

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR-MG
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
ROZILENE MARIA SANTOS

MANUTENÇÃO MECÂNICA PREVENTIVA DOS EQUIPAMENTOS MÓVEIS:
ESTUDO REALIZADO NUMA MINERADORA DE GRAFITE NATURAL
CRISTALINO

FORMIGA - MG
2012

ROZILENE MARIA SANTOS

**MANUTENÇÃO MECÂNICA PREVENTIVA DOS EQUIPAMENTOS MÓVEIS:
ESTUDO REALIZADO NUMA MINERADORA DE GRAFITE NATURAL
CRISTALINO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção, do Centro Universitário de Formiga UNIFOR-MG, para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Murilo Machado de Barros.

FORMIGA - MG

2012

FICHA CATALOGRÁFICA

S732 Santos, Rozilene Maria.

Manutenção mecânica preventiva dos equipamentos móveis: estudo realizado numa mineradora de grafite natural cristalino / Rozilene Maria Santos. – 2012.

46 f.

Orientador: Murilo Machado de Barros.

Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Produção)- Centro Universitário e Formiga–UNIFOR, Formiga, 2012.

1. Máquinas. 2. Plano de Manutenção. 3. Método de Gerenciamento.
I. Título.

CDD 620.1123

Rozilene Maria Santos

MANUTENÇÃO MECÂNICA PREVENTIVA DOS EQUIPAMENTOS MÓVEIS:
ESTUDO REALIZADO NUMA MINERADORA DE GRAFITE NATURAL CRISTALINO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção do UNIFOR-MG, como requisito parcial para a obtenção de título de bacharel em Engenharia de Produção.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Ms. Murilo Machado de Barros
Orientador

Prof.Dr. Alex Magalhães de Almeida
UNIFOR-MG

Formiga, 05 de Dezembro 2012

À minha família e a todas as pessoas
Que acreditaram em meu potencial.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida,
À minha mãe pelos ensinamentos e carinho;
A toda minha família, pela compreensão;
Aos amigos da Faculdade, pela amizade;
Aos professores do UNIFOR, pelo compromisso, pelas palavras de ensinamento e sabedoria.

RESUMO

Dentre os tipos de manutenção existentes, destacou-se nesse trabalho a manutenção preventiva, por aperfeiçoar a qualidade da produção e aumentar a disponibilidade dos equipamentos através do controle do período de tempo em que o equipamento está em condições de utilização, e, seu uso pode antever a ocorrência da falha. Devido à constatação da ineficiência no controle de manutenção da empresa estudada, o objetivo do trabalho foi facilitar a execução do plano de manutenção preventivo, a partir das informações de um histórico de dados da empresa, diminuindo possíveis atrasos que poderiam implicar na paralisação temporária na sua produção. Foi sugerido um método de gerenciamento para a melhor identificação do período a ser elaborado e o seu cumprimento, organizando os dados em planilha, indicando o momento ideal a se fazer a manutenção, tendo assim possibilidade de agendamento da manutenção do equipamento sem comprometer o funcionamento da mina/fábrica.

Palavras-Chave: Máquinas. Plano de Manutenção. Método de gerenciamento.

ABSTRACT

Among the types of maintenance already known, the highlight was for this preventative maintenance work, which improves the quality of production and increase equipment availability by controlling the length of time that the equipment is ready for use, and its use can predict the onset of failure. Due to the finding of inefficiency in maintaining control in the company we carried out the study, the objective of this work was to facilitate the implementation of preventive maintenance plan, based on information from a historical company data, reducing possible delays that could result in temporary paralysis in his production. It was suggested a method of management for better identification of the period to be prepared and compliance, organizing the data in a spreadsheet which indicates the ideal time to do the maintenance, thus having the possibility of scheduling equipment maintenance without compromising the operation of the mine / plant.

Keywords: Machinery. Maintenance Plan. Management method.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

GRÁFICO 1 – Evolução dos sistemas de manutenção.....	19
QUADRO 1 – Etapas da manutenção autônoma realizadas pelos operadores	23
QUADRO 2 – Exemplo de formulário de Ordem de Manutenção	26
QUADRO 3 – Exemplo de formulário de Ordem de Manutenção (continuação)	27
QUADRO 4 – Exemplo de ordem de serviço	28
QUADRO 5 – Exemplo de lista de aspectos para análise das causas das falhas	31
QUADRO 6 – Sequência dos planos de manutenção a serem executados	33
QUADRO 7 – Plano de manutenção a cada 250 horas trabalhadas	34
QUADRO 8 – Plano de manutenção a cada 500 horas trabalhadas	35
QUADRO 9 – Plano de manutenção a cada 1000 horas trabalhadas	36
QUADRO 10 – Plano de manutenção a cada 2000 horas trabalhadas	36
QUADRO 11 – Controle manutenção de máquinas.....	369
QUADRO 12 – Próximas manutenções.....	40
QUADRO 13 – Comparativo sobre a implantação do controle de Gerenciamento da manutenção.....	39
QUADRO 14 –Dados para o cálculo da disponibilidade mecânica	3641
GRÁFICO 2 – Disponibilidade mecânicas em 2012.....	41
GRÁFICO 3 – Disponibilidade mecânica em 2011	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

O.S – Ordem de Serviço

O.M – Ordem de Manutenção

TPM – Manutenção Produtiva Total

DF – Disponibilidade Física

HC – Horas Calendário

HM – Horas em Manutenção

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 DESENVOLVIMENTO	16
2.1 Problema	16
2.2 Justificativa	16
2.3 Hipóteses.....	16
2.4. Objetivos.....	17
2.4.1 Geral	17
2.4.2 Específicos	17
3 REFERENCIAL TEÓRICO	18
3.1 Conceitos sobre a Manutenção	18
3.2 Evolução Histórica	19
GRÁFICO 1- Evolução dos sistemas de manutenção.....	19
3.3 Tipos de Manutenção	20
3.3.1 Manutenção corretiva	20
3.3.1.1 Manutenção corretiva não planejada	21
3.3.1.2 Manutenção corretiva planejada	21
3.3.2 Manutenção preventiva.....	21
3.3.2.1 Manutenção preventiva não periódica	22
3.3.2.2 Manutenção preventiva periódica sistemática	22
3.3.3 Manutenção preditiva	22
3.3.4 Manutenção autônoma (TPM).....	22
QUADRO 1 - Etapas da manutenção autônoma realizadas pelos operadores.....	23
3.4 Responsáveis pela Manutenção	24
4 PLANEJAMENTO DA MANUTENÇÃO	25
4.1 Os Planos de Manutenção.....	25
4.2 Ordem de Manutenção e Ordem de Serviço	25
4.2.1 Ordem de manutenção	26
QUADRO 2 - Exemplo de formulário de Ordem de Manutenção	26
QUADRO 3 - Exemplo de formulário de Ordem de Manutenção (continuação).....	27
4.2.2 Ordem de serviço.....	27
QUADRO 4 – Exemplo de ordem de serviço	28
4.3 A Disponibilidade do Equipamento.....	29

4.4 As Falhas nos Equipamentos	29
QUADRO 5 – Exemplo de lista de aspectos para análise das causas das falhas	31
5 METODOLOGIA	32
5.1 A Decisão pelo Método.....	32
5.2 Técnicas de Coleta de Dados.....	33
QUADRO 6 - Sequência dos planos de manutenção a serem executados.....	33
QUADRO 7 - Plano de manutenção a cada 250 horas trabalhadas.....	34
QUADRO 8 – Plano de manutenção a cada 500 horas trabalhadas	35
QUADRO 9 – Plano de manutenção a cada 1000 horas trabalhadas	36
QUADRO 10 - Plano de manutenção a cada 2000 horas trabalhadas	37
6 RESULTADOS	38
QUADRO 13 – Comparativo sobre a implantação do controle de Gerenciamento da manutenção.	39
QUADRO 14 – Dados para o calculo da disponibilidade mecânica.....	40
GRÁFICO 2 – Disponibilidade mecânica em 2012.....	41
GRÁFICO 3 – Disponibilidade mecânica em 2011.....	41
7 CRONOGRAMA	44
REFERÊNCIAS.....	45

1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, a redução das despesas operacionais tornou-se uma prioridade para a maioria das empresas. Uma das medidas objetivando essa redução é a utilização de métodos eficazes de manutenção, visando atender às necessidades específicas que ajudam a evitar gastos onerosos com reparos não esperados e com trocas precoces de equipamentos. Tais medidas resultam na maximização da produção e redução dos gastos nas empresas.

