6$

Fonte: Adaptado de Viana (2002, p.149-159)

3. METODOLOGIA

3.1 Caracterização da pesquisa

A pesquisa é entendida tanto como procedimento de fabricação do conhecimento, quanto como procedimento de aprendizagem (princípio científico e educativo), sendo parte integrante de todo processo reconstrutivo de conhecimento (DEMO, 2000). Para Barros e Lehfeld (2000), a finalidade da pesquisa é resolver problemas e solucionar dúvidas, mediante a utilização de procedimentos científicos.

Pesquisar cientificamente significa realizar a busca de conhecimento, apoiando-se em procedimentos capazes de dar confiabilidade aos resultados. A natureza da questão que dá origem ao processo de pesquisa varia. Pode ser por uma dificuldade sentida na prática profissional, pela consciência de que não se tem conhecimento suficiente em alguma situação ou, ainda pelo interesse em criar condições de prever a ocorrência de determinados fenômenos (PRODANOV, 2013).

Segundo Gil (2012), há duas categorias possíveis para a natureza de uma pesquisa, sendo elas básica e aplicada. A presente pesquisa se caracteriza com natureza aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos. Em relação ao problema tem-se uma situação quali-quantitativa, onde serão trabalhados os dois aspectos em conjunto.

De acordo com Prodanov (2013), a pesquisa quantitativa permite descrever a complexidade de determinado problema, analisar a interação de certas variáveis, compreender e classificar processos dinâmicos, apresentar contribuições no processo de mudança, criação ou formação de opiniões. Já a pesquisa qualitativa tem o ambiente como fonte direta dos dados. O pesquisador mantém contato direto com o ambiente e o objetivo de estudo em questão. A utilização desse tipo de abordagem não utiliza dados estatísticos como o centro do processo de análise de um problema, os dados coletados são descritivos, retratando o maior número possível de elementos existentes na realidade estudada.

Em relação ao objetivo da pesquisa, ela é descritiva, pois esta fundamentou-se na análise das características e variáveis que influenciam a rotina de trabalho do setor de manutenção. Essa pesquisa tem por objetivo descrever as características de determinado grupo, como por exemplo, para estabelecer uma relação prática entre as variáveis (GIL,2012).

Por último, com relação aos procedimentos, caracteriza-se como estudo de caso. Segundo Prodanov (2013), o estudo de caso é um tipo de pesquisa qualitativa e/ou quantitativa,

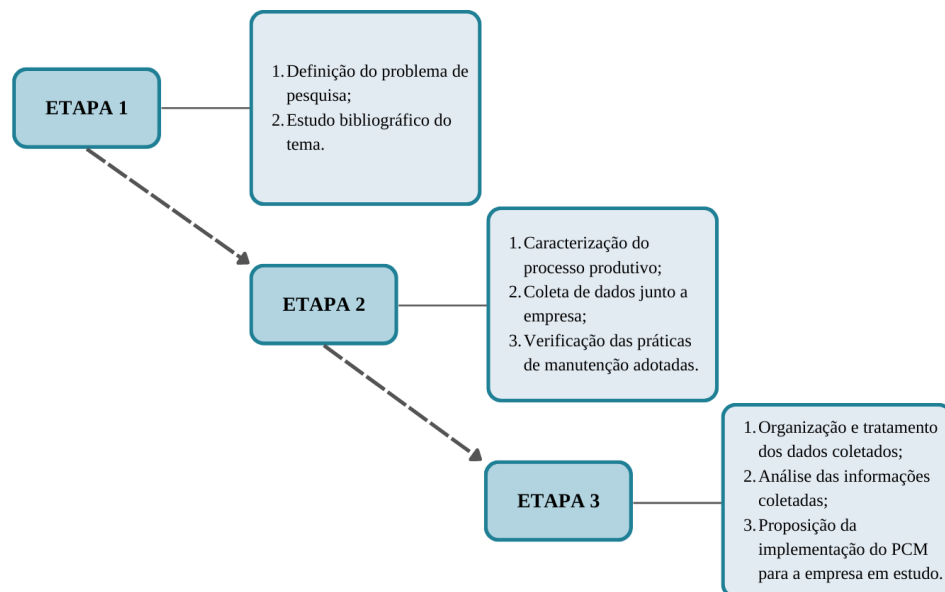
entendido como uma categoria de investigação que tem como objetivo o estudo de unidade de forma aprofundada. Pode permitir novas descobertas de aspectos que não foram previstos inicialmente. De acordo com Yin (2001), o estudo de caso é uma observação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos.

3.2 Procedimentos metodológicos - Etapas

Para a execução da pesquisa, tendo em conta as características do estudo de caso, o estudo foi dividido em três etapas a fim de orientar o projeto. Dessa forma, a Figura 6 apresenta esquematicamente a abordagem de cada etapa.

Na etapa 1 foi definido o problema de pesquisa, juntamente com o estudo bibliográfico do tema. Em seguida, na etapa 2, foi realizado a caracterização do processo produtivo, a coleta dos dados junto a empresa e a verificação das práticas de manutenção adotadas atualmente pela empresa estudada. Por fim, na última etapa do trabalho foi realizada a organização e o tratamento dos dados coletados, assim como a análise das informações obtidas e proposição da implementação do PCM na empresa em estudo.

Figura 6: Etapas para a execução do trabalho.



Fonte: Autor (2022).

4 RESULTADOS

4.1 Caracterização da empresa

O estudo de caso foi realizado em uma pedreira de pequeno porte localizada na cidade de Ituiutaba-MG, que atua na extração e britamento de pedras e outros materiais para construção civil. A empresa está ativa no mercado desde 1968, onde a gestão atual iniciou seus trabalhos em 2014, possuindo dois sócios proprietários., ela está localizada na cidade de Ituiutaba-MG.

No que diz respeito ao *mix* de produtos, a empresa trabalha com os seguintes itens:

- pó de brita, que possui malha variando entre 0 mm e 5 mm, sendo utilizado na produção de concreto de textura fina;
- brita 0 ou pedrisco, com malha entre 5 mm e 12 mm, comumente utilizada na construção de lajes pré-moldadas, vigas e blocos de concreto;
- brita 3/8 ou brita cascalho, é usada tanto na construção civil quanto em residências seja para decoração de jardins, ou reforçar pavimentos.
- brita 1, produto utilizado pelas construtoras brasileiras que possui uma malha variando entre 12 mm e 20 mm, sendo a mais encontrada na produção de concreto, além de servir como base para a construção de vigas, lajes e colunas;
- brita 2, que possui granulometria entre 20 mm e 25 mm e, por ser mais grossa que as demais, é utilizada na formação do concreto bruto, um tipo mais resistente utilizado em fundações e pisos de maior espessura.

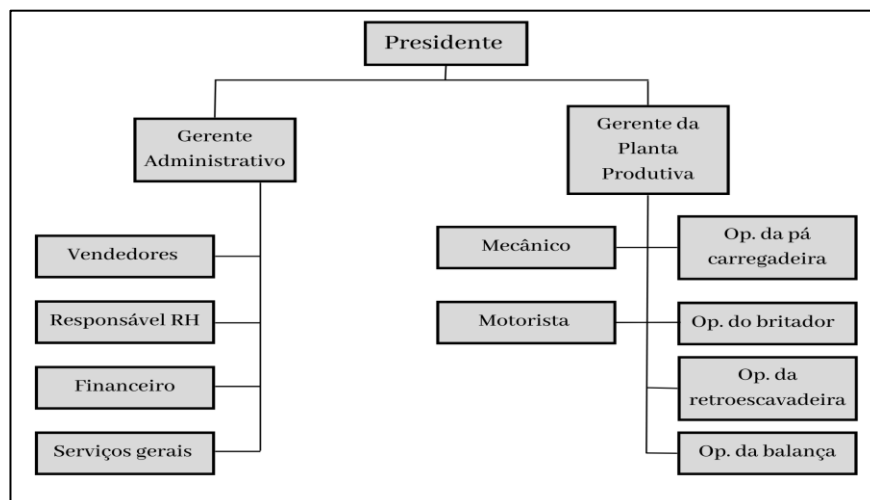
Com relação ao quadro de colaboradores da empresa, são 21 pessoas, com as seguintes atribuições:

- a) 1 gerente administrativo, responsável pela parte administrativa e a gestão de pessoas;
- b) 1 gerente da planta produtiva, responsável por supervisionar e avaliar o desempenho do pessoal de produção, determinar a quantidade de recursos necessários (força de trabalho, matérias-primas etc.) e aprovar trabalhos de manutenção e compras de equipamentos;
- c) 2 motoristas de caminhão caçamba, responsáveis por abastecer o alimentador vibratório;
- d) 2 operadores de retroescavadeira;
- e) 1 operador de pá carregadeira;
- f) 1 operador de britador, responsável por controlar e supervisionar o funcionamento das máquinas;

- g) 1 operador de balança, responsável por realizar a pesagem dos produtos que saem da empresa;
- h) 4 motoristas de caminhões, responsáveis pelas entregas dos produtos vendidos;
- i) 2 vendedores, responsáveis pelo atendimento direto ao consumidor e por negociar os preços das mercadorias, os prazos, as condições de pagamento e os descontos da venda;
- j) 1 colaborador de recursos humanos (RH), responsável por selecionar, recrutar e zelar pelas boas relações entre empregado e empregador;
- k) 2 colaboradores no setor financeiro, responsáveis por gerenciar as informações do fluxo de caixa e contas a pagar e receber;
- l) 1 mecânico, responsável pelos processos de instalação e manutenção de máquinas e equipamentos;
- m) 2 colaboradores de serviços gerais, responsáveis pela limpeza do local de trabalho e organização dos ambientes.

