

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

**ARTHUR FONTES PIMENTA**

**JOÃO PEDRO ROCHA CUNHA**

**LUCAS DE OLIVEIRA DA SILVA LEITE**

**ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO EM UMA EMPRESA  
MINERADORA**

**VOLTA REDONDA**

**2020**

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

**ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO EM UMA EMPRESA**  
**MINERADORA**

Projeto de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção do UniFOA como requisito à obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção.

Alunos:

Arthur Fontes Pimenta

João Pedro Rocha Cunha

Lucas de Oliveira Da Silva Leite

Orientador(a): Prof.<sup>a</sup> M.Sc. Byanca Porto de Lima.

**VOLTA REDONDA**  
**2020**

## FOLHA DE APROVAÇÃO

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: **ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO EM UMA EMPRESA MINERADORA**

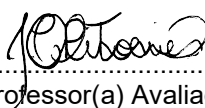
Elaborado por ARTHUR FONTES PIMENTA – 201811140, JOÃO PEDRO ROCHA CUNHA – 201720562 e LUCAS DE OLIVEIRA DA SILVA LEITE – 201520471, foi apresentado publicamente perante a Banca Avaliadora via Plataforma *Microsoft Teams*, como parte dos requisitos para conclusão do Curso de Engenharia de Produção.

Aprovada em 23 de novembro de 2020.

Banca Avaliadora:



.....  
Professor(a) Orientador(a)  
Profª Mestre Byanca Porto de Lima, UniFOA



.....  
Professor(a) Avaliador(a)  
Profª Dra. Janaina da Costa Pereira Torres de Oliveira, UniFOA



.....  
Professor(a) Avaliador(a)  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Teobaldo Alves, UniFOA

## RESUMO

A gestão da manutenção é um fator crucial no setor industrial da mineração. A grande adversidade geológica, e condições não favoráveis fazem com que os equipamentos trabalhem sobre condições extremas, proporcionando grandes chances de falhas e quebras. Devido a isso empresas, atualmente, buscam desenvolver melhorias na área da manutenção, visando reduzir os impactos negativos gerados. Neste cenário, o objetivo desse estudo é propor uma elaboração de um plano de manutenção adequado para uma empresa do ramo de mineração em Angra dos Reis, visando reduzir o número de falhas em seu processo produtivo. A empresa, que será objeto de um estudo de caso, possui uma cultura de manutenção de caráter meramente corretivo não-planejado, não possuindo um controle ou histórico sobre os reparos dos equipamentos. Falhas ocasionam paradas no processo que, por menor que seja o tempo, acarretam prejuízo para a empresa. Através de um diagnóstico inicial sobre o processo atual, este estudo propõe um novo plano de manutenção baseado na organização e registro de dados através do auxílio do programa Excel, implementação de novas atividades, como e quando devem ser realizadas, integrando todos os colaboradores junto ao processo e para avaliação do desempenho da manutenção a utilização de indicadores que tem como objetivo auxiliar em decisões gerenciais.

**Palavras-Chave:** Indicadores da Manutenção. Gestão da Manutenção. Planejamento e Controle.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
1.1 Justificativa .....	12
1.2 Objetivos .....	12
1.2.1 Objetivo Geral .....	12
1.2.2 Objetivos específicos.....	12
1.3 Problema Abordado.....	12
1.4 Metodologia .....	13
1.4.1 Classificação da Pesquisa.....	13
1.4.2 Definição das Etapas da Metodologia .....	14
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	15
2.1 Manutenção.....	15
2.2 Tipos de Manutenção .....	18
2.3 Manutenção Corretiva .....	18
2.4 Manutenção Preventiva.....	18
2.5 Manutenção Preditiva.....	19
2.6 Manutenção Detectiva.....	20
2.7 Engenharia da Manutenção .....	20
2.8 Gestão da Manutenção .....	22
2.8.1 TPM ( <i>Total Productive Maintenance</i> ) ou Manutenção Produtiva Total.....	22
2.8.2 RCM ( <i>Reliability-Centered Maintenance</i> ) ou MCC (Manutenção Centrada na Confiabilidade) .....	23
2.9 Indicadores da Manutenção .....	23
<b>3 ESTUDO DE CASO</b> .....	25
3.1 A empresa .....	25
3.1.1 Serviços.....	25
3.1.2 Localização .....	25

3.1.3. Processo Produtivo .....	25
3.2 O Britador Primário.....	27
<b>4. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA.....</b>	<b>29</b>
4.1 Identificar e Cadastrar .....	29
4.2 Criar ordens de serviço de manutenção.....	29
4.3 Desenvolver um sistema para armazenamento de dados.....	31
4.4 Idealização de um plano de manutenção adequado .....	33
4.5 Definição dos indicadores de desempenho para controle da manutenção .....	36
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>38</b>
<b>REFÊRENCIAS.....</b>	<b>39</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução da Manutenção.....	17
Figura 2 - Tipos de Manutenção.....	21
Figura 3 - Fluxograma do processo produtivo .....	26
Figura 4 - Britador e seus componentes.....	27
Figura 5 - Britador Primário .....	28
Figura 6 - Etiqueta de Codificação .....	29
Figura 7 - Ordem de Serviço de Manutenção.....	30
Figura 8 - Planilha de registro de manutenção.....	32
Figura 9 - Tela para registrar a ordem de serviço .....	32
Figura 10 - Exemplo de registro da ordem de serviço salvo.....	33
Figura 11 - Exemplo de tela para excluir registro e posteriormente localizada e excluída.....	33

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Etapas Resumidas da metodologia proposta .....	14
Quadro 2 - Descrição das partes do britador.....	27
Quadro 3 - Manutenção Diária .....	34
Quadro 4 - Manutenção Semanal .....	35
Quadro 5 - Manutenção Mensal .....	35
Quadro 6 - Manutenção Semestral .....	36

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Indicador TMEF.....	37
Equação 2 – Indicador TMPR.....	37
Equação 3 – Custo de manutenção por faturamento.....	37

## 1 INTRODUÇÃO

A competitividade atual presente no mundo globalizado de hoje, mostra a todos os tipos de segmentos que, quaisquer tipos de melhoria que sejam implementadas nas empresas, podem alavancá-las no mercado. Na área de produção a manutenção se torna cada vez mais crucial estrategicamente dentro dessas organizações. De acordo com Monchy (1987, p. 5), a produção é um propósito claro da empresa, onde a manutenção serve de benefício para a produção.

Neste panorama, conforme Pereira (2010), a manutenção deve ser utilizada de forma eficaz, agindo em conjunto com os diversos setores das organizações, mantendo dessa maneira, os processos em sintonia e funcionando de forma eficaz.

A manutenção, dentro das organizações, tem o propósito de evitar o desgaste dos equipamentos e seus componentes, gerados pelo mal uso durante sua vida útil e o desgaste natural que já se é esperado. Tais problemas podem acarretar baixos índices de desempenho, linhas de produção paradas, produtos com problemas de fabricação, problemas ambientais, comunitários, entre outros. Além de ter impacto negativo na produtividade e qualidade dos produtos, os problemas também podem pôr em risco a segurança daqueles que convivem diariamente perto desses equipamentos e instalações, bem como a segurança da própria empresa (XENOS, 1998).