Não deixando de dar a devida importância para os outros tipos de manutenção existentes, a manutenção preventiva vem atender a esta expectativa, pois é programada e ocorre em datas pré-determinadas, com o objetivo de aumentar a eficiência dos processos de produção e das máquinas, garantindo a disponibilidade dos equipamentos, o que evita as interrupções inesperadas da produção, concorrendo também para maior segurança no trabalho. Mais importante ainda, a manutenção preventiva permite a identificação precoce de problemas e aumenta significativamente o ciclo de vida das máquinas; além disso, reduz as necessidades de despesas de capital e permite um melhor planejamento dos orçamentos.

Quando há falha em um equipamento na empresa, este pode ter sua capacidade operacional comprometida. Deste modo a empresa deve encontrar soluções para evitar ou minimizar potenciais falhas, evitando assim perda de capacidade, produtividade e diminuindo seus custos. Para isso, é importante a manutenção bem planejada e executada no melhor momento.

Sendo assim o presente trabalho teve como objetivo facilitar o controle da execução do plano de manutenção preventivo numa indústria de mineração, apresentando sua importância no que diz respeito à redução dos custos em consequência de uma manutenção bem planejada, aumentando a eficiência das máquinas.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Problema

Quando há falha em um equipamento de uma empresa, este pode ter sua capacidade operacional comprometida. Deste modo a empresa deve encontrar soluções para evitar ou minimizar potenciais falhas, evitando assim perda de capacidade, produtividade e diminuindo seus custos. Para isso, é importante que a manutenção seja bem planejada e executada no melhor momento.

2.2 Justificativa

Este trabalho se justifica pela oportunidade de estudar a frota de máquinas pesadas utilizadas durante o processo de lavra do minério de uma empresa de mineração, apresentando um método de gerenciamento que a auxilie para que a manutenção ocorra no período correto. Os planos de manutenção preventivos utilizados na empresa são executados a partir de um controle, onde é verificado o horímetro de cada máquina disponibilizadas pela oficina mecânica. No entanto, desde a coleta de dados até a entrega da ordem de manutenção ao departamento administrativo da área, para que seja providenciado o plano de execução, podem ocorrer atrasos, sendo estes, fatores que podem trazer prejuízos ao sistema produtivo.

Percebe-se então, uma oportunidade para que seja avaliada a possibilidade de um controle baseado nos históricos de dados das manutenções para organizar o momento correto para a execução dos planos.

2.3 Hipóteses

- Implantar um sistema de controle da manutenção preventiva para que seja revisto no momento correto, diminuindo o atraso em função do controle e execução da manutenção.
- Verificar se os planos de manutenção já existente na empresa atendem aos quesitos de uma manutenção adequada para cada tipo de máquina.

2.4. Objetivos

2.4.1 Geral

Facilitar o controle da execução do plano de manutenção preventivo numa indústria de mineração, apresentando sua importância no que diz respeito à redução dos custos e consequentemente o aumento da eficiência das máquinas.

2.4.2 Específicos

- Analisar a possibilidade de criação de um método de gerenciamento, propondo melhorias no sistema de gestão da manutenção;
- Avaliar as vantagens que uma manutenção planejada pode trazer para uma mineradora de grafite.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Conceitos sobre a Manutenção

A melhoria da qualidade dos produtos e serviços depende da manutenção, pois é uma das principais áreas de atuação no processo de desenvolvimento das empresas, atuando no planejamento a partir das etapas constituídas em: focalizar o esforço, desenvolver os planos e programá-los. (TAVARES, 1996).

Souza (2011) define a manutenção como um acordo de ações técnicas, administrativas e de supervisão, que se destina a conservar ou recolocar um equipamento em condições de desempenhar as funções para as quais foi projetado.

Para Mirshawka & Olmedo (1993), a manutenção visa garantir um bom desempenho dos sistemas e equipamentos dentro de parâmetros de qualidade, prazos, disponibilidade, custos e vida útil adequados.

Existem metas que somente serão alcançadas se a operação e a manutenção trabalharem juntas, dentre elas: a alta disponibilidade e índices de utilização, o aumento da confiabilidade, baixo custo de produção, entre outros, que através de um planejamento eficaz, tem-se uma manutenção de qualidade. (TAVARES, 1996).

Rocha (1995) destaca que, o departamento de manutenção é essencial para um funcionamento adequado de qualquer indústria, de nada adianta um administrador de produção procurar ganhos de produtividade se não dispor de uma manutenção adequada. O setor de manutenção se responsabiliza pela conservação da indústria, em especial dos equipamentos e máquinas, observando-o sempre para antecipar e resolver qualquer problema que impedir seu funcionamento. Um planejamento e uma execução rígida do plano de manutenção permitem reduzir ao mínimo as paradas temporárias da indústria.

Para Tavares (1996), as características para uma excelente manutenção são:

- Não esperar que o equipamento vá para o conserto para focalizar as habilidades do controle de manutenção;
- Realizar trabalho de manutenção conforme planos padronizados e tarefas programadas, e não de forma desordenada;
- Documentar o histórico da manutenção tendo em vista reduzir custos, melhorar a produtividade e minimizar falhas.

3.2 Evolução Histórica

De acordo com Tavares (1996), "a história da manutenção acompanha o desenvolvimento técnico-industrial da humanidade". A necessidade dos primeiros reparos surgiu no fim do século XIX e a manutenção era executada pelo próprio operador da máquina. Devido à implantação da produção em série, instituída por Ford, as fábricas perceberam a necessidade de se criar equipes para a realização dessas manutenções no menor tempo possível.

Para Sampaio (2001), a manutenção evoluiu do simples conceito de reparação, onde a manutenção era aplicada apenas em cima das falhas, para um conceito de intervenções planejadas de forma a evitar o seu surgimento.

No GRÁF 1, Siqueira (2005), *apud* Simonetti mostra a evolução dos sistemas de manutenção divididos em três gerações.

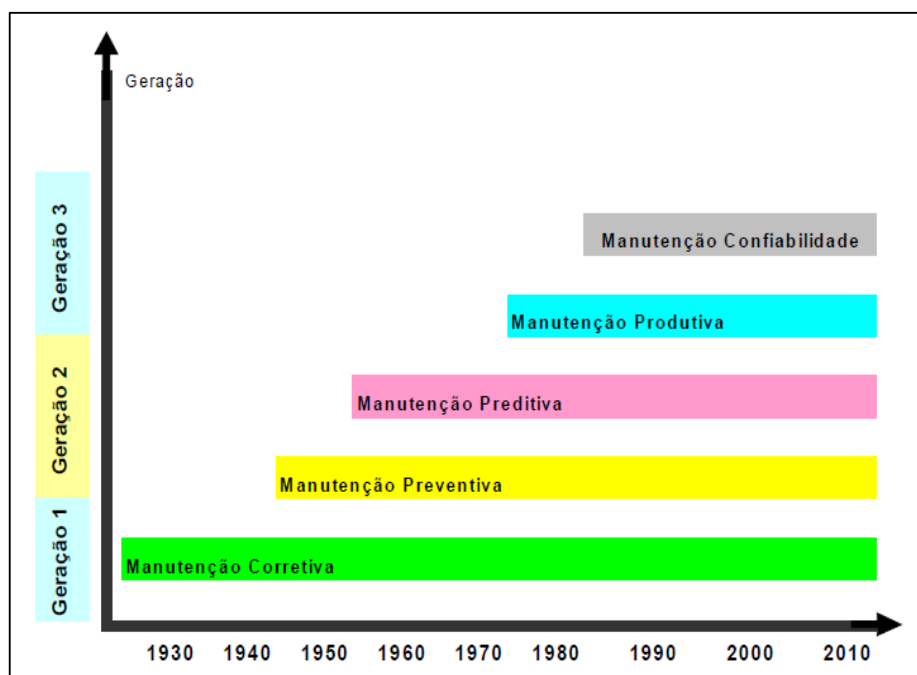


GRÁFICO 1- Evolução dos sistemas de manutenção

Fonte: Siqueira (2005) *apud* Simonetti¹

A primeira geração dos sistemas de manutenção, a geração da mecanização, caracteriza-se pelo uso da manutenção corretiva, não sendo prioridade a prevenção da falha de