A empresa em estudo possui um organograma simples, contendo um presidente (no caso, o dono majoritário), um gerente administrativo, que conta com uma equipe formada por vendedores, um colaborador responsável pelo setor de RH, colaboradores do setor financeiro da empresa e colaboradores dos serviços gerais. Além de um segundo gerente responsável pela planta produtiva, que possui uma equipe formada por operadores de maquinários, mecânico e motoristas de caminhões. A Figura 7 apresenta o organograma da empresa.

Figura 7: Organograma da empresa.



Fonte: Autor (2022).

4.2 Descrição do processo produtivo

A empresa estudada é responsável de todas as etapas de produção, exceto a extração do basalto, ou seja, o desmonte da rocha que é realizada por terceiros, pois trata-se do processo de explosão responsável pelo desmonte da rocha.

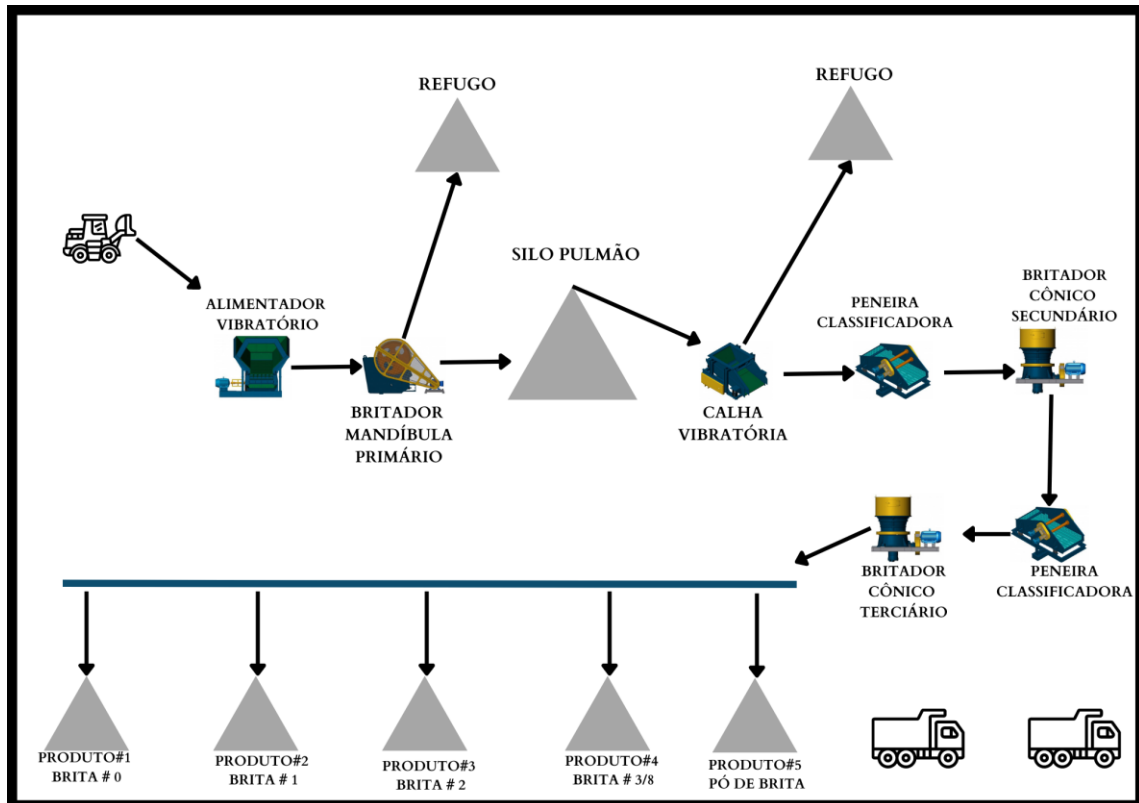
O processo produtivo da pedreira pode ser resumido no desmonte, beneficiamento, carregamento e transporte do material como pode ser observado na Fig. 8. Após o desmonte de rocha, que é realizado com explosivos, segue para a etapa de beneficiamento que consiste em alimentação, britagem, rebitagem, transferência e peneiramento, armazenamento e transporte.

O início do processo se dá com a perfuração da rocha realizada por uma perfuratriz. A operação de perfuração é realizada por uma empresa terceirizada, assim como a aplicação do explosivo. Os fragmentos de rocha que não chegam nas dimensões esperadas, após as detonações, são furados com a utilização de marteleto e após a furação são novamente carregados e detonados.

As pedras de basalto são trituradas por uma sequência de britadores, que as quebram em rochas menores gradualmente. A cada britador, mecanismos similares a peneiras são acionados, filtrando as pedras de acordo com seu tamanho com base nas medidas comerciais do basalto (brita 0, brita 1, brita 2, brita 3/8 e pó de brita). Deste modo, no britador 1 são trituradas as rochas fragmentadas resultantes da explosão. O produto resultado desse processo é direcionado para uma esteira transportadora, fazendo com que se aglomerem, formando uma pilha chamada de silo pulmão, em seguida o produto é direcionado para uma esteira transportadora até a britagem secundária.

Após a britagem secundária o produto processado é direcionado por uma esteira até uma peneira classificadora onde as britas serão separadas e direcionadas por esteiras transportadoras para cada pilha de produto de acordo com sua granulometria (brita 0, brita 1, brita 2, brita 3/8 e pó de brita). Assim segue o processo até que o basalto atinja a medida de pó de brita. Todo o processo descrito anteriormente ocorre em uma única planta, onde as máquinas estão interligadas por esteiras, constituindo um arranjo físico por produto.

A empresa conta com vários maquinários apropriados para as diversas atividades do processo produtivo e atendimento ao cliente. A Tabela 5 destaca os maquinários imprescindíveis para o processo.

Figura 8: *Layout da planta de produção.*

Fonte: Autor (2022).

Tabela 5: Maquinários e respectivas funções.

Maquinário	Função
Britadores	Responsável por quebrar as pedras em tamanhos específicos.
Escavadeira	Responsável pelo carregamento dos caminhões na pedreira.
Caminhões	Responsáveis pelo transporte das pedras da pedreira até o início do processo de britagem e entrega das vendas de produtos acabados aos clientes.
Alimentador vibratório	Responsável por transportar as pedras para o britador.
Peneiras Classificadoras	Responsáveis por classificar e separar as pedras britas de acordo com as granulometrias desejadas.
Esteiras Transportadoras	Responsáveis pela movimentação das matérias-primas e produtos acabados.
Calha Vibratória	Sua finalidade é a dosagem de materiais aos processos subsequentes de forma contínua.

Fonte: Autor (2022).

4.3 Realidade atual da manutenção

Para caracterizar a realidade atual da área de manutenção da empresa, foram realizadas visitas e entrevistas com o gerente responsável pela planta. Assim, as visitas possibilitaram o entendimento do processo produtivo e as entrevistas contribuíram na compreensão de como são executadas as manutenções. A empresa não possui um setor de manutenção bem definido, diante disso, as responsabilidades dessas ações são atribuídas ao gerente da planta e ao mecânico que realiza a montagem e desmontagem dos maquinários, além de realizar substituição de peças e pequenos reparos. As manutenções elétricas dos equipamentos, assim como todas as instalações elétricas necessárias, são realizadas por uma empresa terceirizada.

De acordo com as entrevistas realizadas, foi constatado que a empresa não oferece treinamento formal aos colaboradores, sendo dado a eles apenas algumas orientações de maneira verbal. Ademais, o setor de manutenção da empresa não possui um plano de manutenção e as ações preventivas realizadas são simples, como lubrificação de alguns componentes, que não seguem um roteiro específico, substituição de itens de sacrifício e limpeza. Além disso, como a empresa terceiriza os eletricitistas, todas as manutenções elétricas são corretivas não planejadas.

Foi possível observar que a frequência de paradas devido a necessidade de manutenções é superior em algumas máquinas, como o britador primário, o grupo motor gerador (GMG) e as bomba de lubrificação dos britadores. Diante das observações feitas, constatou-se que as ações de manutenção da empresa predominam como corretiva não planejada e que as paradas na maioria das vezes ocasionam perdas na produção. A Tabela 6 indica, de forma resumida, os principais problemas identificados no início do estudo de caso.

Tabela 6: Principais problemas relacionados a manutenção na empresa.

