

CENTRO UNIVERSITARIO DE FORMIGA – UNIFOR – MG
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
TÚLLIO JOSÉ COSTA OLIVEIRA

**MEDIÇÃO DA EFICIÊNCIA DE UMA BRITAGEM DE CALCÁRIO COM A
UTILIZAÇÃO DO INDICADOR OEE (OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS)**

FORMIGA
2012

TÚLLIO JOSÉ COSTA OLIVEIRA

MEDIÇÃO DA EFICIÊNCIA DE UMA BRITAGEM DE CALCÁRIO COM A
UTILIZAÇÃO DO INDICADOR OEE(OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS)

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção do UNIFOR-MG, como requisito para a obtenção de título de Bacharel em Engenharia de Produção. Orientador (a): Prof. (a) Ms. Danielle Fernandes Campos.

FORMIGA

2012

Aos meus pais, meu irmão e minha namorada, pessoas importantes na minha vida.

AGRADECIMENTOS

À equipe de mineração, pelo apoio e incentivo durante a elaboração deste trabalho.

Aos colegas engenheiros de produção e professores, pela ajuda incondicional.

Aos meus pais: Evaldo e Sandra por tudo que fizeram e fazem.

À minha namorada e colega, Jordana Castro Ferreira que, além de companheira, foi parceira durante todos esses cinco anos.

RESUMO

O trabalho tem como objetivo analisar a utilização do indicador de eficiência global de equipamentos (OEE – Overall Equipment Effectiveness) como forma de gestão de melhoria contínua de equipamento. Como objetivo principal, buscou-se estudar e desenvolver o indicador OEE em equipamentos aplicados numa britagem de calcário situada na cidade de Arcos-MG. O trabalho revisa o conceito da TPM – Total Productive Maintenance, metodologia da qual se originou o indicador do OEE. Além da implantação do indicador, procurou-se identificar e agir sobre os fatores que estavam acarretando perdas e desperdícios nas linhas de produção. O resultado é melhoria do índice de disponibilidade.

Palavras chaves: Britagem. OEE. TPM.

ABSTRACT

This study aims to analyze the use of indicator of overall equipment efficiency (OEE - Overall Equipment Effectiveness) as a way of managing the continuous improvement of equipment. As a primary objective, we sought to study and develop the OEE indicator for equipment applied in crushing limestone in the city of Arcos-MG. This paper reviews the concept of TPM - Total Productive Maintenance, methodology which originated the OEE indicator. Besides the implementation of the indicator, we sought to identify and act on the factors that were causing losses and wastage in the production lines. The result is improved availability index.

Key Words: Crushing. OEE. TPM.

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 01 - Gráfico de Disponibilidade Física	31
GRÁFICO 02 - Gráfico da Qualidade	31
GRÁFICO 03 - Gráfico de Produtividade.....	32
GRÁFICO 04 - Gráfico do OEE	32
GRÁFICO 05 - Paradas de Britagem - Agosto/2012	34
GRÁFICO 06 - Paradas Mecânicas.....	35
GRÁFICO 07 - Paradas Operacionais	35

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01 – Evolução da Manutenção no Japão.....	17
QUADRO 02 – As quatro gerações do TPM.....	19
QUADRO 03 – Resultados Mensuráveis.....	20
QUADRO 04 – 12 Etapas de Implementação.....	22
QUADRO 05 – Fatores OEE.....	24
QUADRO 06 – Metas de melhorias de perdas.....	27
QUADRO 07 – Paradas de Britagem.....	33

LISTA DE TABELAS

TABELA 01 - Índices Técnicos - OEE	30
------------------------------------------	----

LISTA DE ABREVEATURA E SIGLAS

BM (*Breakdown Maintenance*) - Manutenção pós quebra

CM (*Corrective Maintenance*) - Manutenção Corretiva

JIPM (*Japan Institute of Plan Maintenance*) – Instituto Japonês de Manutenção de Plantas

MP (*Maintenance Prevention*) Manutenção de Prevenção

OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) Eficiência Global do Equipamento

TPM (*Total Productive Maintenance*) - Manutenção Produtiva Total

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
1.1.	Objetivo Geral.....	13
1.2.	Objetivos Específicos.....	13
1.3.	Justificativa	13
1.4.	Problema	14
1.5.	Hipóteses	14
2.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1.	A Manutenção Produtiva Total (TPM).....	15
2.2.	Histórico do TPM	16
2.3.	Resultados do TPM.....	19
2.4.	Pilares do TPM.....	20
2.5.	Etapas de Implementação.....	21
2.6.	TPM e os 5 S's.....	23
2.7.	Eficiência Global do Equipamento (OEE).....	23
2.7.1.	Perdas relacionadas ao OEE.....	26
3.	METODOLOGIA	28
4.	ESTUDO DE CASO	29
4.1.	Características do segmento pesquisado.....	29
4.2.	Descrição dos Processos	30
4.3.	Etapas de Implantação	33
4.4.	Resultados e Discussão	36
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

1. INTRODUÇÃO

Diante dos desafios enfrentados pelas indústrias neste período em que novos conceitos de mercado são fundamentados na competitividade, manter uma linha de produção eficiente torna-se sinônimo de produtividade, qualidade e competência.

A crescente mudança no mundo dos negócios, devido ao processo de globalização da economia, tem feito com que as empresas busquem, no mercado, um modelo de gerenciamento mais qualificado, ou seja, uma empresa deve organizar um plano de ação estratégico que vise à redução de custos, qualidade do produto e aumento da produtividade.

Para isso, a empresa deve partir da estratégia de mobilização de todos os seus setores (departamentos) e níveis hierárquicos. A proposta é de que todos compreendam sua função e como contribuir dentro da corporação, para que, juntos, possam adotar ações estratégicas que serão executadas (PORTER, 1990).

Deste modo, as ações estratégicas criaram um vínculo entre todos os setores de uma empresa de britagem de calcário no sentido de fortalecer a manufatura, estabelecendo assim vantagem competitiva. Segundo Slack (2002), somente através de uma função de manufatura qualificada é possível cumprir as metas e estratégias estabelecidas pela empresa. Com isso, as adequações dos ativos fixos que são procedimentos importantes da função de manufatura devem ser priorizadas.

Partindo disso, uma das estratégias que podem ser adotadas pela mineradora é a implementação da Manutenção Produtiva Total que, de acordo com Perez (1997), trata-se de um modelo de gestão de trabalho, dependente do envolvimento de toda a empresa e que possibilita melhorias significativas de produtividade e qualidade da manufatura.

De acordo com o exposto, o objetivo deste trabalho é avaliar o OEE (Eficiência Global do Equipamento) que faz parte da metodologia do TPM (Manutenção Produtiva Total). A eficiência deve ser avaliada de acordo com as perdas existentes no equipamento e das perdas por gestão que, diretamente, influenciam na produção como: falta de matéria prima, falta de ferramental, falta de operador entre outros (CHIARADIA 2004).

1.1. Objetivo Geral

Utilizar o indicador de eficiência global do equipamento em uma britagem de calcário, situada na cidade de Arcos - MG, para detectar restrições no sistema produtivo e propor ações para aumentar o índice de disponibilidade da planta.