Segundo Kardec e Nascif (2009):

A Manutenção existe para que não haja manutenção; estamos falando da manutenção corretiva não planejada. Isto parece paradoxal à primeira vista mas, numa visão mais aprofundada, vemos que o trabalho da manutenção está sendo enobrecido onde, cada vez mais, o pessoal da área precisa estar qualificado e equipado para evitar falhas e não para corrigi-las. (KARDEC; NASCIF, 2009, p. 9).

Infelizmente, a manutenção, por muitas empresas, é vista como apenas uma atividade de reparo. No segmento de mineração, a manutenção desempenha um papel de grande importância no sucesso de um processo produtivo. Devido as extremas condições de trabalho, como condições geológicas, locais remotos e de difícil acesso, circunstâncias climáticas e a alta exigência dos equipamentos no processo produtivo.

Diante deste contexto e para demonstrar a o impacto da gestão da manutenção nos resultados da empresa, foi realizado um estudo de caso em uma mineradora de Angra dos Reis. Para melhorar o processo produtivo foi desenvolvido uma proposta de plano de manutenção, uma vez que a empresa estudada não apresentava um plano de manutenção efetivamente elaborada.

### 1.1 Justificativa

Levando em consideração a relevância que a mineração tem com a economia do nosso país, determina-se que a busca por um efetivo plano de manutenção agrega em uma maior competitividade para as empresas no mercado.

Infelizmente o cenário das empresas de território nacional não seguem esse raciocínio sobre a importância da manutenção e como um plano de manutenção adequado pode tornar-se um ponto estratégico para seu desenvolvimento.

Tendo em vista estabelecer um plano de controle da manutenção em uma empresa de Angra dos Reis do setor de mineração, esse trabalho busca propor um caminho diferente do apresentado pela empresa e demonstrar a importância e a viabilidade de sua implantação.

### 1.2 Objetivos

#### 1.2.1 Objetivo Geral

Através de estudos teóricos sobre manutenção, esse trabalho tem o intuito de propor um novo plano de manutenção através da análise e integração de ferramentas de gestão de manutenção para o processo produtivo em questão.

#### 1.2.2 Objetivos específicos

- Identificação do equipamento crítico do processo produtivo.
- Apresentar um plano de manutenção para o equipamento mais crítico da produção.

### 1.3 Problema Abordado

O estudo de caso desse trabalho é baseado em uma empresa do ramo de mineração da cidade de Angra dos Reis. Com o objetivo de propor um melhor planejamento e controle da produção para seu processo produtivo, este trabalho

procura melhorar, principalmente, aspectos de manutenção dos maquinários da linha de produção.

Observando todo o processo produtivo foi verificado que o britador primário era a parte do processo mais crítica. Seu processo baseia-se em receber o material bruto e transformá-lo em diferentes tamanhos para serem distribuídos ao longo do processo. O material bruto coletado junto com o impacto gerado pelo seu despejo acarreta danos no equipamento. Junto à carência de um plano de manutenção, paradas indesejadas acabam prejudicando todo o processo. Com a análise de todas as informações sobre a máquina em questão e sua manutenção, agregando estudos bibliográficos e estudando a realidade da empresa, foi estabelecida uma metodologia de implantação mais adequada de um plano de manutenção.

#### 1.4 Metodologia

Segundo Costa (2001), a metodologia é baseada no estudo e na avaliação dos métodos disponíveis, identificando possíveis limitações no contexto de consequências de suas aplicações.

Esse trabalho tem o objetivo de desenvolver um plano de manutenção adequado para a empresa apresentada, através de estudos da realidade da empresa e pesquisas bibliográficas. Desse modo, foi estabelecida a implantação de uma metodologia adequada para a empresa e selecionada a área crítica do processo produtivo, como descrito anteriormente, o britador primário.

##### 1.4.1 Classificação da Pesquisa

Este trabalho compreende-se como uma pesquisa aplicada, de acordo com Silva e Menezes (2005), a pesquisa aplicada consiste em abranger conhecimentos para aplicar de forma prática, em busca de solucionar problemas específicos, conforme interesses locais.

Além disso se caracteriza como documental e bibliográfica, ou seja, baseado em dados coletados tanto de manuais, regulamentos, como através de meios eletrônicos, revistas ou livros. (VERGARA, 2010).

#### 1.4.2 Definição das Etapas da Metodologia

Baseando-se em FREITAS (2016), a metodologia proposta neste estudo foi separada em cinco etapas, sendo elas:

- Etapa 1: Identificar e cadastrar;
- Etapa 2: Criar ordens de serviço de manutenção;
- Etapa 3: Desenvolver um sistema para armazenamento de dados;
- Etapa 4: Desenvolver um planejamento para as manutenções;
- Etapa 5: Definir os indicadores para o controle do desempenho da

manutenção.

O Quadro 1 resume a metodologia proposta:

Quadro 1- Etapas Resumidas da metodologia proposta

Metodologia Proposta	
Etapas	Descrição
Etapa 1	Identificação e cadastro do equipamento para possibilitar o acompanhamento de seus dados
Etapa 2	A criação de ordens de serviço permite uma maior organização do sistema e a criação de um histórico do equipamento
Etapa 3	Armazenamento de dados coletados através das ordens de serviços
Etapa 4	Evitar falhas, desgastes e aumentar a disponibilidade dos equipamentos através de um plano de manutenção
Etapa 5	Avaliar o desempenho da área de manutenção através de indicadores

Fonte: Elaborado pelos Autores

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Manutenção

A manutenção pode ser entendida como procedimentos e cuidados técnicos que são indispensáveis para o bom funcionamento e para os reparos das máquinas e equipamentos. (ALMEIDA, 2014).

Segundo Kardec e Nascif (2009), ao longo de trinta anos a manutenção sofreu algumas mudanças, e sua evolução pode ser separada em quatro gerações.

A primeira envolve todo o período ocorrido antes da Segunda Guerra Mundial, onde muitos equipamentos e ferramentas eram simples e a produtividade não era prioridade, eram realizados apenas serviços de higiene simples, além de manutenções corretivas não programadas (KARDEC; NASCIF, 2009).

Na segunda evolução que se encontra entre 1950 e 1970, onde houve um avanço na melhoria dos equipamentos do passado, tornando o processo mais mecanizado, necessitando de um maior planejamento e controle de seus reparos, os transformando em mais confiáveis e produtivos. Devido a isso, surgiu o conceito de manutenção para não só corrigir, mas, também prevenir que ela venha a acontecer, denominada manutenção preventiva (KARDEC; NASCIF, 2009).

Já na terceira geração, que começou na década de 70, onde houve uma aceleração do processo de desenvolvimento das indústrias com o aparecimento de um novo sistema chamado Just in Time<sup>1</sup>, isto é, a produção de determinado produto conforme sua demanda sem que seja preciso produzir estoques. A criação de sistemas de manutenção mais inteligentes foi necessária para fornecer mais confiabilidade de seus ativos. Com a nova necessidade de monitoramento, junto com as novas tecnologias, surgiu um novo sistema de manutenção chamado de manutenção preditiva. Mas mesmo com a busca por uma maior confiabilidade, a ausência de diálogo entre as áreas de engenharia, manutenção e operação fazia com que melhores resultados não fossem alcançados, acarretando o aumento da quantidade de falhas prematuras. (KARDEC; NASCIF, 2009).