¹ SIQUEIRA, Iony Patriota. **Manutenção Centrada na Confiabilidade**: manual de implantação. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

um equipamento, realizava somente a limpeza bem como as rotinas de lubrificação, permanecendo até meados da II Guerra Mundial. Na segunda geração, que enfatizou a industrialização, a ideia de se evitar as falhas já se destacava e que, mais tarde denominou-se manutenção preventiva, caracterizada pelas revisões de equipamentos realizadas em intervalos fixos. Com isso, constatou-se um considerável aumento no custo da manutenção em relação a outros custos operacionais. Na geração da automatização, o processo de mudança na indústria ganhou impulso ainda maior, pois o tempo de máquinas paradas afetava, cada vez mais, a capacidade produtiva, reduzindo a produção, aumentando os custos operacionais e interferindo na prestação de serviço aos clientes, o que impulsionou a filosofia da Manutenção Produtiva Total. A partir de então, vem se confirmando a importância de manter o funcionamento dos diversos tipos de equipamentos e processos.

3.3 Tipos de Manutenção

Existem vários tipos de manutenção que dão suporte às empresas, cada qual direcionada a solução de problemas. São classificados três tipos manutenções para as máquinas: Manutenção Corretiva, Manutenção Preventiva, Manutenção Preditiva e existe também a Manutenção Autônoma, conhecida como a TPM. (VIANA, 2002).

3.3.1 Manutenção corretiva

De acordo com Viana (2002), a manutenção corretiva é efetuada apenas após a ocorrência de um defeito e, não havendo planejamento ela somente coloca o equipamento em condições de executar sua função. Ela tem a função de “corrigir” um problema ou defeito identificado. (MIRSHAWKA e OLMEDO, 1993).

Por ser uma técnica reativa, ou seja, espera acontecer a falha para depois tomar qualquer decisão sobre a manutenção, o custo, em relação à manutenção preventiva é cerca de três vezes mais. Podem-se notar vários pontos negativos, como: (MATTOS, 2011).

- altos custos de estoque de peças para reposição;
- elevado tempo de paralisação da máquina;
- baixa disponibilidade de produção.

A manutenção corretiva se preocupa com o fato de corrigir a falha no melhor prazo possível para a imediata retomada das operações. Os serviços tendem a se tornar repetitivos

ao longo do tempo, podendo melhorar a velocidade e habilidade na intervenção, com isso inicia-se a base para a manutenção preventiva/preditiva, reduzindo seus custos de manutenção. (SOUZA, 2011).

3.3.1.1 Manutenção corretiva não planejada

Segundo Souza (2011), algumas falhas podem acontecer quando não existe um planejamento de manutenção, acontecendo de forma inesperada necessitando de uma correção imediata.

A manutenção corretiva não planejada não consegue reduzir custos, mas dependendo do tipo manutenção que o equipamento necessitará os custos pode ser ainda maior. (VIANA, 2002).

3.3.1.2 Manutenção corretiva planejada

De acordo com Souza (2011), a manutenção corretiva planejada ocorre quando a falha em um determinado equipamento já foi detectada em uma inspeção ou até mesmo no decorrer do trabalho, sem impedir o seu funcionamento. Dessa forma será planejada a troca do componente, ou o reparo será efetuado no momento que for mais oportuno.

A aplicação isolada dessa forma de correção exige que a empresa tenha estoques de peças para a manutenção, podendo gerar algum problema. (SIQUEIRA, 2005).

3.3.2 Manutenção preventiva

Xenos (1998) considera a manutenção preventiva como o coração das atividades mantenedoras, pois diminui a frequência de falhas, aumenta a disponibilidade dos equipamentos e diminui as paradas inesperadas na produção. Ela se diferencia por atividades diárias como limpeza, lubrificação, inspeções simples, recuperação ou troca de componentes, executadas de forma programada antes da quebra do equipamento.

Para Viana (2002), é considerada manutenção preventiva os procedimentos adotados visando evitar ou minimizar uma correção antes da avaria.

Mirshawka e Olmedo (1993), relata que a manutenção preventiva reduz a probabilidade de falhas, perda de rendimento ou qualidade do equipamento a partir de inspeções e reparos ou trocas de peças.

Mattos (2011) explica que as máquinas vão se degradando ao longo do tempo e existe uma previsão da época certa para se fazer a manutenção, antes da sua quebra.

3.3.2.1 Manutenção preventiva não periódica

Souza (2011) relata que a manutenção preventiva periódica ocorre após a identificação de uma alteração do equipamento que mesmo não causando perda da função se faz necessária a antecipação da manutenção.

3.3.2.2 Manutenção preventiva periódica sistemática

De acordo com Souza (2011), a manutenção preventiva periódica é conhecida como “rotina de manutenção” que diante das operações de inspeção, lubrificação, limpeza, troca de componentes e calibração, é possível a detecção de anormalidades.

3.3.3 Manutenção preditiva

Para Souza (2011,) “manutenção preditiva é aquela que indica as condições reais de funcionamento das máquinas com base em dados que informam os seus desgastes ou processo de degradação”, utilizando a medição de parâmetros para determinar a época de ocorrência de uma falha e com isso realizar a manutenção preventiva antes que ocorra a falha.

Mirshawka e Olmedo (1993), define a manutenção preditiva como uma intervenção para buscar a detecção precoce de uma avaria, acompanhando o comportamento de determinados elementos do equipamento ou identificando um componente com desempenho diferente.

Segundo Viana (2002), existe tarefas na manutenção preditiva de acompanhamento das máquinas ou peças através de medições ou por controle estatístico que tentam prever a proximidade da ocorrência da falha, então, entende-se por manutenção preditiva, a determinação do ponto ótimo para a execução da manutenção preventiva. (TAVARES, 1996).

A manutenção preditiva nos permite alcançar algumas metas, tais como: determinar o melhor período para manutenção, reduzir o volume do trabalho de manutenção preventiva, reduzir os custos de manutenção, melhorar a qualidade do produto, aumentar a vida útil das máquinas, peças e componentes. (TAKAHASHI, 1993).

3.3.4 Manutenção autônoma (TPM)

O conceito básico da TPM é o envolvimento de todos e uma mudança da organização, reformulando e melhorando a estrutura empresarial, das pessoas e dos equipamentos. (TAVARES, 1996).

Para Viana (2002), a manutenção autônoma acontece a partir do momento em que há um planejamento e uma programação para que seja realizado um serviço por parte dos operadores que passam a executar serviços de manutenção no maquinário que operam.

De acordo com Souza (2011), a manutenção autônoma estimula os operadores a descobrir o que pode ser feito para preservar o seu equipamento através de uma gradativa implementação que parte da limpeza inicial até o empenho para um gerenciamento, podendo registrar e analisar todos os dados dos equipamentos.

As mudanças com a implantação da TPM podem atingir tanto o homem quanto a máquina, promovendo a melhoria da estrutura orgânica da empresa. (MIRSHAWKA e OLMEDO, 1993).