1.2. Objetivos Específicos

- Medir as paradas no processo de britagem em horas;
- Identificar as principais paradas de acordo com a sua incidência;
- Propor ações para reduzir as principais paradas.

1.3. Justificativa

Atualmente, com a economia globalizada e com a grande competitividade no cenário nacional, as empresas têm procurado meios de se qualificar, atender melhor aos clientes e às exigências do mercado.

Geralmente, para essas empresas, a busca pela alta produção, com menos recursos e mais velocidade, torna-se grande desafio para aquelas que querem permanecer no mercado. Segundo Pomorski (1997), as inovações de produto, a qualificação dos serviços aos clientes e a valorização da produção têm-se tornado o diferencial na competitividade.

Por isso, neste trabalho, a orientação é para que os clientes internos e fornecedores internos sejam informados de todo o processo em relação às manufaturas para atender à demanda do mercado. Isso significa que todos, dentro da empresa, devem reconhecer o objetivo desta e, principalmente, conhecer como é a atuação de cada um dentro dela.

Dessa forma, o presente trabalho busca no OEE uma solução para que a produção siga de forma crescente sem perder a qualificada. Dentro do contexto de mediação e controle, o OEE pode ser considerado combinação da operação e manutenção dos equipamentos somados ao gerenciamento (DAL; TUGWELL; GREATBANKS, 2000).

Portanto, em termos locais, espera-se que a aplicação do OEE seja relevante para identificar os gargalos em uma britagem e que facilite no

desenvolvimento dos processos produtivos, tornando assim um diferencial no mercado competitivo.

1.4. Problema

Como aumentar a disponibilidade de uma planta de britagem de calcário usando o OEE?

1.5. Hipóteses

A utilização do OEE vai permitir à empresa direcionar recursos para reduzir tempo médio entre falhas, tempo de manutenção e, assim, aumentar a disponibilidade física.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. A Manutenção Produtiva Total (TPM)

O TPM é considerado uma metodologia de gestão industrial projetada por Seiichi Nakajima autor dos livros “*TPM tenka*” em 1982 e “*TPM Nyumon*” em 1984 que abordam todo esse processo de implementação da metodologia do TPM. Os livros foram publicados pelo *Japan Institute of Plan Maintenance* (JIPM), do qual Nakajima foi vice-presidente e, posteriormente, editados em inglês e espanhol (CHIARADIA, 2004).

De acordo com Nakajima (1989), o TPM é um método que tem como objetivo melhorar a eficácia e a longevidade das máquinas. Afinal, é uma ferramenta da manufatura enxuta por combater os grandes desperdícios nas operações de produção.

O TPM é um esforço elevado na implementação de uma cultura corporativa que busca a melhoria da eficiência dos sistemas produtivos, por meio da prevenção de todos os tipos de perdas, atingindo assim o zero acidente, zero defeito e zero falhas durante todo o ciclo de vida dos equipamentos, cobrindo todos os departamentos da empresa incluindo Produção, Desenvolvimento, Marketing e Administração, requerendo o completo envolvimento desde a alta administração até a frente de operação com as atividades de pequenos grupos (JIPM, 2002, p.1)

O TPM não é apenas uma política de manutenção, mas, sim, uma filosofia de trabalho que envolve todos os setores de uma empresa para conseguir a utilização máxima dos equipamentos. O conceito de perda zero, nesse caso, torna-se um fator motivacional para a continuidade e aceleração da implementação do TPM (MORAES, 2004).

Diante disso, existem três características importantes que podem ser observadas no TPM:

Busca da economicidade, ou seja, tornar a manutenção uma atividade geradora de ganhos financeiros para a empresa. Essa característica está presente em todas as políticas de manutenção baseadas nos conceitos de prevenção de falhas e na melhoria da confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos. **Integração e otimização** de todas as políticas de manutenção disponíveis, de maneira a promover a melhoria da eficiência global dos equipamentos. **Participação voluntária** de operadores de produção nas atividades de manutenção levados pelo conceito de

gerenciamento dos resultados e de atividades de pequenos grupos (MORAES, 2004, p 34)

No entanto, caberá à empresa valorizar os operários que participarem da implementação do TPM, por exemplo, com a bonificação de terem seus rostos estampados nos quadros de atividades das áreas, ao lado de mensagens de agradecimento e reconhecimento e ao lado de gráficos que demonstrem os resultados de seus esforços e participação (MORA, 2000, WIREMAN, 2000).

Tendo em vista que as falhas estão relacionadas com o comportamento organizacional da empresa, é fundamental que todos os envolvidos, de forma direta ou indireta com os equipamentos, construam uma base sólida responsável, designando passo a passo o seu papel no combate às falhas (MORAES, 2004).

Dentro da filosofia do TPM, a percepção e interiorização devem caminhar de acordo com o conceito de melhoria contínua que leva os envolvidos com os processos do TPM à autoavaliação de suas condutas, gerando, assim, uma mudança cultural nas empresas (BECK, 1999).

2.2. Histórico do TPM

Desenvolvido no ano de 1971, o TPM teve sua base formada da junção de quatro processos: PM (*Preventive Maintenance*) manutenção preventiva, BM (*Breakdown Maintenance*) manutenção para melhoria ou manutenção pós-quebra, CM (*Corrective Maintenance*) manutenção corretiva e MP (*Maintenance Prevention*) também chamada *Maintenance-free-design* (CHIARADIA 2004)

Esses processos foram desenvolvidos no Japão devido aos transtornos causados pela II Guerra Mundial. Desse modo, Nakajima (1989) percebeu que o estilo americano de gestão pregava a divisão taylorista das tarefas entre as equipes de manutenção e operação, o qual ele descreve como: “Eu opero, você concerta”. Portanto, essa forma de trabalho taylorista não se enquadrou nas empresas japonesas, pois os japoneses acreditavam que todos os funcionários deveriam participar da implantação do TPM.

A inovação trazida pelo TPM está no fato de atribuir aos operadores atividades básicas de manutenção nos seus equipamentos. A partir deste momento, as áreas de manutenção passam a ser alimentadas de

informações por parte dos operadores no que se refere às anomalias ou sintomas estranhos apresentados por seus equipamentos, permitindo que intervenções sejam executadas para prevenir a quebra ou falha do equipamento (CHIARADIA, 2004, p 24)

Considerando o exposto por Chiaradia (2004), percebe-se que o TPM é a base do relacionamento de todos os níveis organizacionais, o qual tem início na alta gerência e nas atividades de pequenos grupos de operadores. Segundo Moraes (2004), o TPM foi testado na empresa Nippondenso que, nesse período, era uma das principais fornecedoras japonesas de produtos elétricos para a *Toyota Car Company*, sob a liderança do Instituto Japonês de Engenharia de Planta (JIPE).

O JIPE foi o precursor do Instituto Japonês de Manutenção de Plantas (JPME), o órgão máximo de disseminação do TPM no cenário mundial (PALMEIRA, 2002). Ao longo dos anos, importantes empresas adotaram a metodologia do TPM como forma de gestão. O quadro 1 - resume a evolução da manutenção preventiva no Japão.