---

<sup>1</sup> O Just in Time é um sistema produtivo que busca produzir a quantidade solicitada sem excedentes, da maneira mais rápida e no tempo exato.

Houve uma solidificação das atividades de Engenharia da Manutenção, na quarta geração, que tem um maior enfoque na Disponibilidade, Confiabilidade e Manutenibilidade. A Manutenção prioriza a redução de falhas em períodos iniciais, é por esse motivo que a análise de falhas se torna um procedimento importante capaz de melhorar o desempenho dos equipamentos e da empresa. O aumento da utilização da manutenção preditiva é cada vez maior, por outro lado existe uma diminuição no uso da manutenção preventiva em razão de sua necessidade de paradas do equipamento para sua realização, e a utilização da manutenção corretiva não-planejada se torna um indicativo da ineficiência da manutenção. Por fim, uma das maiores transformações dessa geração foi o aperfeiçoamento da terceirização, buscando uma consolidação entre as parcerias de longo prazo (KARDEC; NASCIF, 2009).

Figura 1 - Evolução da Manutenção

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

Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif, 2009.

## 2.2 Tipos de Manutenção

O tipo de manutenção difere com base em como é feita a intervenção nos equipamentos. Para determinar uma estratégia de manutenção industrial, algumas condições devem ser levadas em relevância para melhor determinar uma estratégia de manutenção industrial, de acordo com Viana (2006).

## 2.3 Manutenção Corretiva

O primeiro tipo de manutenção a ser utilizado nas fábricas nos primórdios da utilização de maquinário foi a corretiva. Com a falta de tecnologia da época, a única maneira de detectar uma falha é quando o equipamento parava de funcionar ou apresentava uma baixa no desempenho. Existem duas classes: não-planejadas e planejadas.

A manutenção corretiva não-planejada, é aquela onde inesperadamente o equipamento sofre uma parada. Conforme Kardec e Nascif (2009) explicam, esse tipo de manutenção tende a ser desgovernado, acarretando alto custo porque ocorrem perdas na produção, perdas na qualidade do produto e pode acarretar danos críticos ao equipamento.

Ao contrário da manutenção corretiva não-planejada, a corretiva planejada é baseada em estudos de dados, testes e fatos. É uma decisão gerencial, sendo assim o custo de algo planejado é sempre inferior a algo não-planejado. Entretanto, Xenos (1998) ressalva que mesmo esse tipo de manutenção ser uma decisão gerencial, não quer dizer que a falha ou a parada do equipamento seja visto como algo natural. Para evitar que novas falhas ocorram é essencial a procura pela identificação das causas fundamentais e bloqueá-las.

## 2.4 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva é realizada com base em intervalos definidos, ou conforme critérios determinados, com o objetivo de reduzir a probabilidade de falha ou de desgaste do funcionamento de um item (NBR 5462:1994). Diferentemente do tipo de manutenção citado anteriormente, a preventiva busca prevenir que uma falha ocorra.

Em uma demonstração sobre as vantagens de utilização da manutenção preventiva ao invés da corretiva, Xenos (1998) relata que:

[...] a frequência de falhas diminui, a disponibilidade dos equipamentos aumenta e também diminuem as interrupções inesperadas da produção. Ou seja, se considerarmos o custo total, em várias situações a manutenção preventiva acaba sendo mais barata que a manutenção corretiva, pelo fato de se ter domínio das paradas dos equipamentos, ao invés de se ficar sujeito às paradas inesperadas por falhas nos equipamentos. (XENOS, 1998, p. 24).

Entretanto, como esclarecem Kardec e Nacif (2012), nem sempre os fabricantes providenciam dados necessários para que seja elaborado um plano eficaz de manutenção preventiva. Além de que sob cada equipamento é exercido diferentes condições ambientais e operacionais que influenciam no desgaste dele. Sendo assim, a definição de intervalos e trocas do equipamento deve ser realizada de forma particularizada.

Como é demonstrado por Xenos (1998), muitas empresas não seguem os conformes em relação a execução dos procedimentos de manutenção preventiva. O tempo gasto com a mesma, gera um gasto para solucionar falhas que ocorrem no dia a dia da produção. Isso acaba ocorrendo porque o número de falhas aumenta sem uma boa manutenção preventiva, sobrecarregando o pessoal de manutenção.

## 2.5 Manutenção Preditiva

Conforme Viana (2006), essa manutenção tem base a utilização do maior tempo de vida útil de um componente para determinar se há necessidade de interferência. Existem algumas técnicas preditivas que são utilizadas nas indústrias, como por exemplo: análise de vibrações mecânicas, análise de óleos lubrificantes e termográfica.

A manutenção preditiva certifica-se de coletar dados com o objetivo de selecionar o melhor estado daquele equipamento ou sistema no futuro. Com ela é possível indicar a real condição de funcionamento da máquina de acordo com as análises obtidas a partir de fenômenos apresentados pela mesma quando uma peça se desgasta ou quando uma regulagem é necessária, ou algum problema apresentado pelos usuários (ALMEIDA, 2014).

Kardec e Nascif (2009) apontam algumas condições para se adotar esse tipo de manutenção como monitoramentos e/ou medições dos equipamentos, sistemas e instalações. E as falhas ocorrem de causas que possam ser observadas e ter seu desenvolvimento acompanhado.

Kardec e Nascif (2009) explicam os objetivos da manutenção preditiva:

Seu objetivo é prevenir falhas nos equipamentos ou sistemas através de acompanhamento de parâmetros diversos, permitindo a operação contínua do equipamento pelo maior tempo possível. Na realidade, o termo associado à Manutenção Preventiva é o de prever as condições dos equipamentos. Ou seja, a Manutenção Preditiva privilegia a disponibilidade à medida que não promove a intervenção nos equipamentos ou sistemas, pois as medições e verificações são efetuadas com o equipamento produzindo. (KARDEC; NASCIF, 2009, p. 45).

Osada (1993) definiu metas para manutenção preditiva, e estão entre algumas delas, por exemplo, a determinação do melhor período de manutenção; aumento do tempo de vida útil dos equipamentos e máquinas utilizados; redução dos custos com manutenção, entre outros.

## 2.6 Manutenção Detectiva

Esse estilo de manutenção é descrito por Kardec e Nascif (2012) como um procedimento efetuado em sistemas de proteção, comando e controle, que tenta detectar falhas escondidas ou não que não foram percebidas. O ponto crucial para garantir uma melhor confiabilidade dos equipamentos e máquinas é a identificação dessas falhas.

Ferreira (2009) cita um exemplo de aplicação da manutenção detectiva, na busca de aumentar a confiabilidade do processo:

Um exemplo clássico é o circuito que comanda a entrada de um gerador em um hospital. Se houver falta de energia e o circuito tiver uma falha, o gerador não entra. Por isso, este circuito é testado/acionado de tempos em tempos, para verificar sua funcionalidade. (FERREIRA, 2009, p. 23).