Tavares (1996) explica que as atividades da manutenção autônoma: limpeza, lubrificação, inspeção e pequenos ajustes, podem ser seguidos em sete passos conforme ilustrado no QUADRO 1.

1- Limpeza	Eliminação de sujeira, poeira, resíduos. Lubrificar e reapertar para detectar anomalias;
2- Providências contra as fontes de defeitos	Eliminar as fontes de sujeira que dificultem a limpeza e exijam menores intervalos entre as lubrificações;
3- Estabelecer padrão de limpeza e lubrificação	A partir de um padrão de limpeza, lubrificação e reajuste a ser mantido, e definir a expectativa de periodicidade para executar a manutenção;
4- Checagem geral	Treinar a habilidade através da execução de tarefas de contato direto com o equipamento e restauração de pequenos defeitos para capacitar a execução de “check-ups”;
5- Checagem autônoma	Estabelecimento de roteiros de checagem;
6- Organizar e estabelecer metas	Padronizar vários itens para sistematização completa do gerenciamento da manutenção;
7- Gerenciamento de manutenção autônoma	Definição de política e metas para implementar atividades rotineiras;

QUADRO 1 - Etapas da manutenção autônoma realizadas pelos operadores

Fonte: Excelência na Manutenção (TAVARES, 1996, p.54).

3.4 Responsáveis pela Manutenção

A manutenção não deve ficar sob-responsabilidade de um ou de outro, ela deve ser uma tarefa de todos, para manter os equipamentos em perfeita condição de funcionalidade.

Viana (2002) descreve que os responsáveis diretos pela manutenção são os operadores, que, através da inspeção diária das máquinas, executam tarefas como: lubrificação, limpeza, reapertos e encaminhamento da Ordem de Serviço para a correção de eventuais falhas observadas, contribuindo para a melhoria de sua manutenibilidade e produtividade. O planejador da manutenção tem uma importância sem igual, pois ele deverá possuir todos os requisitos de um técnico e ter uma boa experiência nos trabalhos de manutenção, para auxiliar nas decisões das manutenções como, por exemplo, na elaboração dos planos de manutenção. Já o supervisor, é responsável pela orientação da equipe de executantes e suas atribuições vão das questões técnicas até as como controle de custos e horas extras dos seus subordinados.

Mirshawka e Olmedo (1993, p. 296) relatam que se não houver um planejador, os resultados não poderiam ser outros senão “[...] perda de materiais, atrasos, tarefas incompletas, métodos ineficientes, interrupções de serviços e outros tantos desperdícios”.

4 PLANEJAMENTO DA MANUTENÇÃO

4.1 Os Planos de Manutenção

De acordo com Viana (2002), os planos de manutenção foram distribuídos em cinco categorias: Plano de inspeções visuais que são as inspeções rotineiras dos equipamentos, roteiro de lubrificação que são os mais importantes, pois, evita desgastes ao equipamento, monitoramento de características dos equipamentos para perceber qualquer anomalia, manutenção de troca de itens de desgaste e o plano de intervenção preventiva que tem como objetivo manter o equipamento em seu melhor estado operacional. Para que um plano seja eficaz a ponto de identificar possíveis pontos de falhas futuras, que deverão ser bloqueadas com uma ação preventiva é preciso um estudo minucioso do equipamento com o objetivo de conhecê-lo, pois, com isso o mantenedor terá a noção correta de como proceder na sua intervenção, evitando perdas de tempo e melhorando a qualidade da manutenção dada.

De acordo com Tavares (1996, p. 23) “a adequada coleta de informações, a armazenagem e o tratamento das informações permitirão obter os relatórios que, por sua vez, devem ser práticos, concisos e objetivos, além de adequados aos níveis de consulta para cada cliente”. O cronograma de execução também deverá ser diariamente verificado para corrigir os desvios entre serviços programados e os que foram realmente executados. Somente a capacitação não é o bastante, é preciso fornecer aos profissionais as instruções de manutenção para evitar a omissão de alguma tarefa, deixando clara a importância de um plano de manutenção.

4.2 Ordem de Manutenção e Ordem de Serviço

Tanto para as ordens de manutenção, quanto para as ordens de serviço, são essenciais algumas recomendações para se ter uma coleta de dados confiáveis, como: esclarecer ao executor quanto à finalidade de coleta de dados, reduzirem os modelos de formulários, deixando somente o atual para não haver trocas e capacitar os responsáveis pela coleta dos dados para a elaboração do plano de manutenção. (VIANA, 2002).

4.2.1 Ordem de manutenção

Viana (2002, p. 38), define a Ordem de Manutenção (O. M.) como “a instrução escrita, enviada via documento eletrônico ou em papel, que define um trabalho a ser executado pela manutenção”. Em outras palavras, a O. M. é uma autorização de trabalho de manutenção a ser executado, e, cabe ao executante, organizar e registrar o mais detalhado possível os itens que foram registrados.

Existem três tipos de ordem de manutenção que poderão ser cadastradas:

- **Ordem de manutenção gerada dos planos de manutenção:** são geradas automaticamente de acordo com a última data de realização daquele serviço.
- **Ordem de manutenção aberta pelo executante (emergência):** acontecerão quando surgir um serviço de emergência que necessite de uma solução rápida.
- **Ordem de manutenção via inspeção no campo:** provenientes das rotas de inspeções que irá gerar serviços onde seu fluxo será bastante simples.

Os QUADROS 2 e 3 exemplificam um formulário de Ordem de manutenção que poderá ser adotado por qualquer um dos tipos citados acima.

ORDEM DE MANUTENÇÃO	Nº DA ORDEM
DATA DA MANUTENÇÃO:	PÁGINA 1
TAG:	
EQUIPAMENTO:	
CENTRO DE CUSTO:	
EQUIPE RESPONSÁVEL:	
DESCRIÇÃO DAS TAREFAS:	
TAREFA 10	
EPI´s UTILIZADOS:	
ESPECIALIDADES:	HOMEM HORAS (HH)
DESCRIÇÃO DA TAREFA:	

QUADRO 2 - Exemplo de formulário de Ordem de Manutenção
 Fonte: Planejamento e Controle da Manutenção. (VIANA 2002, p. 40).

ORDEM DE MANUTENÇÃO		Nº DA ORDEM:	
SINTOMA:		PÁGINA 2	
INTERVENÇÃO:			
CAUSA:			
HISTÓRICO DA ORIGEM			
TAREFA 10			
MATRÍCULA	DATA	HORA INÍCIO	HORA
FINAL			
	//_		
	//_		
DESCRIÇÃO DO SERVIÇO:			

QUADRO 3 - Exemplo de formulário de Ordem de Manutenção (continuação)

Fonte: Planejamento e Controle da Manutenção. (VIANA 2002, p. 41)

4.2.2 Ordem de serviço

A ordem de serviço é simplesmente um formulário de solicitação de serviços que auxilia tanto na detecção e execução dos serviços como também no acompanhamento dos indicadores de disponibilidades. (TAVARES, 1996).

Segundo Mirshawka e Olmedo (1993, p. 354), a Ordem de Serviço (O.S.) é um “documento escrito que, coleta e registra dados das intervenções da manutenção sobre um item” e ainda, afirmam que, através da ordem de serviço pode-se saber onde é o serviço que deve ser feito, a avaria do equipamento, quais materiais precisará para executar a manutenção, e o mais importante é que através de um bom formulário, notam-se várias melhorias, dentre elas: mais clareza nas comunicações, documentação mais detalhada e de fácil entendimento, melhor desempenho, menos atrasos e imprevistos, etc.;

Existe uma série de dados comuns em qualquer ramo industrial, como tipo de atividade de manutenção, códigos de equipamentos, duração da manutenção, mas cada empresa determina suas ordens de serviço em função dos tipos de mão de obra e equipamentos existentes. (TAVARES, 1996).