Quadro 1: Evolução da Manutenção no Japão – Parte 1

DÉCADA 50	DÉCADA 60	DÉCADA 70
Busca da consolidação da função e performance por meio da manutenção preventiva	Conceitos de confiabilidade, segurança e economicidade passam a ser visualizados como tópicos fundamentais dentro dos projetos de instalações industriais (Era da Manutenção do Sistema de Produção)	Ênfase na pessoa, administração participativa e visão global de sistema; incorporação dos conceitos de prevenção da manutenção com o desenrolar concomitante do TPM
TÉCNICAS ADMINISTRATIVAS		
Manutenção Preventiva (MP - a partir de 1951) Manutenção do Sistema Produtivo (MSP – a partir de 1954) Manutenção corretiva com a incorporação de melhorias (MM – a partir de 1957)	Prevenção da Manutenção (PdM – a partir de 1960) Engenharia de Confiabilidade (a partir de 1962) Engenharia Econômica	Incorporação de conceitos das ciências comportamentais Desenvolvimento da Engenharia de Sistemas Logística e Terotecnologia

Fonte: Moraes (2004, p 36).

Quadro 1: Evolução da Manutenção no Japão – Parte 2		
FASES EM DESTAQUE		
<p>1: Introdução da sistemática de Manutenção Preventiva (MP) nos moldes americanos pela Towa Fuel Industries</p> <p>1952: Criação de um comitê para Estudo da MP, integrado por 20 empresas que abraçaram o programa, dando origem ao embrião do JIPM</p> <p>1953: Visita de George Smith ao Japão para disseminação dos conceitos de PM</p>	<p>2: I Simpósio Japonês de Manutenção</p> <p>1962: Visita aos Estados Unidos da 1a Delegação Japonesa para Estudo da Manutenção de Instalações promovido pela JMA (Japan Management Association)</p> <p>1963: Simpósio Internacional de Manutenção em Londres</p> <p>1964: Início do Prêmio PM, de excelência em manutenção</p> <p>1965: Simpósio Internacional de manutenção em New York</p> <p>1966: Criação do JIPE (Japan Institute of Plant Engineering)</p>	<p>3: Simpósio Internacional de Manutenção de Tokyo promovido em conjunto pelo JIPE e JMA, além do Simpósio Internacional de Manutenção na Alemanha Ocidental</p> <p>1972: Simpósio Internacional de Manutenção em Los Angeles</p> <p>1973: Simpósio de Manutenção e Reparo em Tokyo, além do Simpósio Internacional de Terotecnologia em Bruxelas</p> <p>1974: Simpósio Internacional de Manutenção em Paris</p> <p>1975: Simpósio Internacional de Manutenção na Iugoslávia</p> <p>1986: Fundação do JIPM (Japanese Institute of Plant Maintenance)</p>

Fonte: Moraes (2004, p 36) (Continuação)

Após o ano 1971, o TPM apresentou uma evolução constante que subdividiu em quatro gerações (PALMEIRA e TENÓRIO, 2002). De início, as ações do TPM eram voltadas para a maximização da eficiência global dos equipamentos, ou seja, o foco era apenas nas perdas por falhas, e as decisões eram tomadas pelo departamento relacionado com os equipamentos (MORAES, 2004).

A segunda geração do TPM inicia-se em 1980, período em que a maximização buscava eliminar as seis perdas principais nos equipamentos, como: perda por quebra ou falha, perda por preparação e ajuste, perda por operação em vazio e em pequenas paradas, perda por velocidade reduzida, perda por defeitos no processo e perda no início da produção (MORAES, 2004).

A terceira geração do TPM ocorre no início da década de 90, sendo que a maximização busca eliminar dezesseis grandes perdas divididas em: perdas ligadas ao equipamento, pessoas e aos recursos físicos de produção.

Oito perdas ligadas aos equipamentos: por quebra ou falha, por instalação e ajustes, por mudanças de dispositivos de controle e ferramentas, por

início de produção, por pequenas paradas e inatividade, por velocidade reduzida, por defeitos e retrabalhos e perda por tempo ocioso.

Cinco perdas ligadas às pessoas: falha na administração, perda por mobilidade operacional, perda por organização da linha, perda por logística e perda por medições e ajustes.

Três perdas ligadas aos recursos físicos de produção: perda por falha e troca de matrizes, ferramentas e gabaritos, perda por falha de energia e perda de tecnologia (MORAES, 2004, p 37).

A quarta geração do TPM surgiu a partir de 1999, com uma visão estratégica de gerenciamento, baseada na união de setores comercial, pesquisa e desenvolvimento de produtos, com o objetivo de eliminar perdas com inventários, distribuição e compras. O quadro 2 - apresenta um resumo das quatro gerações do TPM.

Quadro 2: As quatro gerações do TPM

Geração	1º Geração 1970	2º Geração 1980	3ª geração 1990	4ª geração 2000
Estratégia	Máxima eficiência dos equipamentos		Produção e TPM	
Foco	Equipamento		Sistema de Produção	Sistema geral da Companhia
Perdas	Perda por falha	Seis principais perdas nos equipamentos	Dezesseis perdas (equipamentos, fatores humanos e recursos na produção)	Vinte perdas (processos, inventário, distribuição e compras).

Fonte: Moraes (2004, p 38)

2.3. Resultados do TPM

Benefícios não mensuráveis também são atribuídos à implementação do TPM, pois contribui, de forma fundamental, para a organização, por meio de: melhoria no ambiente de trabalho, desenvolvimento intelectual, motivação e autoconfiança dos empregados (NAKOSATO, 1994). Contudo, é com a amostra de resultados mensuráveis, que se avaliam os benefícios obtidos com a implementação do TPM. Esses resultados são divididos em seis grupos representados pela sigla PQCDMSM

(Produtividade, Qualidade, Custo, Distribuição, Segurança, Moral). Abaixo, no quadro 3 - a classificação dos grupos.

Quadro 3 Resultados mensuráveis.

P Produtividade	Aumento da produtividade de mão de obra de 1,4 a 1,5 vezes Aumento da produtividade em termos de valor agregado de 1,5 a 2 vezes Aumento do índice operacional dos equipamentos de 1,5 a 2 vezes
Q Qualidade	Redução do índice de falha de processo para até 10% dos níveis anteriores de falha Redução do índice de refugo para até 3% dos níveis anteriores Redução do nível de reclamações de clientes para até 25% dos níveis anteriores
C Custo	Redução de até 30% nos estoques de processo Redução de até 30% do consumo de energia Redução dos níveis de consumo de fluidos hidráulicos para até 20% dos níveis anteriores Redução de até 30% no custo total de fabricação
D Distribuição	Redução de até 50% do estoque de produtos acabados em n° de dias Aumento de 2 vezes no giro de estoque (3 a 6 vezes ao mês)
S Segurança	Zero absenteísmo por acidentes Zero ocorrência de contaminação do meio ambiente
M Moral	Aumento de até 5 a 10 vezes no n° de sugestões Aumento de até 2 vezes no n° de reuniões de pequenos grupos

Fonte: Moraes (2004, p 38)

2.4. Pilares do TPM

Segundo Nakajima (1989), independentemente da cultura ou segmento de mercado que uma empresa se encontra ou a sua forma de implantar o TPM, existem alguns procedimentos na implementação do TPM conhecidos como pilares de sustentação, ponto de partida para todas as empresas.