## 2.7 Engenharia da Manutenção

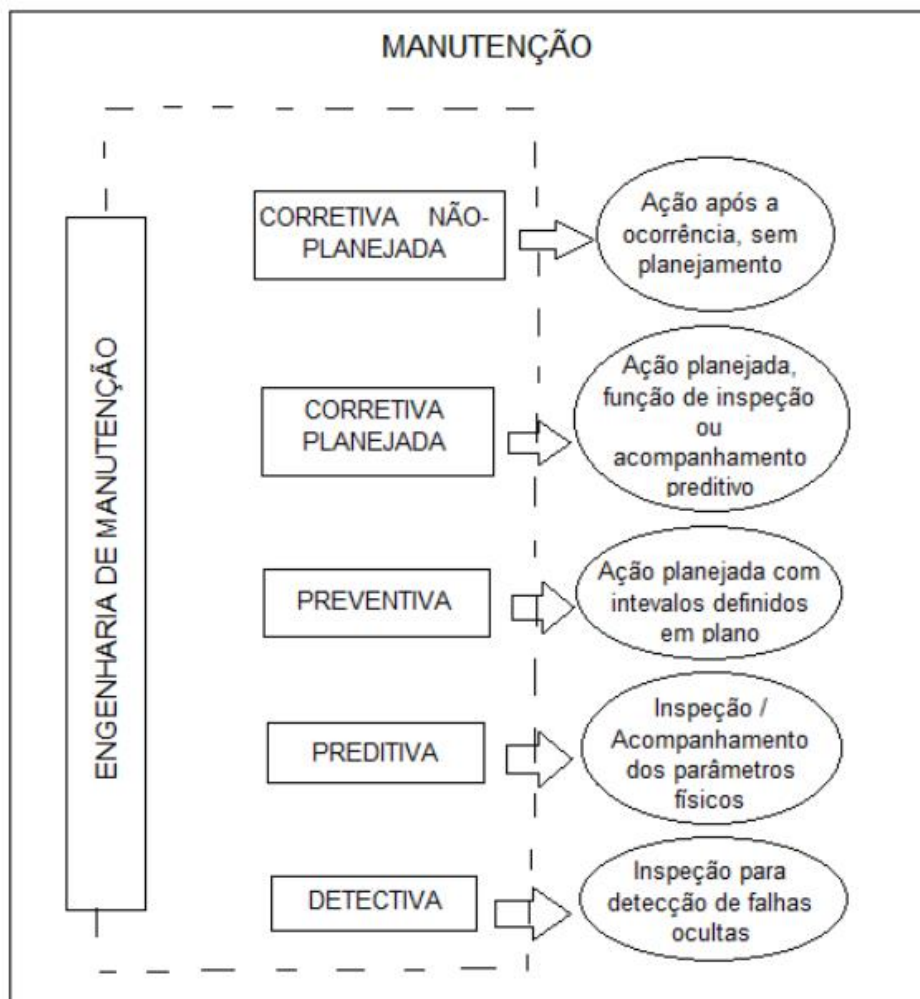
Conforme Kardec e Nascif (2012), com a importância gerada a respeito da manutenção na indústria, a engenharia da manutenção chega como uma mudança do

paradigma. Ligada principalmente a melhorias de equipamentos, processos e sistemas, com o objetivo de otimizar três aspectos: disponibilidade, manutenibilidade e confiabilidade. Ambos afirmam dizendo que o exercício da engenharia de manutenção significa uma renovação cultural.

A engenharia de manutenção resulta em analisar e informar de melhorias com o uso de dados que o sistema preditivo reúne e fornece, ou seja, a engenharia de manutenção utiliza dados coletados pela manutenção, com objetivo principal na melhoria contínua. Para isso, pretende principalmente aumentar a confiabilidade, disponibilidade, manutenibilidade e segurança (KARDEC; NASCIF, 2009).

A Figura 2 a seguir ilustra como a engenharia da manutenção se dispõe entre os diferentes tipos de manutenção e suas diversas aplicabilidades.

Figura 2 - Tipos de Manutenção



## 2.8 Gestão da Manutenção

A prática da manutenção transformou-se e evoluiu ao ponto que gestores das grandes organizações industriais se preocuparem com o impacto que as falhas nos equipamentos afetem a segurança, a qualidade e os custos da produção (SELLITO, 2007). Como a manutenção se tornou um ponto estratégico principalmente de competitividade, gestores de manutenção adotaram novas maneiras de pensar e agir, com o objetivo de alcançar maiores objetivos.

Kardec e Nascif (2009) apontam como deve se comportar a gerência moderna:

A condução moderna dos negócios requer uma mudança profunda de mentalidade e de posturas. A gerência moderna deve estar sustentada por uma visão de futuro e regida por processos de gestão onde a satisfação plena de seus clientes seja resultante da qualidade intrínseca dos seus produtos e serviços e a qualidade total dos seus processos produtivos seja o balizador fundamental. (KARDEC; NASCI, 2009, p. 9)

Segundo Costa (2013), o mais importante no âmbito da gestão da manutenção não é só limitar a manutenção a uma abordagem ou outra, mas sim utilizar uma manutenção que seja adequada ao sistema presente. Ressalta ainda que a função de manutenção deixará de ser vista como gasto para a empresa e será vista como um fator estratégico e crucial para redução total dos custos da produção. Dentro dessa situação, serão apresentadas duas ferramentas de manutenção: o TPM (Total Productive Maintenance) ou Manutenção Produtiva Total, e o RCM (Reliability-Centered Maintenance) ou MCC (Manutenção Centrada na Confiabilidade).

### 2.8.1 TPM (*Total Productive Maintenance*) ou Manutenção Produtiva Total

A Manutenção Produtiva Total, através de mecanismos que buscam reduzir ou eliminar perdas, tem como objetivo alcançar a máxima eficiência dos sistemas de produção. O envolvimento e a relação entre os setores e as pessoas é parte fundamental para o funcionamento dessa filosofia (NETTO, 2008).

A TPM é uma cultura operacional estratégica onde envolve toda a organização, desde o chão de fábrica até o nível mais alto da hierarquia. A TPM atraiu sua atenção pra redução dos custos dos equipamentos no ciclo de vida, combinando técnicas

preventivas com melhorias sustentáveis e projeto de manutenção preditiva (SOUZA, 2004).

Costa (2013) diz que essa metodologia tem como foco capacitar os operadores para transformarem a manutenção em algo espontâneo e que trabalhem proativamente em favor de melhorar as condições dos equipamentos.

### 2.8.2 RCM (*Reliability-Centered Maintenance*) ou MCC (Manutenção Centrada na Confiabilidade)

Segundo Kardec e Nascif (2009), a RCM é um instrumento de suporte as decisões gerenciais. Estuda e analisa detalhadamente como um equipamento ou sistema pode falhar, em busca de determinar a melhor maneira de agir em sua manutenção de modo a prevenir falhas e diminuir perdas que venham a acontecer decorrente delas.

Os mesmos autores ainda definem algumas etapas para a implantação da RCM, são eles:

- Seleção dos Sistema;
- Designação das funções e padrões de desempenho;
- Indicações das falhas funcionais e de padrões de desempenho;
- Verificação dos modos e efeitos das falhas;
- Histórico de manutenção e revisão de documentação técnica;
- Designação de ações de manutenção.

Alguns dos principais resultados que a implantação de análise pela RCM pode gerar, ainda conforme Kardec e Nascif (2009) são a melhoria do entendimento de como funciona os equipamentos; o desenvolvimento do trabalho em grupo trazendo resultados positivos nas análises e soluções de problemas; e o entendimento de como e porque ocorre as falhas e suas causas básicas desenvolvendo mecanismos para evitar futuros problemas.