Para se criar e colocar em prática um bom formulário de Ordem de Serviço, Mirshawka e Olmedo (1993) mostra alguns itens a seguir:

1. Números da O. S. e do equipamento;
2. Data e localização;
3. Descrição da tarefa (plano de trabalho);
4. Horas planejadas e efetivamente trabalhadas;
5. Tipo de serviço e sua prioridade;
6. Ferramentas e materiais necessários.

O QUADRO 4 seguinte, mostra o exemplo de um formulário de ordem de serviço.

ORDEM DE SERVIÇO			
Solicitante:		Data:	
Equipamento:	Código:	km/Hm:	Centro de Custo:
Manutenção:	Preventiva	Corretiva	
Problema Apresentado:			
LIBERAÇÃO DO EQUIPAMENTO			
Solução:			
Peças Trocadas:			
Início da manutenção:	Data:	Hora:	
Termino da manutenção:	Data:	Hora:	
Horas em manutenção:			
Horas efetivamente trabalhadas:			
Liberação:	Data:		
Recebimento:	Data:		

QUADRO 4 – Exemplo de ordem de serviço

Fonte: empresa estudada

Tavares (1996, p. 120) ressalta que “são sugeridos como limites para o detalhamento das Ordens de Serviço, os valores de 2% para manutenções preventivas, e 10% para manutenções corretivas”.

4.3 A Disponibilidade do Equipamento

De acordo com Mirshawka e Olmedo (1993) a disponibilidade, quer dizer que o equipamento ou item está apto para cumprir uma função exigida nas condições estabelecidas, mas não implica que este esteja necessariamente funcionando.

Para Tavares (1996), a disponibilidade pode ser descrita como a relação entre a diferença do número de dias do período vezes 24 horas por dia para cada equipamento e o total de horas de manutenção (preventiva, corretiva e outras) nesses equipamentos e o número de horas-calendário, no período considerado. Para facilitar o controle da disponibilidade, recomenda-se tabelar mensalmente o tempo em que o equipamento esteve fora de serviço, juntamente com a indicação do número de paradas para manutenção, para assim, acompanhar o desempenho dos equipamentos prioritários.

$$DF = (HC-HM) / HC * 100$$

Sendo:

DF= Disponibilidade Física

HC= Horas calendário (tempo total existente no período considerado)

HM= Horas em manutenção (tempo total indisponível para operar por estar sob intervenção da manutenção)

4.4 As Falhas nos Equipamentos

Pode-se perceber a falha de um equipamento quando o mesmo apresenta incapacidade, total ou parcial, de desempenhar uma ou mais funções para qual o mesmo foi projetado e construído. (XENOS, 1998)

As falhas são consideradas como um limite da capacidade de um equipamento para efetuar uma função. Suas causas podem ser distintas e se apresentarem isoladas ou simultaneamente. Essas causas podem ser reunidas em três categorias:

- **Falta de resistência:** procedente de uma deficiência de projeto, especificação inadequada do material, falha na fabricação ou montagem;
- **Uso inadequado:** exposição do equipamento a condições de uso além da sua resistência;

- **Manutenção inadequada:** inadequação ou ausência de ações de manutenção para evitar o desgaste. (MIRSHAWKA e OLMEDO, 1993, p. 46).

Elas acontecem geralmente por fatores tais como: erros de fabricação, de montagem, de operação ou de manutenção, lubrificação ou refrigeração inadequada, sujeira, objetos estranhos, folgas, vazamentos, deformações, trincas, condições ambientais desfavoráveis, vibração, oscilação de pressão, de temperatura, de tensão, torque incorreto, oxidação, corrosão, obstrução de dutos e também por colisões (TAKAHASHI, 1993, p. 56).

Para a eliminação de falhas, é importante tomar algumas medidas. Entre elas cita-se: (NAKASATO, 1994).

- Limpeza e inspeção dos equipamentos;
- conhecimento das condições de uso do equipamento;
- recuperação de possíveis desgastes;
- correção das deficiências apresentadas pelo equipamento;
- capacitação técnica dos usuários, entre outros.

Muitas vezes não basta somente detectar a falha e efetuar a medida corretiva, é preciso investigar a causa de origem para que o reparo seja permanente e não cause mais prejuízos. Sendo assim uma ferramenta a se utilizar para a dada investigação é uma lista de verificação conforme mostrado no QUADRO 5.

Principais aspectos a serem observados na busca das causas fundamentais das falhas	
Aspectos	Conteúdo da observação
Padronização da Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Existem padrões de inspeção? A periodicidade das inspeções e seus critérios de julgamento (valores-padrão) estão definidos? • Existem padrões de reforma dos equipamentos? A periodicidade das reformas está definida? • Existem padrões de troca de peças? A periodicidade de troca e seus critérios de julgamento estão definidos? • Existem procedimentos de inspeção, reforma e troca de peças (manuais de manutenção)? • Existem meios para registrar os resultados reais das inspeções, reformas e troca de peças?

Cumprimento dos padrões de manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • As inspeções, regulagens e troca de peças dos equipamentos estão sendo feitas com base nos padrões e de acordo com a periodicidade estabelecida? • As inspeções, regulagens e troca de peças dos equipamentos estão sendo feitas com base nos procedimentos (manuais de manutenção)? • Os resultados reais das inspeções, regulagens e troca de peças estão sendo registrados?
Condições de operação do equipamento	<ul style="list-style-type: none"> • Os equipamentos estão sendo operados de acordo com os procedimentos padrão? • Existem procedimentos padrão para operar os equipamentos (manuais de operação).
Ambiente de operação dos equipamentos	<ul style="list-style-type: none"> • O ambiente de operação do equipamento é favorável? • Observar o ambiente de operação dos equipamentos quanto à presença de poeira, água, óleo, eletricidade estática e agentes corrosivos e quanto as condições desfavoráveis de temperatura, umidade e vibração.
Evidência das peças danificadas	<ul style="list-style-type: none"> • As especificações dos equipamentos estão disponíveis? Verificar se existem erros de projeto e de fabricação de peças quanto à resistência dos materiais, tipos de materiais utilizados e dimensionamento. Introduzir melhorias. • Houve erro de operação ou sobrecarga do equipamento, ultrapassando sua capacidade? Revisar os procedimentos padrão de operação. Respeitar a capacidade do equipamento e introduzir melhorias para atender a necessidade de produção quanto ao volume, velocidade e carga. • Houve erro de manutenção durante a inspeção, regulagem e troca de peças dos equipamentos? Revisar padrões de manutenção.
Outros	<ul style="list-style-type: none"> • Houve erro na compra de peças de reposição (peças fora de especificação)? • As condições de manuseio e armazenamento das peças de reposição são desfavoráveis? • Existem padrões de inspeção de recebimento de peças de reposição? • Houve erro durante a inspeção de recebimento das peças de reposição? • O conhecimento e habilidade do pessoal de manutenção e produção são suficientes? • As condições de trabalho do pessoal de manutenção e produção são adequadas? Verificar se o ambiente de trabalho contribui para erros de manutenção e operação. • Todas as ferramentas e instrumentos necessários à manutenção e à produção estão disponíveis e calibrados? • Verificar a existência e as condições dos dispositivos de segurança dos equipamentos.

QUADRO 5 – Exemplo de lista de aspectos para análise das causas das falhas

Fonte: XENOS, 1998, p. 102

5 METODOLOGIA

5.1 A Decisão pelo Método

A metodologia utilizada é um estudo a respeito de uma forma de gerenciamento que irá facilitar a identificação e execução do plano de manutenção preventivo para equipamentos móveis em uma indústria de mineração do centro oeste mineiro, pois trata-se de equipamentos necessários para a extração da matéria prima e que requerem esforços no planejamento e treinamento das equipes especializadas; sempre com o intuito de manter os mesmos disponíveis, com base em procedimentos de confiabilidade visando sua importância para o rendimento da produção.

Para o trabalho de extração do minério, a empresa estudada trabalha com seis máquinas sendo elas: uma retro escavadeira, duas carregadeiras, um trator de esteiras, uma moto niveladora e um trator pequeno para auxílio no abastecimento das máquinas.