O Pilar da Melhoria Focada ou Específica: parte do conceito de Manutenção Corretiva de Melhorias que tem como objetivo a realização de plantas/projetos não periódicos, pois sempre surgem correções imediatas no processo produtivo para eliminar as perdas crônicas relacionadas aos equipamentos, como: máquinas e ferramentas.

O Pilar da Manutenção Autônoma está relacionado ao treinamento teórico e prático realizado pelos operários em períodos determinados pelas empresas e no convívio que a equipe apresenta no dia a dia para a organização e melhoria contínua das rotinas de produção e manutenção.

A Manutenção Planejada refere-se à manutenção preventiva que visa monitorar a condição do equipamento, para que este possa operar nas condições ideais, aumentando a confiabilidade, além de colaborar com a redução dos custos de manutenção.

O Treinamento e educação referem-se à aplicação de treinamentos técnicos e especializados por líderes de equipe ou de procedimentos terceirizados, que tem como objetivo a evolução do perfil do funcionário, transformando-o em um ser responsável com o seu trabalho e a importância de se trabalhar em equipe.

A Gestão antecipada baseia-se nos conceitos de Prevenção da Manutenção que planeja desde o início do processo de produção, reparos em equipamentos, lubrificação, ajustes e recondiçionamentos, que geram índices mais adequados de confiabilidade e manutenção.

A Manutenção da qualidade refere-se ao bom serviço prestado, à confiabilidade dos equipamentos, à qualidade dos produtos e capacidade de atender à demanda.

A Segurança, Saúde e Meio Ambiente é fundamental para o sucesso de uma empresa. Este processo tem relação direta com as condições de trabalho. É obrigação dos empresários informarem e controlar todos os fatores de risco encontrados no processo de produção de trabalho e na redução de acidentes ambientais.

A Melhoria dos processos administrativos consiste no conceito de organização e eliminação de desperdícios nas rotinas administrativas, como: utilizar a internet para entrar em redes sociais, telefonemas para local fora do trabalho, joguinhos de celular ou internet, bate papo nos corredores e outros que, de algum modo, interferem na eficiência dos equipamentos produtivos e processos (MORAES, 2004)

2.5. Etapas de Implementação

De acordo com Nakajima (1989), para o sucesso da implementação do TPM é necessário cumprir 12 etapas descritas no quadro 4.

Quadro 4 – 12 etapas de implementação do TPM

Fases	Etapas	Conteúdo
Preparação	1- Declaração oficial da decisão da Diretoria pela implementação do TPM	Uso de todos os meios de comunicação disponíveis
	2 - Educação, treinamento e divulgação do início da implementação	Seminários para gerência média/alta Vídeos para os operadores
	3 - Estruturação das equipes de multiplicação e implementação	Identificação das lideranças e montagem dos comitês
	4 - Estabelecimento da política básica e metas do TPM	Identificação das grandes perdas e definição dos índices relativos ao PQCDMS
	5 - Elaboração do plano diretor para implementação do TPM	Detalhamento do plano
Introdução	6 - Lançamento do projeto empresarial TPM	Convite a fornecedores, clientes e empresas afiliadas
Implantação	7 - Sistematização para melhoria do rendimento operacional	Incorporação das melhorias específicas Condução da manutenção preventiva e autônoma Educação e treinamento em cascata de todos os envolvidos com a implementação com foco na autonomia da equipe
	8 - Gestão antecipada	Prevenção da manutenção com o controle da fase inicial dos equipamentos e do custo do ciclo de vida. Prevenir perdas crônicas.
	9 - Manutenção da Qualidade	Foco nas falhas frequentes e ocultas e nos processos que afetem a qualidade do produto e das entregas.
	10 - Melhoria dos processos administrativos	TPM de escritório, revisão das rotinas administrativas com base na filosofia do TPM de eliminação de perdas.
	11- Segurança, Saúde e Meio Ambiente	Ações e recuperação e prevenção de riscos a saúde e segurança dos operários e do meio ambiente.
Consolidação	12 - Aplicação total do TPM	Obtenção de resultados que demonstrem o alcance e a manutenção da excelência em TPM Candidatura ao Premio de excelência do JIPM

Fonte: Moraes (2004, p 41)

A consolidação das 12 etapas de implementação do TPM numa empresa requer, aproximadamente, 3 anos. Sendo que esta empresa tenha como filosofia o aprendizado, a motivação e o amadurecimento intelectual dos envolvidos (NAKAJIMA, 1989).

2.6. TPM e os 5 S's

Além da organização de todos os setores da empresa, da tecnologia da máquina, da economia e da qualidade do produto. TPM só encontrará uma base sólida com o envolvimento dos funcionários gerenciados pelo padrão 5S's. Algumas falhas, durante a implementação, devem-se ao fato de que os operadores deixam de praticar os 5S's nas áreas de fácil aplicação como: corredores e armários e passam a aplicá-los na parte mais complexa e menos visível dos equipamentos em que haja contaminação e falta de limpeza (XENOS, 1998).

Os cinco conhecidos S's são: *Seiri* (organização) que consiste em distinguir itens necessários e desnecessários com base no grau de necessidade; *Seiton* (arrumação) consiste na armazenagem e determina fatores como: frequência de uso, tamanho, peso e custo; *Seiso* (limpeza) significa preservar as funções do equipamento e eliminar riscos de acidente ou de perda de qualidade; *Seiketsu* (limpeza pessoal ou padronização) é a ênfase na padronização, no cuidado e asseio com os uniformes, com ferramentas e com os objetos e utensílios utilizados no setor do trabalho; *Shitsuke* (disciplina) esse conceito se baseia na educação, no cumprimento das regras do trabalho, principalmente no que se refere à organização e segurança (MORAES, 2004).

2.7. Eficiência Global do Equipamento (OEE)

O histórico da implementação do TPM aponta um conjunto de perdas (falhas) que afetem, diretamente, a eficiência dos equipamentos e o sistema de produção por meio desses três fatores: Disponibilidade do Equipamento, Performance Operacional e a Qualidade dos Produtos (MORAES, 2004).

As multiplicações desses três fatores determinam o índice de Eficiência Global do Equipamento representado em todas as empresas como o OEE.

A medição do OEE pode ser aplicada em vários diferentes níveis no ambiente da manufatura. Primeiro o OEE pode ser usado como *benchmark* para medições iniciais de performance de uma planta de manufatura por inteiro. Desta forma, o OEE medido inicialmente pode ser comparado com valores do OEE futuros, quantificando os níveis de melhorias obtidas. Segundo, o valor do OEE, calculado por uma linha de manufatura, pode ser usado para comparar a performance da linha por toda a fabrica, deste modo realçando as linhas com performance pobre. Terceiro, se as maquinas processam o trabalho individualmente, medição do OEE pode identificar qual maquina que está com a pior performance, e consequentemente identificar onde focalizar os recursos do TPM (DAL, TUGWELL, GREATBANKS, 2000, p.1489).