Problemas identificados	Consequências
Predominância de manutenções corretivas não planejadas.	Quando não planejada a manutenção corretiva possui um maior custo, pode ocasionar paradas na produção e pode exigir equipes terceirizadas e aquisição de peças em caráter de urgência.

Inexistência de registro das manutenções e falta de padronização das ações de manutenção.	A falta de informatização afeta diretamente na qualidade da rotina de manutenção e impossibilita fazer acompanhamento de indicadores.
Inexistência de planos de manutenção.	Dificulta a identificação das falhas, ocasiona perdas na produção, maior tempo de parada e consequentemente maiores custos indiretos de manutenção.
Ausência de tagueamento e codificação dos equipamentos.	Dificulta para uma pessoa não familiarizada com o sistema localizar e identificar um elemento de máquina.
Ausência de treinamento para os colaboradores.	Produtividade baixa, aumento da rotatividade, ambientes inseguros, retrabalho e má utilização dos equipamentos.
Ausência de roteiros de lubrificação para os maquinários.	Maior desgaste dos equipamentos e temperaturas indesejáveis de trabalho.

Fonte: Autor (2022).

Ao realizar uma análise nos problemas encontrados e descritos na tabela acima, como altos custos com manutenção, perdas de produção, tempo de parada elevado, diminuição da vida útil dos equipamentos e a falta de colaboradores bem treinados, é possível observar que afetam diretamente a sobrevivência da empresa. Com isso a necessidade da empresa de desenvolver ações que contribuam para eliminar ou diminuir os impactos desses problemas torna-se de fundamental importância.

Para tal fim, a seguir é apresentada a proposta de implantação das funções do PCM, de acordo com as etapas apresentadas por Viana (2002), fundamentada teoricamente na seção 2.3.

4.4 Propostas de implantação do PCM

O presente trabalho equivale em um estudo de caso que busca propor um modelo de gestão da manutenção fundamentado nas etapas de implantação do PCM (planejamento e controle da manutenção), dado que a empresa estudada não possui um setor organizado para conduzir as atividades de manutenção. Dessa forma, foi possível observar que a ausência de padronização dos processos e as faltas de documentos com histórico de intervenções realizadas

tornam as operações de manutenção mais complexas e difíceis, exigindo do mantenedor um tempo maior para a execução do serviço e eleva os custos.

Por conseguinte, a partir das averiguações levantadas junto a empresa, foi possível definir as etapas adequadas para a implantação das funções do PCM. A Tabela 7 apresenta as etapas da implementação do PCM no estudo, que serão detalhadas nos tópicos a seguir.

Tabela 7: Etapas da implementação do PCM.

	Etapas	Objetivo
Organização da manutenção	Identificação dos equipamentos	Adquirir conhecimento de todos os equipamentos e maquinários utilizados no processo produtivo da empresa.
	Tagueamento e codificação	Formular uma estrutura de TAG e código que facilite a identificação, localização dos equipamentos e preenchimento de documentos.
	Fluxo dos serviços de manutenção e organograma organizacional	Definir como deve ocorrer o fluxo de informações dentro do setor e propor uma estrutura organizacional para o setor.
	Elaboração de solicitações e ordens de serviço	Elaboração de modelos de solicitações de serviço e ordens de serviço, com a finalidade de formalizar os pedidos de intervenções e auxiliar como base para a criação de um banco de dados, contendo o histórico dos serviços.
Cadastros necessários	Características técnicas dos equipamentos	Elaborar um modelo de folha de especificação, que irá abranger as principais informações técnicas sobre cada equipamento para servir de consulta de forma organizada e rápida.
	Definição da criticidade utilizando a matriz de prioridade	Definir a criticidade dos equipamentos e com isso estabelecer qual método de manutenção a ser executado para garantir o melhor aproveitamento.
	Registro do histórico e sistema de controle	Definir como serão arquivadas as informações pertinentes as manutenções de modo que a consulta seja de fácil acesso.
Programação e Planos de manutenção	Definição de um roteiro de inspeções visuais	Elaborar um modelo de folha de verificação para auxiliar o preenchimento durante o processo de identificação de falhas, para diminuir os custos indiretos e evitar o efeito cascata.
	Definição de um roteiro de lubrificação	Definir os elementos que necessitam de lubrificação e montar um modelo de que resuma as informações necessárias para essas ações.
	Criação do plano de manutenção preventivo	Elaboração de plano de ações a serem desenvolvidas a fim de prevenir as falhas nos equipamentos, tendo a especificação do que deve ser realizado e periodicidade que deve ocorrer.
Controle	Definição dos indicadores de desempenho	Definir quais os indicadores de desempenho vão medir os parâmetros mais relevantes para a empresa com base na aplicação.

Fonte: Autor (2022).

4.5 Organização da Manutenção

4.5.1. Identificação dos equipamentos e Tagueamento

Inicialmente, é necessário realizar a listagem de todos os equipamentos envolvidos no processo produtivo da empresa, assim como a função desempenhada por cada um, que conseqüentemente irá auxiliar futuramente em estabelecer as melhores estratégias de manutenção. A Tabela 8 apresenta os equipamentos, bem como o fabricante e funcionalidade dentro do processo.

Tabela 8: Levantamento dos equipamentos.

Equipamento	Fabricante	Aplicabilidade no Processo
Britador primário mandíbula IMIC BMI-975	IMIC	Sua finalidade é reduzir o material através de mandíbulas a um tamanho pequeno o suficiente para que possa ser transportado por correias transportadoras até os próximos estágios de britagem.
Britador cônico secundário 236 FAÇO	FAÇO	São utilizados nas britagens secundárias, terciárias e quaternárias, reduzindo as rochas até cerca de 25 mm. Possuem um sistema de ajuste hidráulico que auxilia em obter diferentes tamanhos de britas.
Britador cônico terciário Nordberg GP330	Nordberg	Pode reduzir a brita a até 4,8mm. Assim como no britador secundário, os tipos obtidos são brita 1 e pedrisco.
Alimentador vibratório IMIC	IMIC	São utilizados nas alimentações dos britadores primários e secundários.

Transportadores de correia IMIC	IMIC	Responsáveis pela movimentação de materiais.
Calha vibratória IMIC	IMIC	Sua finalidade é a dosagem de materiais aos processos subsequentes de forma contínua.
Peneira classificadora SXPI	FACIX	Responsável pela classificação e separação das pedras em diferentes granulometrias.
Escavadeira SDLG LG6225E	SDLG	Sua função é carregar os caminhões na pedreira com as matérias primas e produtos acabados.
Pá carregadeira L120	VOLVO BM	Responsável por carregar os caminhões com produtos acabados na expedição.
Caminhões L1113	Mercedes-Benz	Responsáveis pelo transporte das pedras da pedreira até o início do processo de britagem.
Caminhões 2423K	Mercedes-Benz	São utilizados para realizar a entrega dos produtos acabados para os clientes.

Fonte: Autor (2022).

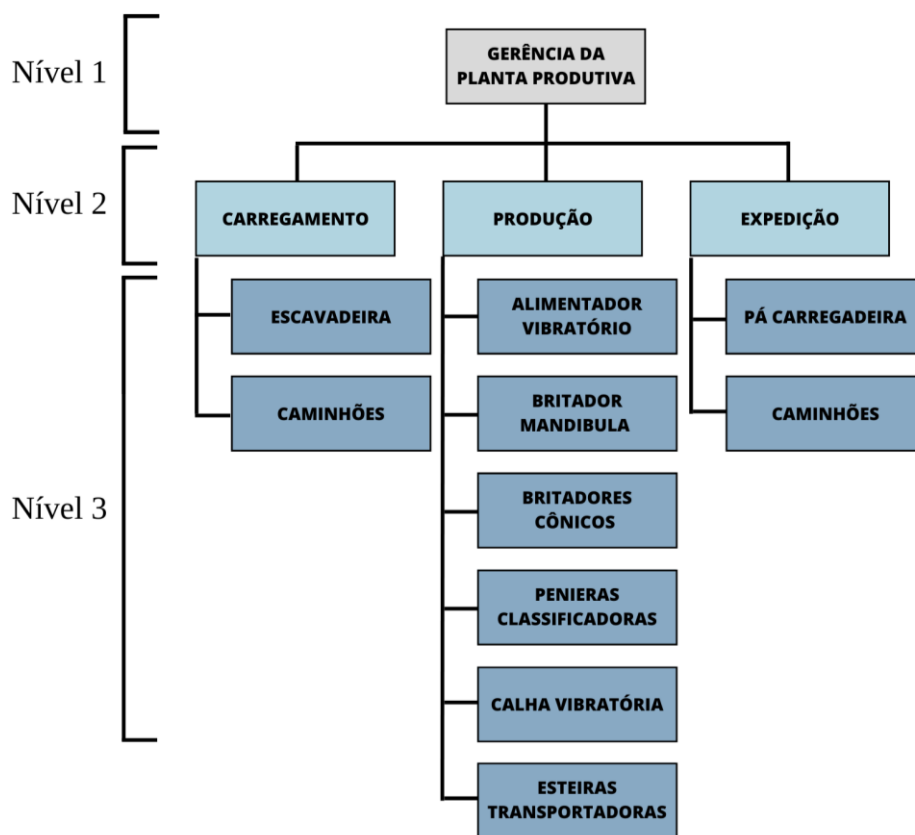
Após o processo de identificação, inicia-se a etapa de organização da manutenção através da codificação dos componentes de cada equipamento. O tagueamento tem como finalidade cadastrar e identificar cada tipo de equipamento na sua exata localização dentro de uma instalação industrial. Com a sua implementação, é possível efetuar a criação de um banco de informações contendo o histórico de manutenções efetuadas em cada máquina e com isso é possível realizar o gerenciamento sobre este ativo.