Anteriormente à implantação do método de gerenciamento, as manutenções eram programadas a partir de controles executados pelos próprios mecânicos da oficina, à medida que ocorriam manutenções preventivas, (através dos planos de manutenção) e manutenções corretivas (solicitadas por ordens de serviço), quando somente assim, eram anotados os horímetros das máquinas. Um relatório muito simples era gerado a partir de uma planilha Excel que era atualizada à medida que manutenções corretivas eventualmente ocorriam. No entanto, a oficina mecânica não trabalhava somente com as manutenções das máquinas da mineração e sim com todos os equipamentos móveis da empresa, como empilhadeiras e caminhões, tornando mais difícil o planejamento das manutenções preventivas, que, aos poucos iam se acumulando e tornando-se um problema, pois, muitas vezes ocorriam atrasos na identificação e execução desses planos e o horímetro era verificado somente quando da ocorrência de manutenções o que, muitas vezes, gerava falhas na programação.

Para dar início à coleta de dados para o método proposto, foi elaborada planilha Excel, sendo atualizada diariamente pelos dados gerados a partir do 1º abastecimento de cada máquina, disponibilizados pelo frentista da empresa, onde é controlada a diferença de horas entre a última manutenção e o horímetro atual, que de uma forma bem clara, facilita a identificação do horímetro ideal para que a manutenção preventiva seja executada, podendo assim proporcionar um melhor planejamento das paradas das máquinas sem interferir no funcionamento da lavra de minério.

5.2 Técnicas de Coleta de Dados

Foram analisados os dados da empresa em relação ao controle dos planos de manutenção e sua disponibilidade.

Para verificar a veracidade dos dados da disponibilidade das máquinas foram coletados dados através de fichas preenchidas pelo próprio operador, descrevendo o funcionamento diário da máquina, como: as horas trabalhadas por cada uma delas, as horas em que elas estavam paradas e seus respectivos motivos, sendo eles por quebra, lubrificações, a falta de operador e horas paradas com o equipamento disponível. Para melhor visualização dos resultados, foi elaborado um gráfico de barras.

Para o controle dos planos de manutenção, foi analisado o histórico das manutenções e elaborado um cronograma para que futuras manutenções sejam executadas no período correto.

Como não há necessidade de planos diferentes para a manutenção de 750 horas, 1250 horas, 1500 horas e 1750 horas, a empresa optou por repetir os planos cuja soma resulta na mesma quantidade de horas trabalhadas. Os planos de manutenção preventiva são observados e executados da seguinte forma:

PLANO A SER EXECUTADO:	CORRESPONDE A MANUTENÇÃO DE:
250 horas	250 horas
500 horas	500 horas
250 horas	750 horas
1000 horas	1000 horas
250 horas	1250 horas
500 horas	1500 horas
250 horas	1750 horas
2000 horas	2000 horas

QUADRO 6 - Sequência dos planos de manutenção a serem executados

Abaixo, segue relação dos principais itens de manutenção da retro escavadeira, que representa a principal máquina na extração do minério.

Período: A cada 250 horas trabalhadas		PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA		
Legendas: N - normal R - reparado A - anormal				
ÍTEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	N	R	A
1	Verificar e registrar vazamentos e outras anormalidades			
2	Efetuar a lavagem do equipamento			
3	Recolher amostra de óleo do motor e redutor de giro			
4	Trocar óleo e filtro lubrificante do motor			
5	Trocar óleo do redutor de giro			
6	Verificar condições dos filtros de ar do motor			
7	Verificar entrada de ar falsa no coletor de admissão			
8	Verificar terminais de água das baterias			
9	Limpar filtros de ar da cabine			
10	Verificar extintor de incêndio			
11	Verificar poltrona do operador			
12	Verificar cinto de segurança			
13	Verificar vidros da cabine			
14	Verificar fixação dos parafusos do rolamento de giro			
15	Verificar folga nos embuchamentos da caçamba			
16	Verificar dentes de caçamba			
17	Verificar faróis e indicadores no painel			
18	Verificar todos os níveis de óleo e líquido do radiador			
19	Lubrificar todos os pinos graxeiros.			

QUADRO 7 - Plano de manutenção a cada 250 horas trabalhadas

Fonte: empresa estudada.

Período: A cada 500 horas trabalhadas		PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA		
Legendas: N - normal R - reparado A – anormal				
ÍTEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	N	R	A
1	Verificar e registrar vazamentos e outras anormalidades			
2	Efetuar lavagem do equipamento			
3	Recolher amostra de óleo do motor, redutor de giro e pto.			
4	Trocar óleo e filtro lubrificante do motor			
5	Trocar filtros de combustível			
6	Trocar óleo do pto.			
7	Trocar óleo do redutor de giro			
8	Trocar filtro da unidade de comando			
9	Trocar filtro de alimentação da bomba de giro			
10	Trocar filtro de ar primário			
11	Verificar entrada de ar falsa no coletor de admissão			
12	Limpar filtros de ar da cabine			
13	Verificar água e terminais das baterias			
14	Verificar a barra magnética no filtro de retorno do óleo hidráulico			
15	Escoar água e sedimentos do tanque de combustível			
16	Verificar fixação da unidade de comando do motor			
17	Verificar fixação do compressor do ar condicionado			
18	Verificar sujeira na parte externa dos radiadores			
19	Verificar fixação dos parafusos do rolamento de giro			
20	Verificar tensão das esteiras			
21	Verificar sapatas, empenos e parafusos folgados			
22	Verificar roda guia e roletes, vazamentos e alinhamentos			
23	Verificar faróis e indicadores do painel			
24	Verificar extintor de incêndio			
25	Verificar poltrona do operador			
26	Verificar cinto de segurança			
27	Verificar vidros da cabine			
28	Verificar todos os níveis de óleo e líquido do radiador			
29	Lubrificar todos os pinos graxeiros.			

QUADRO 8 – Plano de manutenção a cada 500 horas trabalhadas

Fonte: empresa estudada.

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> Período: A cada 1000 horas trabalhadas </div> PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA				
Legendas: N – normal R – reparado A – anormal				
ÍTEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	N	R	A
1	Verificar e registrar vazamentos e outras anormalidades			
2	Efetuar lavagem do equipamento			
3	Recolher amostra de óleo do motor, redutor de giro, tração, pto. e hidráulico			
4	Regular válvula do motor diesel			
5	Trocar óleo e filtro lubrificante do motor			
6	Trocar filtros de combustível			
7	Trocar óleo do pto.			
8	Trocar óleo do redutor de giro			
9	Trocar óleo dos redutores de translação			
10	Trocar filtro de retorno do óleo hidráulico			
11	Trocar filtro de respiro do motor diesel			
12	Trocar filtro da unidade de comando			
13	Trocar filtro de alimentação da bomba de giro			
14	Trocar filtro de ar primário			
15	Verificar entrada de ar falsa no coletor de admissão			
16	Limpar filtro de óleo de fuga do sistema hidráulico			
17	Limpar filtros de ar da cabine			
18	Trocar correia do alternador			
19	Verificar fixação do motor e pto.			
20	Verificar água e terminais das baterias			
21	Escoar água e sedimentos do tanque de combustível			
22	Verificar fixação da unidade de comando do motor			
23	Verificar fixação do compressor do ar condicionado			
24	Verificar fixação dos parafusos do rolamento de giro			
25	Verificar fixação do redutor de giro			
26	Verificar fixação dos redutores de tração			
27	Verificar sujeira na parte externa dos radiadores			
28	Verificar tensão da esteira			
29	Verificar desgaste do material rodante			
30	Verificar sapatas, empenos e parafusos folgados			
31	Verificar roda guia e roletes, vazamentos e alinhamento			
32	Verificar faróis e indicadores do painel			
33	Verificar extintor de incêndio			
34	Verificar poltrona do operador			
35	Verificar cinto de segurança			
36	Verificar vidros da cabine			
37	Verificar todos os níveis de óleo e líquido do radiador			
38	Lubrificar todos os pinos graxeiros.			