### 2.9 Indicadores da Manutenção

Conforme Viana (2002), um dos principais objetivos dos indicadores da manutenção é acompanhar diariamente o dia a dia da manutenção e seus desafios. O mesmo ainda completa que esses indicadores devem destacar aspectos do

processo para posteriormente serem avaliados e decidido qual será o melhor método de monitoramento do mesmo, sempre levando em consideração variáveis de valor.

Alguns dos indicadores que são relevantes sobre a manutenção, segundo Viana (2002) são:

- TMEF (Tempo Médio Entre Falhas): é a relação entre o total da soma das horas disponíveis do equipamento para determinada operação, pelo número de manutenções corretivas que foram feitas no equipamento durante o período. O aumento do resultado dessa fórmula com o tempo, significa que decaiu o número de intervenções corretivas, gerando um aumento na disponibilidade do equipamento para a operação.
- TMPR (Tempo Médio Para Reparo): ao contrário da TMEF, é a relação entre a soma das horas que o equipamento ficou indisponível para operação, pelo número de manutenções corretivas que foram feitas no equipamento durante o período. Se o resultado dessa fórmula com o tempo diminuir, significa que o número de manutenções corretivas decaiu, representando uma diminuição do impacto que as intervenções de forma corretiva têm na produção.
- Custo de manutenção por faturamento: é definida como a divisão entre todo gasto com manutenção, e o quanto a empresa fatura.
- Índice de manutenção corretiva: É a razão das horas gastas em manutenção corretiva.
- Índice de manutenção preventiva: É a razão das horas que foram gastas com manutenção preventiva. Representando o oposto do índice de manutenção corretiva.

### 3 ESTUDO DE CASO

#### 3.1 A empresa

A empresa em questão, é de porte familiar do seguimento de engenharia e construção fundada em 1976, localizada na cidade de Angra dos Reis no estado do Rio de Janeiro que possui a proposta de ser uma empresa prestadora de serviços de terraplanagem em obras de construção civil de pequeno e médio porte.

##### 3.1.1 Serviços

Sendo uma empresa do ramo de engenharia civil, atende desde pequenos empreendimentos até grandes obras públicas. Além da prestação de serviços, também é fornecedora da matéria prima para a execução de grande parte dos projetos. Alguns dos principais serviços prestados são: Drenagem, Enrocamento, Pavimentação, terraplanagem, extração de minério bruto e locação de equipamentos pesados.

##### 3.1.2 Localização

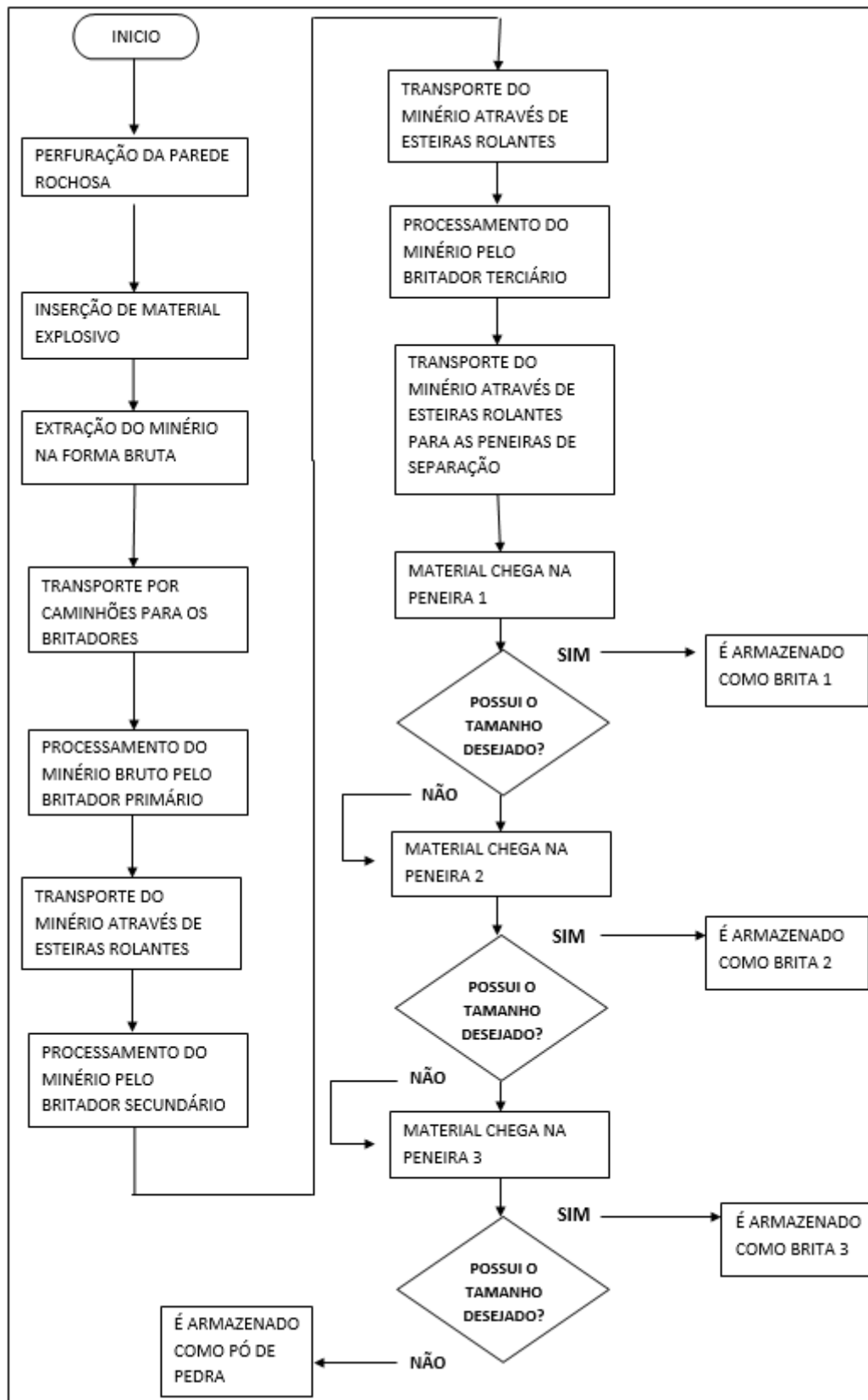
A sede administrativa da empresa está situada no município de Angra dos Reis na região costa verde do Estado do Rio de Janeiro onde também se encontra uma de suas Pedreiras. Possui ainda outras filiais em algumas cidades do estado, como: Resende, Barra Mansa, Barra do Piraí e Itaguaí.

##### 3.1.3. Processo Produtivo

A extração do minério na forma bruta começa a partir de perfurações e inserções de explosivos e segue através de caminhões para os britadores. O britador primário como dito anteriormente, recebe o material bruto e o transforma para em sequência ser encaminhado através de esteiras para os britadores secundário e terciário. Cada britador exerce a função de transformar o material recebido em diferentes tamanhos e assim serem encaminhados para as peneiras. Através das peneiras o minério é selecionado e categorizado para serem distribuídos conforme demanda.