O índice do OEE é utilizado na medição de resultados obtidos com a implementação do TPM. A maximização da eficiência dos equipamentos é alcançada através das atividades quantitativas (aumento e melhoria da produção), e das qualitativas (redução dos números de defeitos) (CHIARADIA, 2004). Abaixo no quadro 5, são apresentados, os fatores que determinam o OEE.

Quadro 5: Fatores OEE

OEE(%) EFICIÊNCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO		
Disponibilidade do Equipamento (%)	Performance Ocupacional	Qualidade dos Produtos
<ul style="list-style-type: none"> • Quebra/Falha • Preparação ou ajustes • Desgaste de ferramentas 	<ul style="list-style-type: none"> • Ociosidade • Pequenas Paradas • Velocidade Reduzida 	<ul style="list-style-type: none"> • Refugos • Retrabalhos • Perdas por inicio de produção

Fonte: Moraes (2004, p 45).

O índice de Disponibilidade expressa a relação do percentual entre o tempo em que o equipamento realmente operou e o tempo que deveria ser operado. Conforme a equação número 1 abaixo:

Equação 1: Equação de Disponibilidade

$$Disp (\%) = \frac{\text{Tempo total programado} - \text{paradas planejadas} - \text{paradas não planejadas}}{\text{Tempo total programado} - \text{parada programada}} \times 100$$

Onde:

Tempo total programado tempo de carga programado para equipamento, com base no tempo teórico de ciclo e na demanda de produção:

Parada planejada: tempo gasto com paradas para descanso, almoço, reuniões, treinamentos e manutenção planejada:

Parada não planejada tempo gasto com paradas inesperadas, como por exemplo, manutenção de emergência, aquecimento no início de produção, troca de modelos, troca ou ajustes de ferramentas:

O índice de Performance Operacional é a relação entre o tempo e o ciclo real do equipamento quando, o mesmo está em operação. É um índice, normalmente afetado por reduções intencionais na velocidade de operação dos equipamentos, por pequenas paradas, por falta de algum recurso e bloqueio (MORAES, 2004). Modelo de equação número 2 abaixo:

Equação 2: Equação de Performance

$$Perf. (\%) = \frac{\text{Tempo teórico do ciclo} \times \text{total de peças produzidas}}{\text{Tempo total programado} - \text{paradas planejadas} - \text{paradas não planejadas}} \times 100$$

O índice de Qualidade de produto está na capacidade de fazer um produto corretamente na primeira vez. Relaciona, percentualmente, a quantidade de peças refugadas e retrabalhadas com a quantidade total de peças produzidas (MORAES, 2004). Modelo de equação número 3 abaixo:

Equação 3: Equação da Qualidade

$$Qualidade(\%) = \frac{\text{Total de peças produzidas} - (\text{Total de refugos} + \text{retrabalhos})}{\text{Total de peças produzidas}} \times 100$$

Esses índices demonstram que o OEE não é apenas um indicador operacional, este também pode ser considerado um indicador que mede as atividades dos processos envolvidos com a operação, sendo utilizado em ambientes de alto volume de produção que priorizam a produtividade e características como perdas e interrupções são consideradas quedas de rendimento (RON, ROODA, 2005).

Na concepção de Shirose (1994), as empresas que fazem o uso do OEE para medição da eficiência dos equipamentos deparam-se com valores entre 30% e 60%.

Um cálculo de OEE que apresente um resultado de 85% pode ser considerado excelente. No entanto, esse resultado deve apresentar características confiáveis do levantamento de todos os três índices que o constituem, sendo que para a maioria das empresas há uma grande dificuldade de registrar corretamente suas ocorrências diárias (NAKAJIMA, 1989)

2.7.1. Perdas relacionadas ao OEE

Segundo Nakajima (1989), a identificação de perdas é o ponto de partida para restabelecer as condições dos equipamentos. Na sua concepção, existem seis grandes perdas que influenciam diretamente em suas produtividades como: Perda de Quebra, de *Setup* e Regulagens, de Ociosidade e Pequenas Paradas, de Redução de Velocidade, de Problemas de Qualidade e Retrabalho, de Queda de Rendimento (Startup).

- Perdas por Quebra são caracterizadas pela parada de função, ou seja, o equipamento fica indisponível por um determinado tempo, até que restabeleça a condição original e inicie novamente a operação, seja pela atividade da manutenção, *pre-set*, engenharia ou outro departamento. As quebras são classificadas como esporádicas e crônicas. As esporádicas são repentinas e drásticas, porém de fácil visualização e correção, enquanto as crônicas são paradas de curtas durações, porém de alta frequência.
- Perdas por *Setup* e Regulagens estão relacionadas às mudanças de produtos e regulagens até que seja concluído o *setup*. As regulagens que ocorrem após a conclusão do *setup*, são consideradas as grandes vilãs do tempo perdido.
- Perdas por Ociosidade e Pequenas Paradas: caracterizam-se por interrupções do tempo relativo pequeno. Segundo Suehiro (1992), as pequenas paradas são problemas no equipamento que não necessita de mais de cinco minutos para o reparo. Entretanto, o critério de tempo que caracteriza uma parada pequena pode variar em função de entendimento que cada empresa tem com a relação às paradas. Para Shirose (1992), o elemento central que define as pequenas paradas são as correções que são realizadas pelos operadores, ou seja, o operador, na maioria das vezes, aplica *resets* no equipamento e não relaciona fato como perda.

- Perdas de Redução de Velocidade caracterizam-se pela velocidade real ser menor que a velocidade teórica ou de engenharia, implicando tempos elevados de ciclo. Isso se deve a fatores como manutenção, operação, qualidade ou processo que levam os operadores a reduzirem a velocidade dos equipamentos.
- Perdas por Problemas de Qualidade e Retrabalho são relativas à geração de produtos não-conformes, causado pelo mau funcionamento dos equipamentos, gerando falhas esporádicas e crônicas.
- Perdas por Queda de Rendimento (*Startup*) estão relacionadas às restrições técnicas dos equipamentos, que obrigam um período para estabilização das condições dos equipamentos após períodos de parada do equipamento. Segundo Shirose (2000), estas perdas são oriundas de paradas do equipamento após reparos periódicos ou corretivos, feriados, refeições e outras.

O OEE, considerado como a evolução métrica do processo do TPM, é mensurado a partir da estratificação das seis grandes perdas apresentadas e classificadas no tópico acima. Além disso, é calculado através do produto dos índices de Disponibilidade, Performance e Qualidade (NAKAJIMA, 1989). Abaixo, o quadro 6 apresenta as metas de melhorias de perdas.