Para a área de Planejamento e Controle de Manutenção (PCM) este sistema é de extrema importância. Para a implementação de um sistema de tagueamento, Viana (2002) sugere que em uma empresa de médio ou grande porte poderá se optar por cinco níveis de Tag para a estrutura de seu tagueamento, sendo o nível mais alto reservado a gerência, o segundo, às áreas

destas, o terceiro, aos sistemas, o quarto aos aglutinadores e por último à posição dos equipamentos.

Deste modo, dado que a empresa possui apenas uma planta produtiva, no primeiro nível teremos a gerência, o segundo nível será dado pelos processos de carregamento, produção, pesagem e expedição. Finalmente, o terceiro nível será dado pelos equipamentos e maquinários de cada setor, conforme mostra a Figura 9.

Figura 9: Proposta de mapeamento da empresa para o tagueamento.



Fonte: Autor (2022).

O primeiro nível será identificado como 001, por possuir apenas um gerente responsável por toda planta produtiva. As áreas do nível 2 serão identificadas pelas três primeiras letras indicando a área: Carregamento (CAR), Produção (PRO) ou Expedição (EXP). Será necessário que tanto o nível 2 como o nível 3 possuam unidades de propriedades (UP), que segundo Viana (2002), consistem em códigos de dois dígitos e sua função é análoga ao CEP usado pelos correios brasileiros.

O *Tag* de nível 2 será formado, além das três primeiras letras, por três dígitos, o primeiro da esquerda para a direita, indicando a fase e os dois dígitos seguintes serão a unidade de propriedade, conforme mostra a Tabela 9.

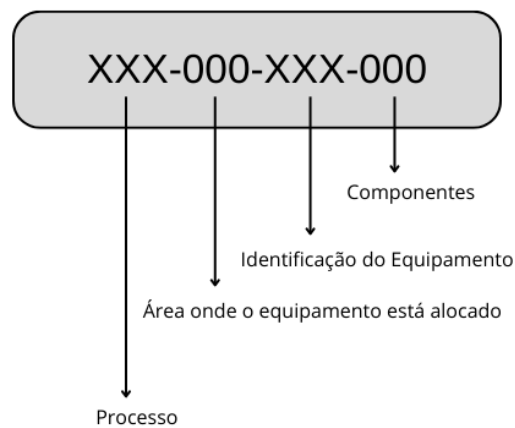
Tabela 9: Tagueamento nível 2.

UP	TAG	Processo
01	CAR-001	Carregamento
02	PRO-002	Produção
03	EXP-003	Expedição

Fonte: Autor (2002).

A forma de identificação de cada equipamento seguirá a partir da especificação da Tag dos processos apontados acima e terá a incumbência de localizar o equipamento dentro do processo e especificá-lo, formando assim o terceiro nível. Com isso, os componentes principais de cada equipamento poderão ser codificados, conforme a Figura 10 demonstra.

Figura 10: Proposta de padrão de codificação.



Fonte: Autor (2022).

A partir da proposta de codificação apresentada acima, a Tabela 10 apresenta o código de cada equipamento e seus principais componentes. Essa identificação e codificação são essenciais para a manutenção, pois tornam possível diferenciar cada peça e auxiliam no acompanhamento da vida útil, além de facilitar o preenchimento de documentos que irão

contribuir para as manutenções, como planos de inspeções e ordens de serviço a serem realizados.

Tabela 10: Identificação e codificação dos equipamentos.

UP	Equipamento	Componente	TAG
01	Escavadeira	Motor	CAR-001-ESC-001
		Braço	CAR-001-ESC-002
		Caçamba	CAR-001-ESC-003
		Cabine	CAR-001-ESC-004
		Esteiras	CAR-001-ESC-005
	Caminhão L1113	Motor	CAR-001-CAM-001
		Caçamba	CAR-001-CAM-002
		Eixos	CAR-001-CAM-003
Chassi		CAR-001-CAM-004	
02	Alimentador Vibratório	Motor	PRO-002-ALI-001
		Mesa Vibratória	PRO-002-ALI-002
		Conjunto de Molas	PRO-002-ALI-003
	Britador Primário Mandíbula	Motor	PRO-002-PRI-001
		Polia motora	PRO-002-PRI-002
		Correias de acionamento	PRO-002-PRI-003
		Rolamentos	PRO-002-PRI-004
		Calhas laterais	PRO-002-PRI-005
		Cunhas	PRO-002-PRI-006
		Tirantes das molas	PRO-002-PRI-007
		Eixo de acionamento	PRO-002-PRI-008
		Estrutura do britador	PRO-002-PRI-009
		Painel de controle	PRO-002-PRI-010
	Britador Secundário Cônico	Motor	PRO-002-SEC-001
		Cabeça	PRO-002-SEC-002
		Câmara de britagem	PRO-002-SEC-003
		Anel de ajuste	PRO-002-SEC-004
		Eixo de acionamento	PRO-002-SEC-005

		Estrutura do britador	PRO-002-SEC-006
		Painel de controle	PRO-002-SEC-007
	Britador Terciário Cônico	Motor	PRO-002-TER-001
		Cabeça	PRO-002-TER-002
		Câmara de britagem	PRO-002-TER-003
		Eixo de acionamento	PRO-002-TER-004
		Cilindro de Trava	PRO-002-TER-005
		Anel de ajuste	PRO-002-TER-006
		Estrutura do britador	PRO-002-TER-007
		Painel de controle	PRO-002-TER-008
	Peneira Classificadora	Motor	PRO-002-PEN-001
		Tela de aço	PRO-002-PEN-002
	Esteiras Transportadoras	Motor	PRO-002-EST-001
		Tambores dos transportadores	PRO-002-EST-002
		Cavaletes	PRO-002-EST-003
Correias		PRO-002-EST-004	
03	Pá carregadeira	Motor	EXP-003-PAC-001
		Braço de elevação	EXP-003-PAC-002
		Cilindro de descarga	EXP-003-PAC-003
		Caçamba	EXP-003-PAC-004
	Caminhões 2423K	Motor	EXP-003-CAM-001
		Transmissão	EXP-003-CAM-002
		Eixos	EXP-003-CAM-003
		Chassi	EXP-003-CAM-004

Fonte: Autor (2022).

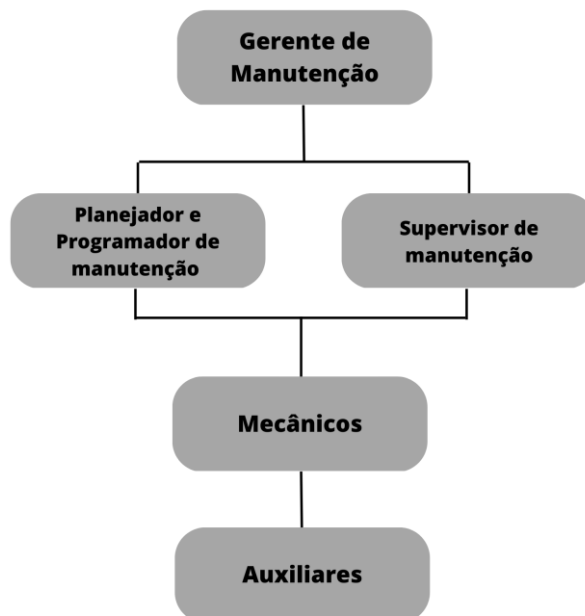
Na Tab. 10, alguns equipamentos possuem o primeiro nome iguais como os britadores, por isso, foi realizada a distinção com as três primeiras letras da etapa que executam, sendo elas britagem primária, secundária e terciária.

4.5.2. Fluxo dos serviços de manutenção e organograma organizacional

Como já descrito anteriormente, as atividades de manutenção da empresa são de responsabilidade apenas do gerente da planta produtiva e realizadas por um mecânico. O gerente é responsável por identificar e aprovar todas as atividades de manutenção, com exceção dos casos de manutenção elétrica que são terceirizadas. Os demais colaboradores da empresa não são diretamente envolvidos com essas atividades, realizam apenas atividades de auxílio como informar ao gerente da planta quando percebem alguma falha em determinado maquinário.

Para se alcançar melhores resultados e obter um bom funcionamento do sistema de planejamento e controle da manutenção, é fundamental que sejam praticadas mudanças na cultura organizacional. Para que as ações sejam realizadas com instruções específicas e de maneira formal, foi proposto um organograma formalizando o setor de manutenção, apresentado na Figura 11.