QUADRO 9 – Plano de manutenção a cada 1000 horas trabalhadas

Fonte: empresa estudada.

Período: A cada 2000 horas trabalhadas		PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA		
Legendas: N - normal		R - reparado		A – anormal
ÍTEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	N	R	A
1	Verificar e registrar vazamentos e outras anormalidades			
2	Efetuar lavagem do equipamento			
3	Recolher amostra de óleo do motor, redutor de giro, tração, pto e hidráulico			
4	Regular válvula do motor diesel			
5	Trocar óleo e filtro lubrificante do motor			
6	Trocar filtros de combustível			
7	Trocar óleo do pto.			
8	Trocar óleo do redutor de giro			
9	Verificar fixação do redutor de giro			
10	Trocar óleo dos redutores de translação			
11	Verificar fixação dos redutores de tração			
12	Trocar filtro de retorno do óleo hidráulico			
13	Trocar válvula de alívio do tanque hidráulico			
14	Trocar filtro de respiro do motor diesel			
15	Trocar filtro da unidade de comando			
16	Trocar filtro de óleo de fuga do sistema hidráulico			
17	Trocar filtro de alimentação da bomba de giro			
18	Trocar filtro de ar primário e secundário			
19	Verificar entrada de ar falso no coletor de admissão			
20	Trocar filtros de ar da cabine			
21	Trocar correia do alternador			
22	Verificar fixação do motor de pto.			
23	Verificar água e terminais das baterias			
24	Escoar água e sedimentos do tanque de combustível			
25	Verificar fixação da unidade de comando do motor			
26	Verificar fixação do compressor de ar condicionado			
27	Verificar sujeira na parte externa dos radiadores			
28	Verificar fixação dos parafusos do rolamento de giro			
29	Verificar tensão da esteira			
30	Verificar sapatas, empenos e parafusos folgados			
31	Verificar roda guia e roletes, vazamentos e alinhamento			
32	Efetuar medição do material rodante			
33	Verificar faróis e indicadores do painel			
34	Verificar extintor de incêndio			
35	Verificar poltrona do operador			
36	Verificar cinto de segurança			
37	Verificar vidros da cabine			
38	Verificar todos os níveis de óleo e líquido do radiador			
39	Lubrificar todos os pinos graxeiros.			

QUADRO 10 - Plano de manutenção a cada 2000 horas trabalhadas

Fonte: empresa estudada.

6 RESULTADOS

No QUADRO 11, segue exemplo da planilha implantada, que mostra o nome de cada máquina, a última manutenção realizada (data, horímetro do dia em que foi realizada a manutenção e qual o plano que foi executado) e o horímetro atualizado (data, horímetro da referida data e a diferença entre a última manutenção e o horímetro atual). No campo “diferença” é calculada a hora entre a última manutenção realizada e o horímetro atual, destacando em “vermelho” a necessidade de se estar atento para o momento em que a diferença atingir 230 horas, pois, segundo o supervisor de manutenção, juntamente com os mecânicos, as 20 horas restantes é o tempo necessário para o agendamento e monitoramento até a sua execução.

CONTROLE MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS - OFICINA DE VEÍCULOS						
Atualizado em: 15/09/2012	ÚLTIMA MANUTENÇÃO			HORÍMETRO ATUAL		
MÁQUINAS	DATA	HORÍMETRO	PLANO DE HORAS	DATA	HORÍMETRO	DIFERENÇA
Carregadeira 924G	23/06/2012	13770	1750	15/09/2012	14116	346
Carregadeira 966 R	18/07/2012	237	250	15/09/2012	381	144
Retro escavadeira 944C	03/08/2012	7853	1500	15/09/2012	8183	330
Moto niveladora 140 B	07/08/2012	811	750	07/09/2012	849	38
Trator Komatsu D51 EX	16/08/2012	2314	250	15/09/2012	2472	158
Trator Massey Furgsson 265	15/07/2012	542	500	09/08/2012	750	208

QUADRO 11 – Controle manutenção de máquinas

O monitoramento das manutenções é feito em planilha subsequente, que, a partir das atualizações da última manutenção executada, indica os possíveis horímetros para as próximas manutenções, facilitando ainda mais o seu planejamento, conforme indicador no QUADRO 12.

PRÓXIMAS MANUTENÇÕES								
PLANOS DE HORAS								
MÁQUINAS	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
Carregadeira 924G	14020	14270	14520	14770	15020	15270	15520	15770
Carregadeira 966 R	487	987	1237	1487	1737	1987	2237	2487
Retro escavadeira 944C	8103	8603	8853	9103	9353	9603	9853	10103
Moto niveladora 140 B	1061	1561	1811	2061	2311	2561	2811	3061
Trator Komatsu D51 EX	2564	3064	3314	3564	3814	4064	4314	4564
Trator Massey Furgsson 265	792	1292	1542	1792	2042	2292	2542	2792

QUADRO 12 – próximas manutenções

A ferramenta possibilita um maior controle podendo diminuir a paralisação temporária da mina e do processo em si, pode prolongar a vida útil do equipamento, evitando falhas e avarias.

O QUADRO 13 é uma comparação, antes e depois da implantação, indicando o quanto foi importante a implantação desse controle.

COMPARATIVO SOBRE A IMPLANTAÇÃO DO CONTROLE DE GERENCIAMENTO	
ANTES	DEPOIS
Desorganização de documentos	Documentação organizada e em dia, facilitando o acesso diário, inclusive em auditorias
Dificuldade para saber qual plano executar	Com o sistema de gerenciamento, qualquer pessoa pode visualizar o próximo plano sem a necessidade de consultar o arquivo
Plano de manutenção vencido	A planilha avisará com 20 horas de antecedência antes de vencer o plano.
Controle de disponibilidade sem revisão	Foram analisados os equipamentos utilizados na mina e revisados os históricos de 2012

QUADRO 13 – Comparativo sobre a implantação do controle de Gerenciamento da manutenção.

Para verificar a eficiência dos planos de manutenção que são executados a cada 250 horas trabalhadas, sendo que, o ciclo será completado e retornado ao início, quando o plano de 2000 horas for executado, foi revisado cada um deles, juntamente com o supervisor de manutenção da empresa, que conferiu se cada item listado no plano corresponde ao serviço realizado em cada manutenção. Após a revisão, foi constatado que os planos estão de acordo com as manutenções realizadas.

A disponibilidade de cada equipamento foi novamente calculada para verificar a veracidade do histórico existente fazendo uso da fórmula de Tavares (1996).

No QUADRO 14, seguem o resumo de dados fornecidos pelos operadores, através de anotações de próprio punho, para calcular a disponibilidade de cada equipamento.

RESUMO PARA A DISPONIBILIDADE MECÂNICA							
MÊS	EQUIPAMENTO	HORÍMETRO INICIAL	HORÍMETRO FINAL	HORAS TRABALHADAS	HORAS EM MANUTENÇÃO	HORAS TOTAIS PROGRAMADAS	DISPONIBILIDADE MECÂNICA (%)
JULHO 2012	Carregadeira 924G	13782	13909	127	10,33	496	97,92
	Carregadeira 966 R	170	260	90	55,92	496	88,73
	Retro escavadeira 944C	7666	7832	166	1,42	496	99,71
	Motoniveladora 140 B	704	799	95	9,33	496	98,12
	Trator D51 EX Komatsu	2094	2229	135	1	496	99,80
AGOSTO 2012	Carregadeira 924G	13909	14065	156	26,08	496	94,74
	Carregadeira 966 R	260	337	77	44,33	496	91,06
	Retro escavadeira 944C	7832	8069	237	11,08	496	97,77
	Motoniveladora 140 B	799	839	40	6,67	496	98,66
	Trator D51 EX Komatsu	2229	2398	169	7,08	496	98,57
SETEMBRO 2012	Carregadeira 924G	14065	14166	101	36	496	92,74
	Carregadeira 966 R	337	400	63	15,17	496	96,94
	Retro escavadeira 944C	8069	8308	239	14,5	496	97,08
	Motoniveladora 140 B	839	912	73	1,92	496	99,61
	Trator D51 EX Komatsu	2398	2521	123	12	496	97,58

QUADRO 14 – Dados para o cálculo da disponibilidade mecânica

Obs: Para o trator Girico Massey Ferguson a disponibilidade não é analisada.