Quadro 6: Metas de melhorias de perdas

Tipo de Perda	Meta	Explicação
Quebra	0	Reduzir para zero em todo o equipamento
<i>Setup</i> e ajustes	Minimizar	Reduzir os tempos de <i>setup</i> para menos de 10 minutos
Ociosidade e pequenas paradas	0	Reduzir para zero em todo o equipamento
Redução de velocidade	0	Trazer o tempo de ciclo atual para o tempo de engenharia, e fazer melhorias para reduzi-lo
Defeitos de qualidade e retrabalhos	0	Aceitarem somente ocorrências extremamente pequenas. Ex: 110ppm a 30ppm
<i>Startup</i>	Minimizar	

Fonte: Chiaradia (2004, p 43)

3. METODOLOGIA

A metodologia abrange a descrição dos tipos de pesquisa a ser realizada, apresentação de conceitos e a seleção da população, amostra e sujeitos da pesquisa. Os tipos de pesquisa são divididos conforme dois critérios: quanto aos fins (exploratória, descritiva, explicativa, metodológica e intervencionista) e quanto aos meios (pesquisa de campo, pesquisa de laboratório, documental, bibliográfica, experimental, participante, pesquisa-ação, estudo de caso e *ex post facto*) (VERGARA, 2003).

De acordo com Gil (2006), a pesquisa é desenvolvida mediante o uso dos conhecimentos disponíveis e a utilização de métodos, técnicas e outros procedimentos científicos, uma vez que representa um longo processo que envolve inúmeras fases, desde a formulação do problema até a apresentação dos resultados.

A metodologia, quanto aos fins, aplicada neste trabalho é de característica explicativa. De acordo com Vergara (2003), quanto aos meios, o trabalho pode ser considerado um estudo de caso e investigação, pois descreve a implementação do OEE utilizado pela britagem de calcário, objeto de estudo, por meio da apresentação teórica dessa metodologia e da análise dos resultados obtidos em um caso real.

Foram coletados os valores mensais de OEE e de seus três índices constituintes registrados. A partir da análise dos dados coletados, espera-se mapear o equipamento na sua real condição, sendo possível enxergar as perdas envolvidas, resultante das variabilidades que existem no equipamento e ao seu redor. Desse modo, pode-se avaliar a capacidade dos equipamentos, levando, em conta, a influência de todas as perdas relativas à Disponibilidade, à Performance e à Qualidade. Estes procedimentos envolveram os departamentos mecânico e operacional, sendo eles diretos ou indiretos.

No mais, foram utilizados gráficos e tabelas que trouxeram detalhes de todo o processo realizado pelo OEE na britagem de calcário referente ao período pesquisado.

4. ESTUDO DE CASO

Este capítulo apresenta o estudo de caso realizado numa mineradora no Centro-Oeste Mineiro, trazendo a coleta, a tabulação e a análise dos dados. Por fim, os resultados são apresentados e discutidos com base na literatura sobre o tema.

Contudo, o nome real da empresa pesquisada será mantido em sigilo, sendo a mesma citada no decorrer da monografia com o nome de Bom Cal relacionada com um grupo belga. Outras empresas do grupo belga também terão suas identificações alteradas.

4.1. Características do segmento pesquisado

A empresa Bom Cal foi fundada na Bélgica em 1989. Expandiu-se na França no ano de 1926, o que possibilitou sua trajetória no cenário internacional. Com a chegada ao mercado norte-americano no ano de 1981, suas bases foram se fortalecendo através de grandes aquisições, a maior destas foi a compra de empresas no México as quais, até aquele momento, eram as principais consumidoras de cal do sudeste dos Estados Unidos.

Assim, a empresa foi se posicionando no mercado internacional. De volta à Europa, entre os anos 2000 e 2003, esta adquiriu mais três empresas que tinham como atividades a cal.

A empresa chegou ao Brasil no ano de 2004, após a aquisição da divisão de cal do Grupo Votorantim, reunindo quatro plantas no estado de Minas Gerais e através de contrato de longo prazo com o grupo belga do Brasil.

O presente estudo de caso se refere aos mecanismos de produção que ocorrem dentro das instalações da empresa, localizadas na cidade de Arcos - MG. Atualmente este grupo belga conta com um total de 7.000 funcionários de 30 nacionalidades, com um sistema descentralizado e organização regional, 76 plantas em 21 países, cinco centros de Pesquisa e Desenvolvimento, espalhados pelo mundo.

4.2. Descrição dos Processos

O processo de britagem da Mina Limeira é realizado em dois estágios conhecidos como: primária e secundária. A britagem **primária** trabalha com o britador de mandíbulas com a abertura máxima, reduzindo a rocha à granulometria de 6 polegadas, e a britagem **secundária** reduzindo o material a uma granulometria máxima de 4 polegadas.

Após a britagem, é realizado um processo de beneficiamento que separa o calcário em frações granulométricas de acordo com o diâmetro de admissão dos fornos. O transporte do calcário britado para a Fábrica Limeira é realizado por transportadores de correia e para a Fábrica de Arcos via carretas por meio rodoviário.

A britagem de calcário entrou em operação no ano de 2009 e, após a avaliação do processo, decidiu-se utilizar a aplicação do OEE como forma de solução para determinados problemas identificados durante as operações de tempo e parada. Foram verificados e apontados alguns motivos de paradas não programadas, com isso, as manutenções entre paradas foram separadas como: manutenção elétrica, manutenção mecânica e paradas operacionais.

Desde o mês de janeiro de 2012 até o mês de agosto de 2012, este setor não havia atingindo um nível satisfatório de disponibilidade como mostra a tabela 01 abaixo.

TABELA 01 - Índices Técnicos - OEE

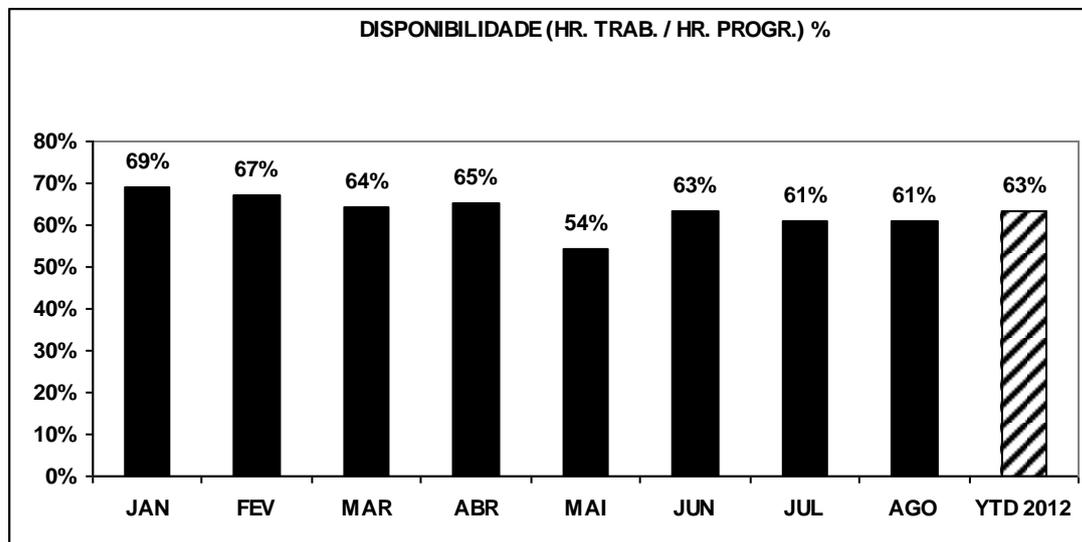
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	YTD 2012
DISPONIBILIDADE	69%	67%	64%	65%	54%	63%	61%	61%	63%
PRODUTIVIDADE	105%	112%	121%	121%	153%	133%	137%	135%	126%
QUALIDADE	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
O.E.E.	72%	76%	77%	79%	83%	84%	84%	82%	80%

Elaborado pelo próprio autor.