Figura 11: Organograma proposto para o setor de manutenção.



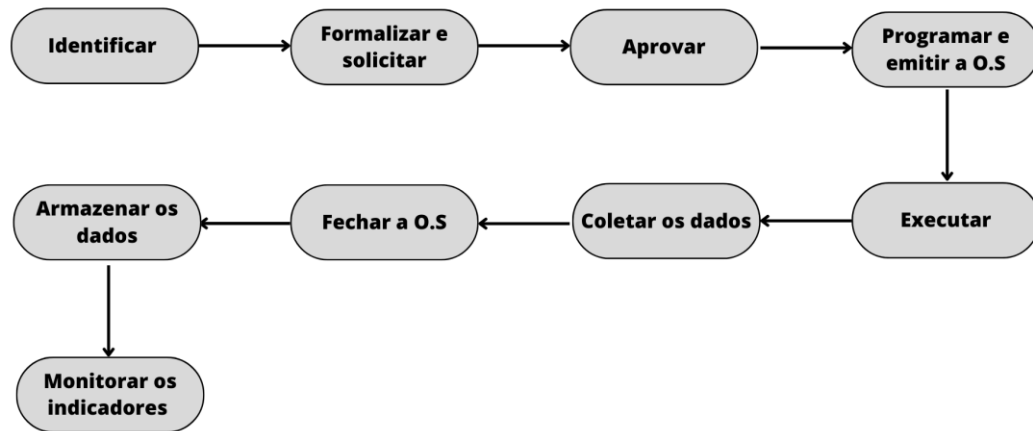
Fonte: Autor (2022).

Os cargos atribuídos no organograma proposto na Figura 11 devem possuir as seguintes atribuições:

- a) Gerente de manutenção: tem a responsabilidade de monitorar e coordenar os processos, gerir o setor, acompanhar e controlar os resultados, com o objetivo de minimizar as divergências e auxiliar a tomada de decisão;
- b) Planejador e programador de manutenção: planeja e programa os serviços de manutenção em todas as áreas de forma a otimizar a produtividade e analisa as falhas. Acompanha e emite relatórios, registrando o tempo parado dos equipamentos, materiais utilizados e peças compradas;
- c) Supervisor de manutenção: atua na gestão das manutenções de todo maquinário da empresa, sendo essas manutenções corretivas, preventivas e preditivas. Realiza o acompanhamento das ordens de serviço, organiza o material necessário para as ações e solicita compra de peças de reposição. Além de ser o profissional que tem a visão macro do bom funcionamento dos equipamentos e que instrui os manutentores, direcionando-os;
- d) Mecânicos: realiza ações de montagem e desmontagem de equipamentos para a identificação das causas da falha, efetua o reparo e substituição de peças, deixando o equipamento e seus componentes em condições de plena capacidade de uso;
- e) Auxiliar: executa as rotas de inspeção, identifica as falhas nos equipamentos e auxilia na manutenção de máquinas, motores e equipamentos. Realiza o transporte de equipamentos e ferramentas necessários ao trabalho. Além de executar a limpeza e conservação das peças e equipamentos utilizados.

Após atribuir as responsabilidades do setor, é de fundamental importância definir como será o fluxo de informações, desde a identificação da falha até o monitoramento dos indicadores de manutenção. A Figura 12 mostra a proposta de fluxograma para a empresa.

Figura 12: Proposta de fluxo de informações e serviços.



Fonte: Autor (2022).


O fluxo de informações e serviços se inicia no momento em que é identificada uma falha. A identificação das falhas deve ser originada, principalmente, das rotinas de inspeção, porém também podem partir de operadores durante o uso dos equipamentos. Em seguida, é realizada a formalização das falhas através de uma solicitação de serviço (SS), que será aprovada pelo supervisor. Este realizará a emissão de uma ordem de serviço (OS) que será transmitida para o planejador e programador de manutenção, responsável por programar as ações para a execução. Após a execução da tarefa, deve-se concluir o preenchimento da OS e armazenar as informações obtidas em um banco de dados, que posteriormente será utilizado para o monitoramento dos resultados do setor por meio de indicadores.

4.5.3. Elaboração de solicitações e ordens de serviço

A elaboração de documentos padrões, como as solicitações e ordens de serviço, para o fluxo de informações é de fundamental importância para a manutenção. A solicitação de serviços (SS) é um documento que tem a função de emitir comunicações internas na empresa a respeito de uma tarefa que precisa ser executada.

Foi elaborado um modelo de solicitação de serviço que obtenha as informações básicas, como o setor onde o equipamento se encontra, qual equipamento e sua TAG, o grau de urgência, o serviço a ser realizado e a descrição da falha. A Figura 13 mostra o modelo de solicitação de serviço proposto para a empresa.

Figura 13: Modelo de Solicitação de Serviço (SS) proposto.

	<h2>Solicitação de Serviço (SS)</h2>
Setor: _____ N°: xxxxxx Equipamento: _____ TAG: _____	
Serviço Solicitado: <input type="checkbox"/> Manutenção <input type="checkbox"/> Instalação <input type="checkbox"/> Compra	
Grau de severidade: <input type="checkbox"/> Baixa <input type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Máxima	
Descrição da falha:	
<hr/> <hr/> <hr/>	
_____ Assinatura do Solicitante	Data da solicitação: __/__/____
Observações:	
<hr/> <hr/> <hr/>	
_____ Assinatura do Supervisor	Data: __/__/____

Fonte: Autor (2022).

O modelo proposto de SS busca obter informações básicas referentes a detecção de falhas ou observações da parte de manutenção. Os campos de preenchimento: setor, equipamento, tag, serviço solicitado, descrição da falha, assinatura e data de solicitação, são de responsabilidade do solicitante e os demais campos são de responsabilidade do supervisor de manutenção.

A ordem de serviço (OS) é um documento formal e mais elaborado que a SS, pois descreve o trabalho a ser realizado. Ele autoriza e direciona o mecânico a desempenhar determinada tarefa. Trata-se de um instrumento importante para registrar informações sobre cada serviço efetuado. Assim, a OS será precedida dos planos de manutenção ou de uma SS. Alguns campos da OS a serem preenchidos serão de responsabilidade do solicitante, supervisor ou planejador, e o restante deve ser informado pelo mecânico após a realização da atividade.

Ao final, as ordens de serviço devem ser arquivadas e compor um banco de dados, para que o histórico de intervenções nos equipamentos seja registrado, o que irá proporcionar

possíveis análises posteriores, que irão garantir um maior controle sobre as manutenções e ou instalações. A Figura 14 apresenta o modelo de ordem de serviço proposto.

Figura 14: Modelo de ordem de serviço proposto.

PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO	
ORDEM DE SERVIÇO	
SOLICITANTE	
DATA DE ABERTURA: / / NOME:	
LOCAL:	
EQUIPAMENTO: TAG:	
<u>DESCRIÇÃO DO PROBLEMA</u>	
GESTOR DA ÁREA:	
GESTÃO DA MANUTENÇÃO	
NATUREZA DA ATIVIDADE: <input type="checkbox"/> CORRETIVA <input type="checkbox"/> PREVENTIVA	
TIPO DE TRABALHO: <input type="checkbox"/> MECÂNICA <input type="checkbox"/> ELÉTRICA	
MANUTENTOR RESPONSÁVEL:	
SUPERVISOR DE MANUTENÇÃO:	
EXECUTANTE	
PEÇAS/ SERVIÇOS UTILIZADOS	
QTDE.	DESCRIÇÃO
DESCRIÇÃO CORRETIVA REALIZADA	
COMPONENTE:	
MODO DE FALHA:	
SOLUÇÃO:	
TEMPO DE REPARO:	DATA: INÍCIO: : TÉRMINO: : DATA: INÍCIO: : TÉRMINO: :
HOVE PARADA: <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO	
ERRO OPERACIONAL: <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO	
ASSINATURA DO SOLICITANTE:	
ASSINATURA DO GERENTE DE MANUTENÇÃO:	

Fonte: Autor (2022).

O modelo de ordem de serviço inicia com o cabeçalho, onde encontram-se informações voltadas para o solicitante da OS. Em seguida, estão os campos com informações voltadas a gestão da manutenção. No terceiro campo a ser preenchido tem-se as descrições que serão

preenchidas pelo executante e um campo reservado apenas para a análise de corretivas executadas, onde estão o local para a descrição das atividades realizadas e o tempo gasto no reparo. Esses dados serão de extrema importância para o setor de manutenção, pois possibilitarão a construção de um banco de dados para investigações e aplicação de índices de manutenção.

4.6. Cadastros necessários

4.6.1. Características técnicas dos equipamentos

O planejamento deverá ter vinculado a cada equipamento um arquivo com suas características técnicas, manuais, especificações, desenhos, entre outras informações relevantes. Com um acervo técnico de rápida consulta como esse, o setor de manutenção ganhará mais eficiência, organização e confiabilidade. Com a posse deste arquivo, o PCM poderá consultar dimensões, especificações de componentes, acelerando assim processos de compra, substituição de fornecedores e melhoria nos processos.