Para melhor visualização, segue gráfico dos meses de julho, agosto e setembro de 2012 (GRAF. 2). E, para comprovar a positividade da planilha proposta em relação ao tempo de parada para manutenção, segue também um comparativo no mesmo período do ano de 2011. (GRAF. 3).

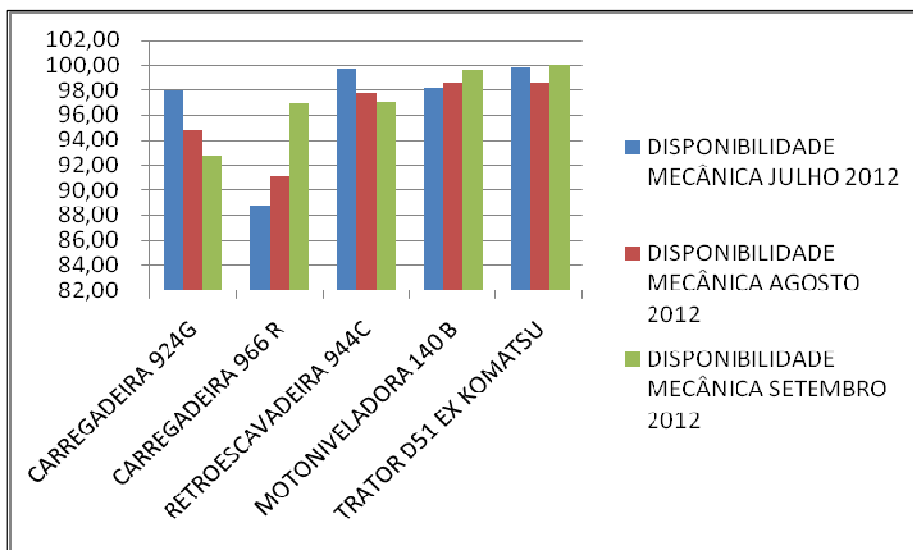


GRÁFICO 2 – Disponibilidade mecânica em 2012

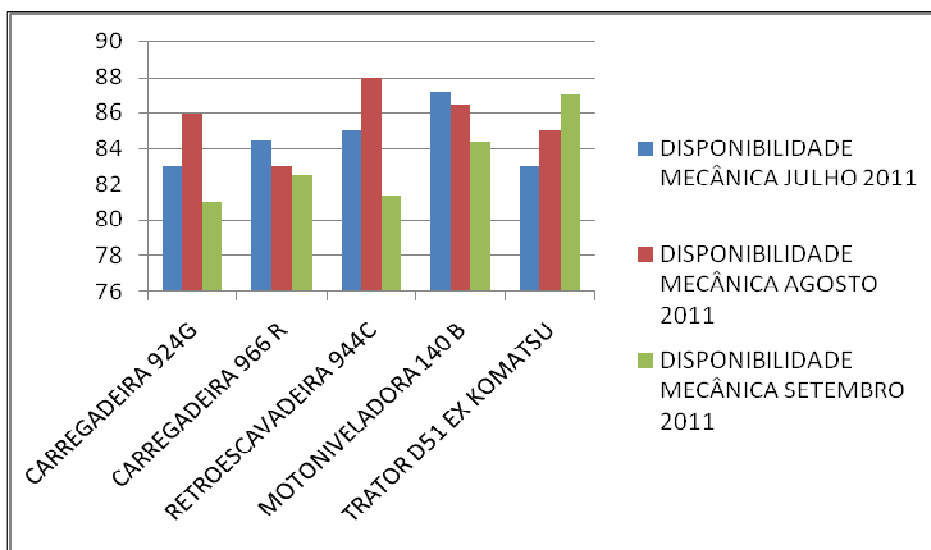


GRÁFICO 3 – Disponibilidade mecânica em 2011

Comparando os gráficos percebeu-se que os resultados foram significativamente visíveis, lembrando que em 2011, a disponibilidade mecânica, em alguns meses, ficou abaixo da meta da empresa (80%), devido a paradas inesperadas e uma manutenção preventiva sem

um prévio monitoramento, o que poderia justificar o tempo ocioso de espera por peças para as máquinas, dificultando assim a execução da manutenção. E com a organização dos planos de manutenção e sua execução planejada, a empresa conseguiu ultrapassar a meta, sendo mais um ponto positivo em relação ao trabalho, pois a partir dos dados atualizados diariamente, o controle de peças para as máquinas tiveram um melhor organização, sem contar na programação de compras das mesmas.

CONCLUSÃO

Foi observada uma melhoria significativa na organização dos planos e no tempo entre planejamento e execução, sem custos adicionais para a empresa, com a utilização do método proposto.

O trabalho foi eficaz de acordo com os dados apresentados, pois reduziu-se os custos por tempo de parada do equipamento, garantiu a disponibilidade dos equipamentos, mantendo os indicadores acima da meta estabelecida, e, possibilitou um controle atualizado das manutenções.

7 CRONOGRAMA

Atividades	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.
Escolha do tema	x								
Definição das palavras-chave para pesquisa	x	x							
Pesquisa bibliográfica para o desenvolvimento do projeto	x	x							
Elaboração dos instrumentos de investigação e das técnicas		x	x						
Estudos teóricos para a elaboração do objetivo, hipóteses e justificativa		x	x	x	x				
Coleta e organização de dados para o referencial teórico		x	x	x	x	x			
Introdução e justificativa				x	x	x	x		
Revisão e entrega					x	x	x	x	x

REFERÊNCIAS

MATTOS, U. A. de O. **Higiene e Segurança do Trabalho**. Rio de Janeiro: Elsevier/Abepro, 2011. 408p.

MIRSHAWKA, Victor; OLMEDO, Napoleão Lupes. **Manutenção: Combate aos custos da não eficácia: A vez do Brasil**. São Paulo: Makron Books do Brasil, 1993.

NAKASATO, K. **Segundo Curso de Formação de Instrutores de TPM**. XV Evento Internacional de TPM. I. M. C Internacional Sistemas Educativos, 1994.

ROCHA, Diúlio. **Fundamentos Técnicos da Produção**. São Paulo: Makron Books, 1995.

SAMPAIO, C. (2001). **Introdução à Manutenção Industrial**. Escola Superior Náutica Infante D. Henrique.

SIMONETTI, M.J. **A manutenção centrada na confiabilidade**. Revista Sapere v.2, n.01 jan a jun 2010.p.1-5. Disponível em:<http://www.revistasapere.inf.br/download/segunda/SIMONETTI_SOUZA_LEANDRO_TRABACHINI_ELL.pdf>. Acesso em: 14 maio 2012.

SOUZA, Valdir Cardoso. **Organização e Gerência da Manutenção: Planejamento, Programação e Controle da Manutenção**. 4. ed. São Paulo: All Print, 2011. 266 p.

TAKAHASHI, Y.; OSADA, T. **Manutenção Produtiva Total**. 2. ed. São Paulo: Instituto IMAM, 1993. 322p.

TAVARES, Lourival Augusto. **Excelência na Manutenção: estratégias para otimização e gerenciamento**. Salvador: Casa da Qualidade, 1996.

VIANA, H. R. G, PCM: **Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002. 192 p.

XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Preventiva: o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade**. Belo Horizonte: Desenvolvimento Gerencial, 1998. 302 p.