Como se percebe, na tabela 01, a empresa utiliza-se de uma versão adaptada do índice de OEE em que a produtividade é calculada dividindo-se a produtividade real pela a produtividade nominal do equipamento e, em relação ao item de qualidade, o processo não apresenta problemas em relação ao atendimento de

requisitos de produtos. O gráfico 01 apresenta a disponibilidade, atualizado até agosto de 2012.

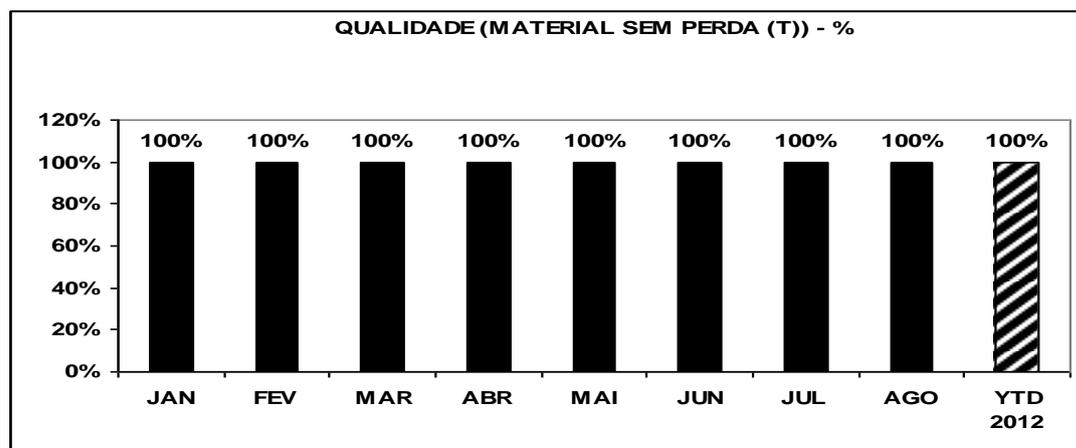
GRÁFICO 01 - Gráfico de Disponibilidade Física



Elaborado pelo próprio autor.

No gráfico nº1 se encontra o percentual de horas trabalhadas efetivas em relação às horas programadas para produção, durante o período de janeiro de 2012 a agosto de 2012. As paradas operacionais identificadas como: detector de metais, matacos (calcário de dimensão maior que o que a moega do britador suporta) e setup foram as mais problemáticas em decorrência das horas, o que dificultou elevar ao nível dos indicadores do OEE.

GRÁFICO 02 - Gráfico da Qualidade

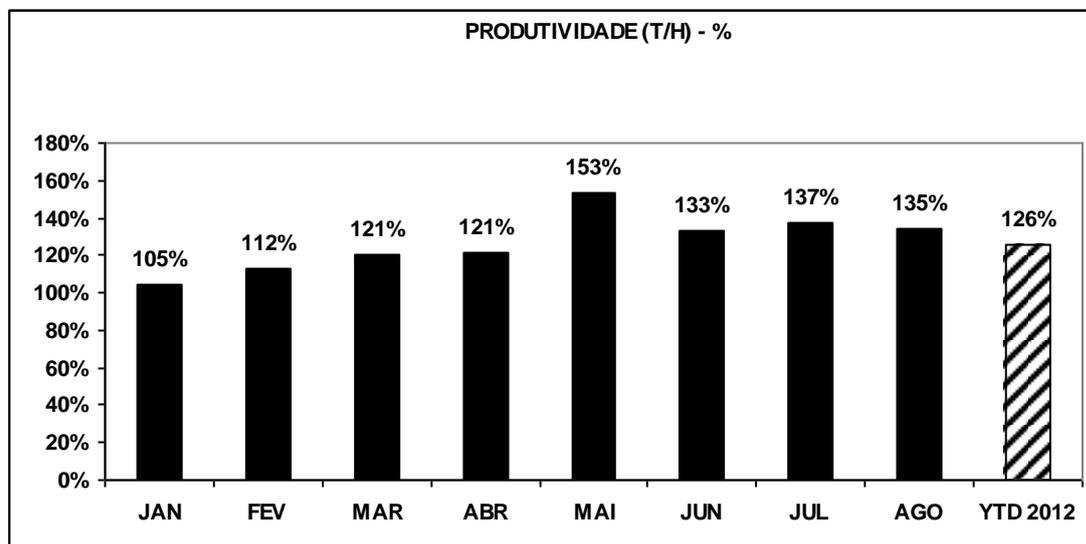


Elaborado pelo próprio autor.

O gráfico 2, indicador da qualidade, mostra que não existem perdas por qualidade, pois são realizadas as análises químicas e físicas nas amostras geradas

na mina de calcário, antes de o material chegar à britagem. Por isso, o nível é 100%, atendendo a todos os requisitos.

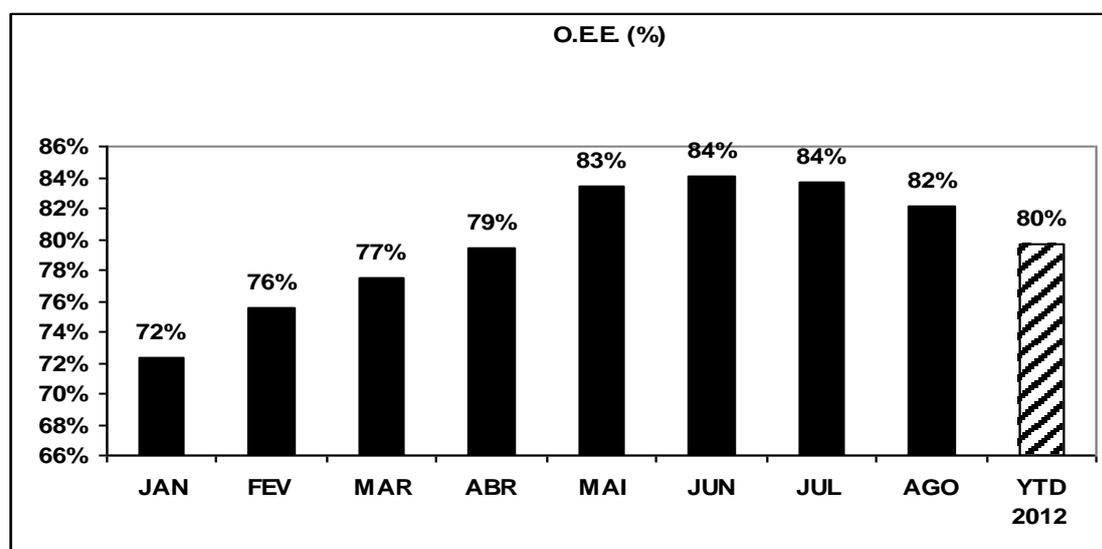
GRÁFICO 03 - Gráfico de Produtividade



Elaborado pelo próprio autor.