A Figura 3 demonstra o processo produtivo da empresa em forma de fluxograma:

Figura 3 - Fluxograma do processo produtivo



Fonte: Autores

### 3.2 O Britador Primário

A máquina estudada neste trabalho é o britador de mandíbulas Nordberg c 125, utilizado atualmente na empresa como britador primário de rochas. Segundo Metso (2010), eles são projetados para britar eficientemente as rochas que vem quebradas da pedreira, tem alta capacidade, possui instalação fixa, de alta confiabilidade e durabilidade, sua largura da abertura de alimentação é de 1250mm, profundidade de abertura de alimentação é de 950mm, potência de 160KW e velocidade de 220 RPM.

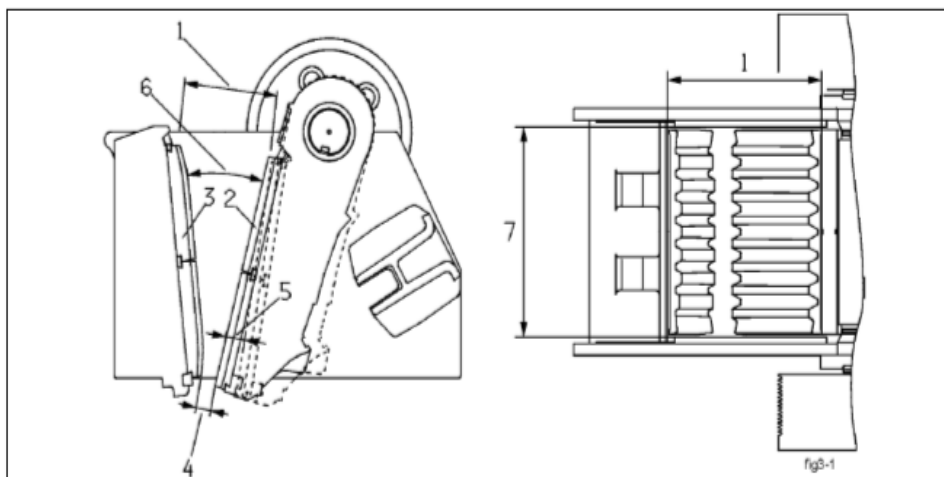
O processo de britagem do material ocorre entre as mandíbulas fixa e móvel, a mandíbula móvel é instalada no queixo, e o movimento do queixo é definido pela excentricidade do eixo excêntrico e pelo ângulo da abadaneira. O Quadro 2 a seguir descreve os conteúdos da Figura 4.

Quadro 2 - Descrição das partes do britador

Referência	Descrição	Referência	Descrição
1	Profundidade de abertura da alimentação	5	Curso
2	Mandíbula móvel	6	Ângulo da Britagem
3	Mandíbula fixa	7	Largura da abertura de alimentação
4	Ajuste posição fechada (A.P.F)		

Fonte: Adaptado de METSO

Figura 4 - Britador e seus componentes



Fonte: METSO

Ainda de acordo com Metso (2010), antes de se executar qualquer manutenção ou trabalho de reparo o britador deve estar totalmente parado e travado, com o motor desligado e a chave removida e guardada com operador, aguardando até que máquina esfrie e deve ter a manutenção bem sinalizada. Ignorar instruções ou avisos de segurança, aumentam os riscos de os operadores sofrerem ferimentos graves ou até mesmo levar a morte. A Figura 5, abaixo, demonstra o equipamento.

Figura 5 - Britador Primário



Fonte: METSO

## 4. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA

### 4.1 Identificar e Cadastrar

O processo da empresa funciona com a extração das pedras que logo em seguida eram colocadas no britador primário e distribuídos para o secundário e terciário. O primário recebe a pedra bruta que a processa e distribui através de esteiras para os outros britadores para transformá-las em tamanhos diferentes. Analisado o processo, foi observado que o britador primário exerce a função primordial, que é receber o produto bruto e transformá-lo para que ele seja capaz de passar pelas esteiras e continuar o processo. Caso o britador primário pare, todo o processo produtivo não poderá seguir e conseqüentemente causar problemas para a empresa.

Identificando o equipamento foi feito um cadastramento simples com o nome do equipamento e o código. Na ocasião foi elaborada uma etiqueta somente para o britador primário, porém, pela simplicidade de criação, outros equipamentos podem ser sinalizados dentro dessas etiquetas com a alteração do nome e criação de um código para esse equipamento. Na Figura 6 abaixo é demonstrada a etiqueta de codificação criada para facilitar a identificação e no acompanhamento da vida útil do equipamento:

Figura 6 - Etiqueta de Codificação

Etiqueta de Codificação	
Equipamento	Código
Britador Primário	BP01

Fontes: Autores

### 4.2 Criar ordens de serviço de manutenção

Com essa etapa, esse trabalho busca organizar o sistema de manutenção do britador e a partir disso montar o histórico do equipamento, através da criação de ordens de serviço.

A empresa aplica uma manutenção corretiva não-planejada, ou seja, baseia-se meramente na observação dos colaboradores que sinalizam para os responsáveis da manutenção quando a máquina para ou apresenta algum defeito.

Levando em consideração a abordagem da empresa perante a manutenção, foi criada uma ordem de serviço que busca organizar e mudar a filosofia de manutenção corretiva não-planejada. A Figura 7 mostra uma ordem de serviço:

Figura 7 - Ordem de Serviço de Manutenção

LOGOMARCA DA EMPRESA	ORDEM DE SERVIÇO DE MANUTENÇÃO	nº da ordem:
Equipamento:		Código do Equipamento:
Descrição do Procedimento:		
Tipo de manutenção:		
Materiais necessários:		Custo:
Executado por:	Data e Hora      __/__/__ :__	

Fonte: Autores

Conforme ocorre uma falha no equipamento, o colaborador responsável pela manutenção deve selecionar uma ordem de serviço em branco, que estará disponível em um local determinado pela empresa, e preenchê-la manualmente de acordo com o que foi verificado ou reparado no equipamento.

Logo em seguida, essa ordem será armazenada no banco de dados, que irá guardar os dados e assim criar um histórico do equipamento.

É importante ressaltar que essa ordem de serviço pode ser aplicada para os diversos equipamentos, como dito anteriormente, que constituem o processo produtivo. Porém neste trabalho foi levado em consideração a importância do britador primário para o processo, o que justifica a sua escolha.

#### 4.3 Desenvolver um sistema para armazenamento de dados

De acordo com Marques (2017), a utilização de ferramentas, aplicativos e dispositivos por empresas, traz uma maior agilidade e praticidade para seus processos. Atividades manuais hoje, se tornam cada vez mais eficazes através da utilização de ferramentas como por exemplo o Excel. Essa ferramenta é utilizada nas empresas independente do seu tamanho, independentemente de seu porte. O Excel carrega um enorme número de possibilidades para automatizar e organizar diversos tipos de processos e atividades.

Seguindo esse raciocínio, já que empresa presente neste trabalho se encaixa em empresa de pequeno porte e visando não adicionar nenhum custo a mais a empresa foi escolhido o Excel como a ferramenta para auxiliar no plano de manutenção. Foi elaborada uma planilha com algumas variáveis que serão preenchidas de acordo com as ordens de serviço. Ela trará informações como o tipo de manutenção, a data e a hora, o nome do equipamento e detalhes do procedimento.