Para isso é necessário realizar um levantamento e cadastrar as características de cada um dos equipamentos da planta. A base para essa documentação são as folhas de especificação (FE) que deverão conter informações objetivas, como componentes dos equipamentos. A Figura 15 mostra um modelo de folha de especificação desenvolvido como proposta aplicada ao britador primário.

O modelo da folha de especificação proposto deve ser feito para todos os equipamentos, destacando as especificações técnicas pertinentes a cada equipamento, garantindo a sua rastreabilidade. Além de conter um campo para preenchimento de itens sobressalentes com a referência do fabricante, e se existente adicionar o código de estoque do item da empresa.

Figura 15: Modelo de folha de especificação proposta.

PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO		
FOLHA DE ESPECIFICAÇÃO		
EQUIPAMENTO: BRITADOR PRIMÁRIO MODELO: 975		
FABRICANTE: IMIC		
DESCRIÇÃO: BRITADOR PRIMÁRIO MANDÍBULA		
APLICAÇÃO: BRITAGEM PRIMÁRIA RESPONSÁVEL PELA FRAGMENTAÇÃO DE MATERIAL DE GRANDES DIMENSÕES REDUZINDO-OS PARA OS PROCESSOS SEGUINTE.		
ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS		
	POTÊNCIA: 100 CV TENSÃO: 380 V CORRENTE NOMINAL: 149 A ROTAÇÃO: 270 RPM PESO: 17000 Kg ABERTURA DA BOCA: 90 X 75 CM PRODUÇÃO: 125-200 m ³ /h	
		
PEÇAS DE REPOSIÇÃO		
ITEM:	FABRICANTE:	CÓDIGO:

Fonte: Autor (2022).

4.6.2. Definição da criticidade utilizando a matriz de prioridade

Na manutenção industrial as variáveis circunstanciais que influem no dia a dia de uma equipe mantenedora não são poucas, por isso, nasce a necessidade de definir uma matriz de prioridade, onde ela irá auxiliar na decisão de como priorizar os serviços e qual executar primeiro. Para simplificar a tomada de decisão, utiliza-se a matriz de prioridade, que consiste

na combinação da criticidade do equipamento e o nível de urgência do serviço, fundamentada teoricamente na seção 2.3.4.

Segundo o modelo proposto por Viana (2002), foram estabelecidas as pontuações para segurança no trabalho e meio ambiente (pontuação 1), qualidade (pontuação 2) e operacionalidade (pontuação 3). O resultado da análise de matriz de prioridade está apresentado na Tabela 11.

Tabela 11: Classificação da matriz de prioridade dos equipamentos.

	Pontuação 1	Pontuação 2	Pontuação 3	Pontuação Final	Criticidade
Escavadeira	2	0	4	2,0	Y
Caminhão L1113	2	0	3	1,67	Z
Alimentador Vibratório	2	1	14	5,67	X
Britador Primário	0	4	15	6,33	X
Britador Secundário	0	0	16	5,33	X
Britador Terciário	0	4	3	2,33	Y
Peneira Classificadora	0	0	14	4,67	X
Esteiras Transportadoras	1	1	14	5,33	X
Pá Carregadeira	0	0	4	1,33	Z
Caminhão 2423K	0	1	3	1,33	Z

Fonte: Autor (2022).

Ao analisar a Tabela 11, observa-se que os equipamentos de maior criticidade estão classificados com a letra X, como alimentador vibratório, britador primário, britador secundário, peneira classificadora e as esteiras transportadoras. Isso pode ser explicado pelo fato de se tratar de equipamentos onde a falha deles implica na parada da produção. Já os equipamentos classificados em Y, escavadeira e o britador terciário, possuem criticidade média e os equipamentos classificados com Z possuem uma menor criticidade, caminhões e pá carregadeira.

Saber quais são os ativos críticos, onde focar esforços e investimentos com prioridades definidas, sem dúvida, ajuda o setor de manutenção a manter o maquinário no melhor estado e funcionamento. Por isso, ao utilizar a matriz de criticidade é possível entender a importância do equipamento e o quanto é indispensável ao sistema de produção da empresa. Além disso, ao estipular os níveis de criticidade, o gestor conseguirá estabelecer prioridades na manutenção, auxiliando em seu principal objetivo de evitar a paralisação da produção e prejuízos financeiros.

4.6.3. Registro do histórico e sistema de controle

A criação de um relatório das informações referentes aos serviços de manutenção possui uma grande importância no gerenciamento de um processo produtivo. Com um banco de dados organizado, que permita uma pesquisa rápida por data, tag, equipamento, componentes, causa, sintoma e intervenções, se acompanha toda a trajetória de um equipamento, onde será possível realizar análises adequadas para estudos de causas de falhas, trocas de fornecedores de sobressalentes, melhoria da manutenibilidade e, principalmente, decisões baseadas em fatos mensuráveis.

Como proposta para registro e histórico de manutenções contamos com o *software* Excel[®] que permite a criação de banco de dados com inserção e tabulação de dados, além da criação de relatórios, consultas, aplicação de gráficos e indicadores. Além do Excel[®] existem no mercado outras ferramentas, como um sistema integrado de gestão ou ERP (*Enterprise Resource Planning*) que consiste em um sistema de gestão que permite acesso fácil, integrado e confiável aos dados de uma empresa.

A partir das informações levantadas pelo *software*, é possível fazer diagnósticos aprofundados sobre as medidas necessárias para reduzir custos e aumentar a produtividade, porém se trata de um *software* que necessita de um investimento financeiro considerável e treinamento de capacitação dos funcionários. Por outro lado, a empresa já possui instalado o pacote Office[®] que contém o Excel. Assim, a empresa não necessitará de investimento em *software* e será apenas preciso investir na capacitação dos colaboradores para trabalhar na criação de um banco de dados. As informações a serem introduzidas no banco de dados são dados coletados dos documentos que seguem os modelos propostos neste estudo, como as solicitações de serviço e ordens de serviço.

4.7 Programação e Planos de manutenção

4.7.1. Definição de um roteiro de inspeções visuais

A primeira categoria de planos de manutenção é a mais básica, mas não menos importante, as inspeções visuais rotineiras dos equipamentos, utilizado para avaliar as condições ou qualidade de uma peça ou maquinário. Por meio deste tipo de exame simples, é possível detectar, através dos cinco sentidos do mantenedor, falhas em equipamentos de fácil resolução no estágio de gravidade em que se encontra. A inspeção consiste na observação de certas características dos equipamentos, tais como, ruído, temperatura, condições de conservação e vibração. O preenchimento do roteiro de inspeção visual possui pontos principais a serem preenchidos, sendo eles a área em que o maquinário ou componente está alocado, a data da inspeção e para cada condição de operação (fixação, limpeza, vibração, etc.) realizar o preenchimento com “OK” para situação conforme, N para situação não conforme e P para equipamento ou componente parado. Além da assinatura do executante da inspeção. Já o verso do roteiro de inspeção visual será destinado as observações do executante da inspeção visual, contendo a descrição do item, o possível defeito encontrado e a descrição do mesmo, além de conter a ação necessária indicada pelo executante sendo elas, ações preventivas, monitoramento, emergenciais ou de urgência. A Figura 16 aponta um modelo de documento que indica os pontos de observações, através de um preenchimento rápido, e a Figura 17 mostra uma planilha de observações e detalhamentos.

Como nota-se no modelo proposto, as observações devem ser simples, rápidas e embora devam ser realizadas com a devida atenção, não necessitam de muito detalhamento. As inspeções visuais devem acompanhar aspectos do funcionamento dos equipamentos, com uma periodicidade padronizada, desta forma detectando alguma mudança de pequena proporção. A rota de inspeção poderá ser executada por operadores e mantenedores.

Figura 16: Roteiro diário de inspeção visual.

INSPEÇÃO DE ROTA MECÂNICA							ÁREA: PRODUÇÃO	DATA:			
PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO							SISTEMA: BRITADOR PRIMÁRIO				
ITENS DE VERIFICAÇÃO MECÂNICA							FREQ: SEMANAL				
EQUIPAMENTO	TAG	FIXAÇÃO	TEMPERATURA	RÚIDO	VIBRAÇÃO	LIMPEZA	VEDAÇÃO	CONDIÇÕES GERAIS DE INTEGRIDADE	CONDUTORES ELÉTRICOS	LUBRIFICAÇÃO	
MOTOR	PRO-002-PRI-001										
POLIA MOTORA	PRO-002-PRI-002										
CORREIAS DE ACIONAMENTO	PRO-002-PRI-003										
ROLAMENTOS	PRO-002-PRI-004										
CALHAS LATERAIS	PRO-002-PRI-005										
CUNHAS	PRO-002-PRI-006										
TIRANTES DAS MOLAS	PRO-002-PRI-007										
EIXOS DE ACIONAMENTOS	PRO-002-PRI-008										
ESTRUTURAS DO BRITADOR	PRO-002-PRI-009										
PAINEL DE CONTROLE	PRO-002-PRI-010										
LEGENDA:											
P - EQUIPAMENTOS PARADO			N - SITUAÇÃO NÃO CONFORME (PROBLEMÁTICO)				OK - SITUAÇÃO CONFORME (SEM PROBLEMA)				
ASSINATURA DO EXECUTANTE: _____											

Fonte: Autores (2022).