Adicionando todas essas informações, além de elaborar um histórico do que acontece no equipamento, será possível verificar o desempenho da manutenção através de índices. Consequentemente reproduzir relatórios que demonstram se o plano de manutenção está correto ou se necessitará de uma melhora. Além de acarretar melhores decisões gerenciais baseadas na visualização dos dados, que podem gerar em redução de custo, melhora na confiabilidade do equipamento e consequentemente gerando lucro.

A seguir, as Figuras 8, 9, 10 e 11 ilustraram o funcionamento da planilha criada para o plano de manutenção:

Figura 8 - Planilha de registro de manutenção

LOGOMARCA DA EMPRESA	ORDENS DE SERVIÇO E HISTÓRICO DE MANUTENÇÃO								
Nº	Código do Equipamento	Descrição da Falha	Tipo de Manutenção	Materiais Necessários	Custo	Executado por:	Data:	Hora	
									Adicionar
									Excluir

Fonte: Autores

Figura 9 - Tela para registrar a ordem de serviço

Registro ×

Nº da Ordem:  Código do Equipamento:

Descrição da Falha:

Material Necessário:  Tipo de Manutenção:

Custo:  Data:

Executado por:  Hora:

Fonte: Autores

Ao clicar no botão Adicionar da planilha, será direcionado para esta aba, acima, na Figura 9, onde o usuário colocará as informações da ordem de serviço.

Figura 10 - Exemplo de registro da ordem de serviço salvo

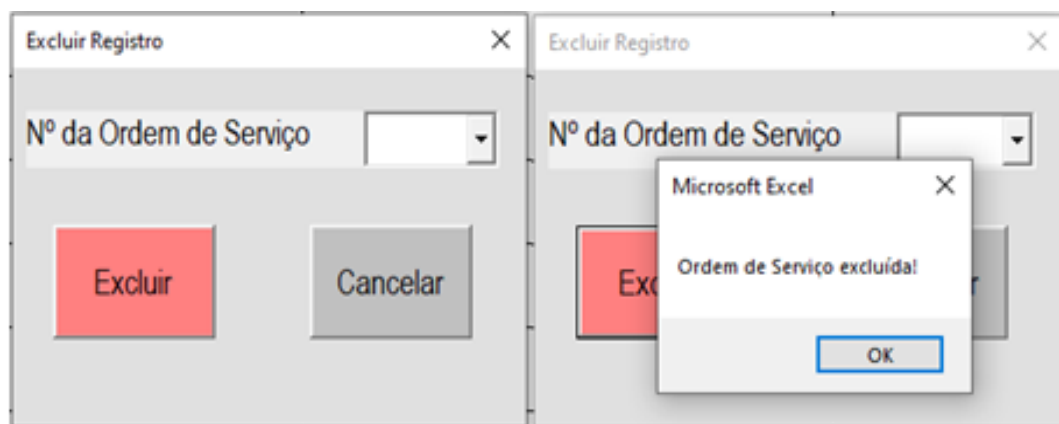
LOGOMARCA DA EMPRESA	ORDENS DE SERVIÇO E HISTÓRICO DE MANUTENÇÃO							
Nº	Código do Equipamento	Descrição da Falha	Tipo de Manutenção	Materiais Necessários	Custo	Executado por:	Data:	Hora
1	BP01	xxx	Preditiva	xxx	R\$ 0,00	xxx	12/12/2012	12:12

Fonte: Autores

A Figura 10, acima, mostra um exemplo onde, após o preenchimento dos dados na tela para registro e clicado no botão salvar, a tabela é preenchida.

A próxima figura abaixo, mostra o procedimento de exclusão de uma ordem de serviço.

Figura 11 - Exemplo de tela para excluir registro e posteriormente localizada e excluída



Fonte: Autores

Conforme observado acima, esse sistema é capaz de armazenar a maioria das informações do equipamento visando elaborar um histórico transparente, capaz de auxiliar nas decisões dos responsáveis acerca da manutenção.

#### 4.4 Idealização de um plano de manutenção adequado

Visto que a empresa estudada, como dito anteriormente, é caracterizada como familiar e a manutenção corretiva não planejada ainda é muito utilizada, esta etapa busca modificar o conceito de manutenção aplicado na mesma.

O britador primário é o equipamento que sofre o maior o impacto em todo processo por receber o material de forma bruta e pela forma como o produto ali é depositado, devido as dificuldades do terreno. De acordo com os colaboradores ele é o equipamento que ao decorrer do tempo mais apresentou problemas. Além disso, é essencial à produção já que transforma o material bruto para ser distribuído aos outros equipamentos. Diante disso, o britador primário foi selecionado para essa etapa do estudo.

Como a empresa não apresenta dados e nem possui um plano de manutenção adequado, foi desenvolvida atividades de manutenção baseadas no material contido no manual do equipamento, onde os Quadros 3, 4, 5 e 6 demonstram as atividades de manutenções que devem ser feitas no mesmo em diferentes períodos.

Quadro 3 - Manutenção Diária

Equipamento	Manutenção
	Diária
Britador Primário	Verificar a tensão das correias;
	Verificar o aperto das porcas dos parafusos da mandíbula;
	Verificar o aperto dos parafusos do revestimento lateral;
	Verificação da borracha de proteção da abanadeira;
	Verificar o funcionamento da lubridificação;

Fonte: Autores

Algumas atividades de verificação, os próprios operários podem realizar, baseado em conceitos da Manutenção Produtiva Total, onde ocorre a compreensão de todos os colaboradores com a máquina. Em casos de substituição o responsável pela manutenção deve ser solicitado.

Quadro 4 - Manutenção Semanal

Equipamento	Manutenção
	Semanal
Britador Primário	Lubridificar os mancais do eixo excêntrico;
	Lubridificar os mancais da porca do dispositivo de ajuste e verificar as proteções da borracha
	Verificar o desgaste dos revestimentos laterais e se houver necessidade, trocá-los;
	Verificar o alinhamento, paralelismo e presença de trincas na abadanadeira;
	Verificar o aperto dos parafusos dos tirantes da carcaça;
	Verificar a montagem e condições do volante e o aperto das chavetas.

Fonte: Autores

Atividades como lubrificação, os responsáveis técnicos devem realizar de acordo com as necessidades. Essas inspeções semanais devem ocorrer entre 40 e 100 horas. Algumas das verificações podem ser realizadas pelos próprios operários como dito anteriormente.

Quadro 5 - Manutenção Mensal

Equipamento	Manutenção
	Mensal
Britador Primário	Verificar o aperto dos parafusos de montagem da carcaça nas placas laterais;
	Verificar os amortecedores de borracha localizados abaixo do suporte de montagem do britador e substituí-los se necessário.

Fonte: Autores

As atividades mensais devem ser responsabilidade dos técnicos de manutenção, devida a sua complexidade.

Quadro 6 - Manutenção Semestral

Equipamento	Manutenção
	Semestral
Britador Primário	Verificar as condições dos mancais do eixo excêntrico;
	Verificar a existência de qualquer desgaste nas superfícies de assentamento do queixo e na carcaça;
	Verificar o desgaste nas superfícies de assentamento das placas laterais e revestimentos laterais;
	Verificar se as vedações de controle de ajuste ativo têm vazamentos e substituir as vedações se necessário;
	Verificar a pressão do acumulador de pressão.