4.7.2. Roteiro de lubrificação

A lubrificação industrial é extremamente importante para evitar, ou diminuir ao máximo possível, a fricção entre peças, reduzindo o desgaste da máquina e possíveis problemas subsequentes. Quando o atrito diminui, o calor também deixa de ser produzido, o que ajuda na conservação do maquinário. É fundamental destacar que cada tipo de máquina ou peça industrial precisa de uma lubrificação específica, que seja eficaz o suficiente para manter os componentes em bom funcionamento. Assim, o lubrificante é importante para manter e prolongar a vida útil das peças (DE ALMEIDA, 2014).

Os elementos mecânicos passíveis de lubrificação são engrenagens, mancais, cilindros, superfícies planas deslizantes, dentre diversos outros. O lubrificante pode ter mais de uma utilização na indústria, podendo ser aplicado entre dois pontos de contato, visando criar uma película que diminua ao máximo o atrito, e pode ser utilizado na limpeza dos componentes de maquinários, contribuindo para o bom funcionamento ao impedir que o equipamento sofra corrosão (DE ALMEIDA, 2014).

A inspeção de lubrificação deverá ser realizada juntamente com a rota de inspeção e na inspeção diária do operador, tarefa constante nas atividades da manutenção. Ao executar tais medidas ocorre uma melhor flexibilidade deste processo, com isso aumentando a velocidade de ação, entre o momento da identificação do que fazer e sua real solução. Os principais pontos a serem preenchidos do roteiro de lubrificação são a data da manutenção, o tipo de manutenção realizada, o equipamento ou componente e sua respectiva TAG, os pontos de lubrificação e o tipo de lubrificante utilizado, as informações obtidas a partir do roteiro de lubrificação tornará possível a criação de um banco de dados para o PCM que facilitara as próximas manutenções e a programação das mesmas. A Figura 18 traz o modelo de roteiro de lubrificação proposto para a empresa.

Figura 18: Roteiro de lubrificação.

ROTEIRO DE LUBRIFICAÇÃO	
DATA DA MANUTENÇÃO:	
TIPO DE MANUTENÇÃO: PREVENTIVA	
SETOR: PRODUÇÃO	
EQUIPAMENTO/COMPONENTE: BRITADOR PRIMÁRIO / MOTOR	
TAG: PRO-002-PRI-001	
PONTOS DE LUBRIFICAÇÃO:	TIPOS DE APLICAÇÃO:
LUBRIFICANTE:	QUANTIDADE:
PONTOS DE LUBRIFICAÇÃO:	TIPOS DE APLICAÇÃO:
LUBRIFICANTE:	QUANTIDADE:
PONTOS DE LUBRIFICAÇÃO:	TIPOS DE APLICAÇÃO:
LUBRIFICANTE:	QUANTIDADE:

Fonte: Autor (2022).

4.7.3. Manutenção de troca de itens de desgaste

Os mecanismos de desgastes na indústria ainda fazem parte do dia a dia. Porém, quem atua na manutenção sabe como os equipamentos deteriorados podem afetar a produção e, conseqüentemente, os custos envolvidos na atividade (KERDEC E NASCIF, 2009).

É impossível erradicar todos os mecanismos de desgastes, contudo saber quais são os mais comuns nos diversos setores da indústria pode facilitar na prevenção do dano de equipamentos. É importante ter em mente que existem dois grupos principais de desgaste, sendo eles, desgaste por tempo de uso e desgaste forçado. O desgaste por tempo de uso entende-se

por desgaste natural, o componente que se deteriora pelo uso normal no tempo. Enquanto o desgaste forçado se dá por mau uso do ativo, a operação é a parte essencial na preservação de um ativo quando usado corretamente. Todos os recursos de uma máquina ou componente devem ser usados conforme manual de instruções do fabricante. Uma regulagem demasiadamente fora dos limites da máquina pode acarretar prejuízos para o processo (DE ALMEIDA, 2014).

O setor de planejamento deve se atentar a este tipo de manutenção, dando seguimento da forma mais simples possível. Primeiro, deve-se identificar quais são e onde estão os itens de desgaste, e após isso determinar a periodicidade de troca, que coincidirá com a vida útil de cada um. Desta forma, podem ser elaborados planos de manutenção de simples troca, sem a necessidade da avaliação do componente. Além disso, o setor de manutenção deve focar em um acompanhamento contínuo que está interligado ao plano de inspeções visuais e através dos dados coletados o gestor de manutenção será capaz de definir se o ativo está funcionando como deveria ou se precisa de atenção especial (DE ALMEIDA, 2014).

4.8 Plano preventivo

Os principais pontos do plano de manutenção a serem preenchidos são, o equipamento e seus componentes, assim como a TAG de cada equipamento, a periodicidade que as manutenções deverão ser realizadas, as atividades que serão executadas e os tipos de manutenção (inspeção planejada, reforma planejada e troca planejada). A Figura 19 mostra a elaboração de um plano de manutenção preventivo proposto para a empresa estudada.

4.8.1. Indicadores de desempenho da manutenção

A mensuração de desempenho é um item fundamental para a gestão de qualquer empresa. No setor da industrial essa atividade é essencial para identificar diferenças entre o desempenho alcançado e o pretendido. Dessa forma, é possível ter uma indicação de quais ações devem ser priorizadas e o que fazer para alcançar o patamar almejado.

Para a continuidade do PCM, o uso de indicadores de manutenção é capaz de evidenciar como está o andamento dos processos na empresa, analisando os diferentes desempenhos que englobam desde a parada de máquinas, passando pela disponibilidade de equipamentos, gastos de manutenção, a fim de alcançar o objetivo final da cadeia produtiva.

Como consequência do plano de manutenção estabelecido, é vantajoso que a princípio, sejam adotados os indicadores:

- MTBF (tempo médio entre falhas): que será responsável por medir a confiabilidade e a disponibilidade dos sistemas, apresentando o tempo total da máquina em operação e a quantidade de falhas.
- MTTR (tempo médio para reparos): que indicará a eficácia das ações de manutenção e irá ajudar a prever quanto tempo será necessário para a correção de uma falha e custo de manutenção por faturamento, que indicará o percentual do faturamento bruto da empresa que será destinado a cobrir custos de manutenção.

Figura 19: Plano de manutenção preventivo

PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVO																
PRIMEIRO ANO																
EQUIPAMENTO	COMPONENTE	TAG	PERIODICIDADE	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ATIVIDADE A SER EXECUTADA
ESCAVADEIRA	MOTOR	CAR-001-ESC-001	MENSAL													LUBRIFICAÇÃO
	BRAÇO	CAR-001-ESC-002	TRIMESTRAL													LUBRIFICAÇÃO
	CAÇAMBA	CAR-001-ESC-003	SEMESTRAL													CORREÇÃO DE DESGASTE
	CABINE	CAR-001-ESC-004	SEMESTRAL													CORREÇÃO DE DESGASTE
	ESTEIRAS	CAR-001-ESC-005	TRIMESTRAL													INSPEÇÃO DETALHADA DE ROTINA
CAMINHÃO L1113	MOTOR	CAR-001-CAM-001	MENSAL													LUBRIFICAÇÃO
	CAÇAMBA	CAR-001-CAM-002	SEMESTRAL													CORREÇÃO DE DESGASTE
	EIXOS	CAR-001-CAM-003	TRIMESTRAL													LUBRIFICAÇÃO
	CHASSI	CAR-001-CAM-004	SEMESTRAL													INSPEÇÃO DETALHADA DE ROTINA
ALIMENTADOR VIBRATÓRIO	MOTOR	PRO-002-ALI-001	MENSAL													LUBRIFICAÇÃO
	MESA VIBRATÓRIA	PRO-002-ALI-002	MENSAL													INSPEÇÃO DETALHADA DE ROTINA
	CONJUNTO DE MOLAS	PRO-002-ALI-003	SEMESTRAL													SUBSTITUIÇÃO POR DESGASTE
BRITADOR PRIMÁRIO MANDÍBULA	MOTOR	PRO-002-PRI-001	MENSAL													LUBRIFICAÇÃO
	POLIA MOTORA	PRO-002-PRI-002	TRIMESTRAL													INSPEÇÃO DETALHADA DE ROTINA
	CORREIAS DE ACIONAMENTO	PRO-002-PRI-003	TRIMESTRAL													INSPEÇÃO DETALHADA DE ROTINA
	ROLAMENTOS	PRO-002-PRI-004	MENSAL													LUBRIFICAÇÃO
	CALHAS LATERAIS	PRO-002-PRI-005	SEMESTRAL													INSPEÇÃO DETALHADA DE ROTINA
	CUNHAS	PRO-002-PRI-006	SEMESTRAL													INSPEÇÃO DETALHADA DE ROTINA
	TIRANTES DAS MOLAS	PRO-002-PRI-007	TRIMESTRAL													INSPEÇÃO DETALHADA DE ROTINA
	EIXOS DE ACIONAMENTOS	PRO-002-PRI-008	MENSAL													LUBRIFICAÇÃO
	ESTRUTURA DO BRITADOR	PRO-002-PRI-009	SEMESTRAL													CORREÇÃO DE DESGASTE
PAINEL DE CONTROLE	PRO-002-PRI-010	TRIMESTRAL													INSPEÇÃO DETALHADA DE ROTINA	
BRITADOR SECUNDÁRIO CÔNICO	MOTOR	PRO-002-SEC-001	MENSAL													LUBRIFICAÇÃO
	CABEÇA	PRO-002-SEC-002	SEMESTRAL													INSPEÇÃO DETALHADA DE ROTINA
	CÂMARA DE BRITAGEM	PRO-002-SEC-003	SEMESTRAL													INSPEÇÃO DETALHADA DE ROTINA
	ANEL DE AJUSTE	PRO-002-SEC-004	TRIMESTRAL													INSPEÇÃO DETALHADA DE ROTINA
	EIXOS DE ACIONAMENTOS	PRO-002-SEC-005	MENSAL													LUBRIFICAÇÃO
	ESTRUTURA DO BRITADOR	PRO-002-SEC-006	SEMESTRAL													CORREÇÃO DE DESGASTE
	PAINEL DE CONTROLE	PRO-002-SEC-007	TRIMESTRAL													INSPEÇÃO DETALHADA DE ROTINA

BRITADOR TERCIÁRIO CÔNICO	MOTOR	PRO-002-TER-001	MENSAL															LUBRIFICAÇÃO
	CABEÇA	PRO-002-TER-002	SEMESTRAL															INSPEÇÃO DETALHADA DE ROTINA
	CÂMARA DE BRITAGEM	PRO-002-TER-003	SEMESTRAL															CORREÇÃO DE DESGASTE
	EIXOS DE ACIONAMENTO	PRO-002-TER-004	MENSAL															LUBRIFICAÇÃO
	CILINDRO DE TRAVA	PRO-002-TER-005	TRIMESTRAL															INSPEÇÃO DETALHADA DE ROTINA
	ANEL DE AJUSTE	PRO-002-TER-006	TRIMESTRAL															INSPEÇÃO DETALHADA DE ROTINA
	ESTRUTURA DO BRITADOR	PRO-002-TER-007	SEMESTRAL															CORREÇÃO DE DESGASTE
	PAINEL DE CONTROLE	PRO-002-TER-008	TRIMESTRAL															INSPEÇÃO DETALHADA DE ROTINA
PENEIRA CLASSIFICADORA	MOTOR	PRO-002-PEN-001	MENSAL															LUBRIFICAÇÃO
	TELA DE AÇO	PRO-002-PEN-002	SEMESTRAL															CORREÇÃO DE DESGASTE
ESTEIRAS TRANSPORTADORAS	MOTOR	PRO-002-EST-001	MENSAL															LUBRIFICAÇÃO
	TAMBORES DOS TRANSPORTADORES	PRO-002-EST-002	TRIMESTRAL															INSPEÇÃO DETALHADA DE ROTINA
	CA VALETES	PRO-002-EST-003	SEMESTRAL															INSPEÇÃO DETALHADA DE ROTINA
	CORREIAS	PRO-002-EST-004	MENSAL															INSPEÇÃO DETALHADA DE ROTINA
PÁ CARREGADEIRA	MOTOR	EXP-003-PAC-001	MENSAL															LUBRIFICAÇÃO
	BRAÇO DE ELEVAÇÃO	EXP-003-PAC-002	TRIMESTRAL															LUBRIFICAÇÃO
	CILINDRO DE DESCARGA	EXP-003-PAC-003	TRIMESTRAL															INSPEÇÃO DETALHADA DE ROTINA
	CAÇAMBA	EXP-003-PAC-004	MENSAL															CORREÇÃO DE DESGASTE
CAMINHÕES 2423K	MOTOR	EXP-003-CAM-001	MENSAL															LUBRIFICAÇÃO
	TRANSMISSÃO	EXP-003-CAM-002	SEMESTRAL															INSPEÇÃO DETALHADA DE ROTINA
	EIXOS	EXP-003-CAM-003	MENSAL															LUBRIFICAÇÃO
	CHASSI	EXP-003-CAM-004	TRIMESTRAL															INSPEÇÃO DETALHADA DE ROTINA
PLANEJADOR:			TIPOS DE MANUTENÇÃO		INSPEÇÃO PLANEJADA	INSPEÇÃO REALIZADA												
PROGRAMADOR:					REFORMA PLANEJADA	REFORMA REALIZADA												
					TROCA PLANEJADA	TROCA REALIZADA												

Fonte: Autor (2022).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo de caso, teve como objetivo propor a implantação de um modelo para a estruturação de um setor de PCM em uma empresa de britagem. Ao analisar uma indústria que possui em sua planta produtiva diversos maquinários funcionando concomitantemente, em que cada uma possui manutenção específica e padrões próprios, a necessidade de planejar a manutenção se torna ainda mais importante.

Por meio do estudo de caso, foi possível entender o funcionamento da empresa e como a mesma realiza suas atividades e descrever o processo produtivo, contendo as máquinas utilizadas e seus componentes, além de compreender o funcionamento das atividades de manutenção. Diante desse contexto, observou-se a necessidade de um sistema de planejamento e controle de manutenção que estruturasse o setor.

O atual setor de manutenção da empresa em estudo necessita de uma nova estruturação e organização. Ao listar os problemas encontrados, os mais visíveis foram a ausência de organização e padronização dos processos de manutenção, a inexistência de documentos com dados necessários para futuras manutenções, além do número elevado de manutenções corretivas não planejadas e as paradas dos maquinários.

O estudo foi desenvolvido em etapas para estruturar as funções do PCM, que foram compostas por definições de padrões para organização do setor, das informações, criação de documentos e de planos de atividades de manutenções preventivas, com o intuito de orientar os colaboradores na execução das atividades. Com a implementação dessas etapas pretende-se melhorar não apenas os processos, mas também a equipe para que as respostas frente aos problemas encontrados diariamente sejam mais rápidas e assertivas.

Em decorrência do estudo, observou-se que o PCM está se tornando cada vez mais essencial nas indústrias e a equipe de manutenção precisa ser vista, não mais como um mero setor de nível tático, mas sim num nível mais estratégico. Com a implementação de um sistema que compreenda um plano de manutenção bem elaborado, a utilização dos recursos pode ser otimizada e os custos reduzidos. Além de aumentar a produtividade, minimizar os prazos de paradas do sistema, minimizar os tempos médios de reparo de maquinários e peças e diminuir o tempo médio entre falhas, que conseqüentemente aumentará a produção.

Para trabalhos futuros, sugere-se a aplicação das sucessivas etapas de planejamento e controle da manutenção propostas no projeto na empresa estudada, além da implementação de outros indicadores de manutenção, pois foram propostos, inicialmente, a implementação dos

mais simples. Além disso, sugere-se utilizar parâmetros para identificar melhorias e propor soluções para padronização ou otimização de tempo, o que favorece o melhor aproveitamento da mão de obra e redução de tempo para a execução de manutenções.

6. REFERÊNCIAS

BARROS, A. de J. P. de; LEHFELD, Neide Aparecida de Souza. Projeto de pesquisa: propostas metodológicas. In: **Projeto de pesquisa: propostas metodológicas**. 1990. p. 127.

BRANCO FILHO, G. **A organização, o planejamento eo controle da manutenção**. Ciência Moderna, 2008. DEMO, Pedro. Metodologia do conhecimento científico. Atlas, 2000.

DE ALMEIDA, P. S. **Lubrificação Industrial-Tipos e métodos de lubrificação**. Saraiva Educação AS, 2014.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª Edição. São Paulo: Editora Atlas, 2012.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção-função estratégica**. Qualitymark Editora Ltda, 2009.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul: Editora Feevale, 2013. 277 p. ISBN 978-85-7717-158-3.

SOUZA, J. B. de et al. **Alinhamento das estratégias do planejamento e controle da manutenção (PCM) com as finalidades e funções do planejamento e controle da produção (PCP): uma abordagem analítica**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2008.

VIANA, H. R. G. **PCM-Planejamento e Controle da manutenção**. Qualitymark Editora Ltda, 2002.

XAVIER, F.J.C. **Manutenção como atividade de gestão e estratégia: um estudo na empresa Alfa do Polo Industrial de Manaus**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Processos, UFPA: Belém, 2015.

XENOS, H. G. **Gerenciando a manutenção produtiva: Melhores práticas para eliminar falhas nos equipamentos e maximizar a produtividade**. Falconi Editora, 2014.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2001.