Fonte: Autores

A verificação da pressão do acumulador, deve somente ser realizada pelos técnicos em manutenção.

Essa etapa junto as outras que a antecedem buscam trazer para a empresa um modelo de manutenção que organize e diminua as intervenções corretivas não-planejadas. Através de uma maior compreensão de todos os colaboradores, fazendo com que eles participem dessa etapa importante para a empresa que visa garantir o funcionamento dos equipamentos e na redução de custos adicionais com a manutenção.

#### 4.5 Definição dos indicadores de desempenho para controle da manutenção

As definições dos indicadores de desempenho escolhidos foram descritas anteriormente.

Eles têm como um dos objetivos principais acompanhar e analisar o desempenho da manutenção. Observar se o apresentado no momento é eficaz através das relações dos resultados e se ainda existem aspectos que podem ser melhorados. Os indicadores procuram informar o impacto gerado nas etapas propostas, determinar se está seguindo um caminho com resultados positivos ou se ainda há necessidade de melhorias.

Devida à falta de dados disponibilizados pela empresa e o aspecto de manutenção corretiva não planejada, foi selecionado algum dos indicadores que auxiliarão a empresa para a verificação do desempenho.

Começando com o indicador TMEF, (Tempo Médio Entre Falhas) ele busca como resultado demonstrar se o número de reparos corretivos diminuiu, à medida que a disponibilidade do equipamento aumenta. A Equação (1) demonstra esse indicador:

$$TMEF = \sum \text{tempo entre falhas da máquina} / \text{número de falhas da máquina} \quad (1)$$

Em sequência, o indicador TMPR (Tempo Médio Para Reparo) que busca como resultado demonstrar a diminuição do impacto das intervenções corretivas. Abaixo é observada a Equação (2):

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

O terceiro é o indicador de custo de manutenção por faturamento, que relaciona os gastos totais da manutenção, e todo o faturamento da empresa. Observado na Equação (3) abaixo:

$$CMF = \sum \text{custos de manutenção} / \sum \text{faturamento da empresa} \quad (3)$$

A utilização de cada indicador para a análise do andamento da manutenção deverá ser mensalmente. Com o registro dos dados no decorrer do tempo, alguns números deverão ser selecionados para servirem de metas para a avaliação.

## 5 CONCLUSÕES

Como apresentado neste trabalho, pode-se concluir que os objetivos propostos foram alcançados. Sendo eles a identificação do equipamento crítico do processo e a elaboração de um plano de manutenção com o objetivo de melhorar os resultados obtidos pela organização estudada através dos resultados gerados pelo plano.

A elaboração de um simples software para registro de ocorrências de manutenção e cadastro de equipamentos possibilitou que a organização obtivesse um melhor controle sobre suas falhas podendo, de certa forma, executar a correção das falhas de maneira eficaz, gerando o menor impacto em sua produção e em seu orçamento, bem como aumentar a vida útil de seus equipamentos.

Com a geração de um histórico através dos registros pelo software será possível criar um banco de dados que possibilitará a organização realizar um estudo das suas falhas de equipamentos, possibilitando um melhor entendimento sobre os seus principais pontos crítico a serem melhorados no setor de manutenção, mostrando dessa forma, a eficácia esperada na elaboração do plano.

O que se espera alcançar com este plano na organização é conseguir: evitar uso de mão de obra desnecessária, aumentar o comprometimento dos colaboradores nas atividades de manutenção, reduzir os custos de manutenção, implementar um cronograma de manutenção que antes era inexistente, aumentar a confiabilidade do maquinário e garantir a disponibilidade e o bom funcionamento do mesmo.

Sendo positivos os resultados da implementação do plano na organização através dos indicadores, espera-se a geração de um ciclo de melhoria contínua, onde, a organização busque sempre melhorias e inovações para que se obtenham resultados cada vez melhores.

Em relação ao plano de manutenção apresentado neste trabalho, acredita-se que o mesmo é viável e que irá apresentar resultados positivos. Caso venha ser aplicado futuramente em outra organização, recomenda-se uma readequação para que possa atender as diferentes necessidades exigidas.

## REFÊRENCIAS

ABRAMAN. Página eletrônica: <<http://www.abraman.org.br/>>. Acesso em 20, jun. 2020.

ALMEIDA, Márcio Tadeu de. **Manutenção Preditiva: Confiabilidade e Qualidade.** Disponível em: <https://mtaev.com.br/wp-content/uploads/2018/02/mnt1.pdf>. Acesso em 21, jun. 2020.

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

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

COSTA, Sérgio Francisco. **Método científico: os caminhos da investigação.** São Paulo: Harbra, 2001.

FERREIRA, Livia. L. **Implementação da Central de Ativos para melhor desempenho do setor de manutenção: um estudo de caso Votorantim Metais.** 2009. 60f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2009.

FREITAS, Laís Fulgêncio, **Elaboração de um Plano de Manutenção em uma Pequena Empresa do Setor Metal Mecânico de Juiz de Fora com Base nos Conceitos da Manutenção Preventiva e Preditiva.** 2016. 96f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica). Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil, 2016.

GREGÓRIO, Gabriela Fonseca; SILVEIRA, Aline Moraes da. **Manutenção Industrial.** Porto Alegre: Editora Grupo A, 2018

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

KARDEC, Alan; NASCIF Júlio. **Manutenção: função estratégica.** 4.ed. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2012.

LOPES, Rodrigo Sampaio, **Análise da Gestão da Manutenção em uma Grande Estação de Passageiros: Proposição de Tempo Ótimo de Substituição Preventiva em um Sistema de Refrigeração.** 2016. 17f. ENEGEP, Brasil, 2016.

MARQUES, Marcus. **Porque o Excel é tão utilizado nas empresas?** 2017. Disponível em: <http://marcusmarques.com.br/pequenas-e-medias-empresas/porque-excel-e-tao-utilizado-empresas/>. Acesso em: 16, set. 2020.

METSO. **Britadores De Mandíbulas Nordberg Série C Manual De Instalação 140588-PT**. Tampere: Metso, 2010. 129p.

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

NETO, Teófilo Cortizo Moreira, **A história da evolução do sistema de gestão de manutenção**. WebArtigos, 2017. Disponível em: <https://www.webartigos.com/artigos/a-historia-da-evolucao-do-sistema-de-gestao-de-manutencao/75650>. Acesso em: 25, mai. 2020.

NETTO, Wady Abrahão Cury. **A Importância e a Aplicabilidade da Manutenção Produtiva Total (TPM) nas Indústrias**. 2008. 53f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2008.

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

SELLITO, Miguel Afonso. Análise estratégica da manutenção de uma linha de fabricação metal-mecânica baseada em cálculos de confiabilidade de equipamentos. **Revista GEPROS** (Gestão da Produção, Operações e Sistemas). Ano 2, vol.3, 2007. Disponível em: <http://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/157/142>. Acesso em: 12, jun. 2020.

SILVA, E.L; MENEZES, E.M; **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. Florianópolis. 2005.

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

TRINDADE, Anderson Laercio, **Determinação da Política Ótima de Manutenção em Sistemas Reparáveis Sujeitos a Manutenções Imperfeitas**. 2012. 13f. ENEGEP, Brasil, 2012.

VEGARA, Sylvia Constant. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**.12. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM, Planejamento e controle da manutenção**. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2002. 167p.

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