O gráfico 3, da produtividade, apresentou um nível satisfatório. Até o momento, as operações têm gerado uma produtividade de toneladas por hora, acima da meta definida como a produtividade nominal do equipamento. Diferente do que a maioria dos autores defende, na adaptação realizada pela empresa, é possível a produtividade ficar acima dos 100%. Esses modelos seguem a cultura do grupo cuja as empresas estão localizadas na Europa.

GRÁFICO 04 - Gráfico do OEE



Elaborado pelo próprio autor.

O gráfico 4, mostra a evolução do OEE, desde o início de janeiro de 2012 até o final do mês de agosto de 2012, considerando, simultaneamente, a disponibilidade física do equipamento, sua produtividade e qualidade da produção final.

4.3. Etapas de Implantação

Para o desenvolvimento do estudo de caso, foi realizada uma investigação no processo produtivo, visando identificar as principais paradas, levando em consideração a perda em horas a qual afeta, diretamente, a disponibilidade. Tais informações podem ser verificadas no quadro 07.

QUADRO 07 - Paradas de Britagem

Código de Paradas Britagem		
Mecânica	Elétrica	Operacional
<ul style="list-style-type: none"> • Desalinhamento • Engaiolamento • Parada Mecânica – não programada 	<ul style="list-style-type: none"> • Parada Elétrica – não programada 	<ul style="list-style-type: none"> • Amostragem • Detector de metais • Detonação • Limpeza • Matacos • Pilha cheia • Reunião • Setup

Elaborado pelo próprio autor.

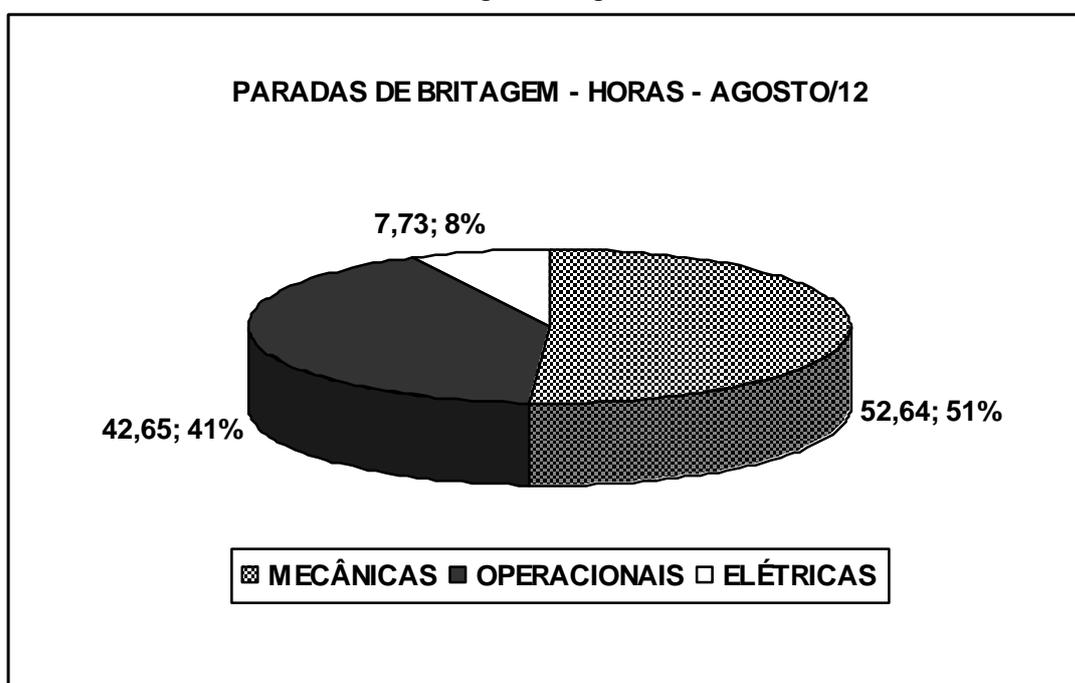
A definição do quadro de paradas (quadro 07) foi estabelecida em consenso com os especialistas da empresa, das áreas da manutenção e operação da fábrica em que foi possível identificar paradas elétricas e mecânicas não programadas, ainda como manutenção mecânica, o desalinhamento de correia transportadora e o engaiolamento nas bicas da britagem. Também são descritas as paradas operacionais como amostragem do material britado, as paradas por metal detectado nas correias transportadoras, evacuação da área operacional devido ao risco da eminente durante o horário de detonação, limpeza das válvulas e peneiras vibratórias, utilização do rompedor parada quebra de pedra grande, controle de

estoque por pilha de calcário, reuniões dos operadores e setups da linha de produção.

Após a avaliação dos processos da empresa, observou-se, primeiramente, que as paradas elétricas não consistem em um número relevante de horas, o que não afeta, diretamente, o índice de disponibilidade.

No entanto, as três paradas mecânicas que ocorreram, durante as atividades do mês de agosto de 2012, foram casos isolados. Isso ocorreu, pela primeira vez, em três anos e meio de operação. Já a parada operacional apresentou um nível não satisfatório no índice de disponibilidade, acusando uma perda considerável da produtividade em número de horas, como se observa no gráfico 5.

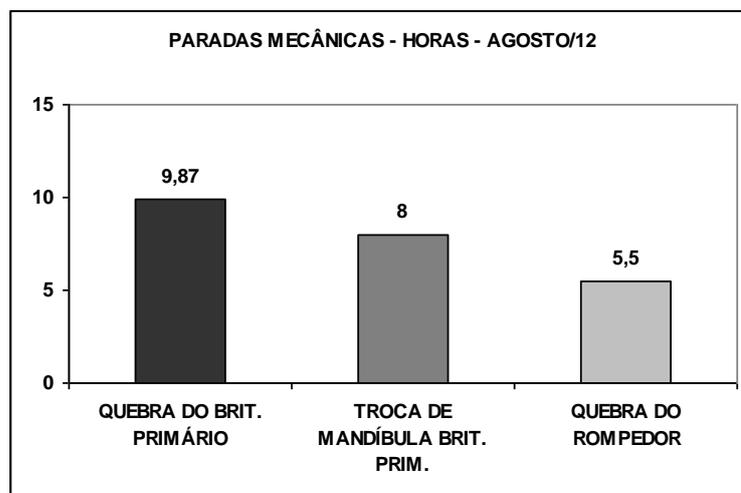
GRÁFICO 05 - Paradas de Britagem - Agosto/2012



Elaborado pelo próprio autor.

O gráfico 5 mostra a quantidade de horas perdidas no processo, classificadas de acordo com os três tipos de paradas: mecânicas, operacionais e elétricas. Observa-se que as paradas mecânicas se sobressaíram. Porém, como mencionado anteriormente, foram devidas a ocorrências pontuais, como se verifica no gráfico 6. Sendo assim, o maior impacto na disponibilidade da empresa se deve às paradas operacionais.

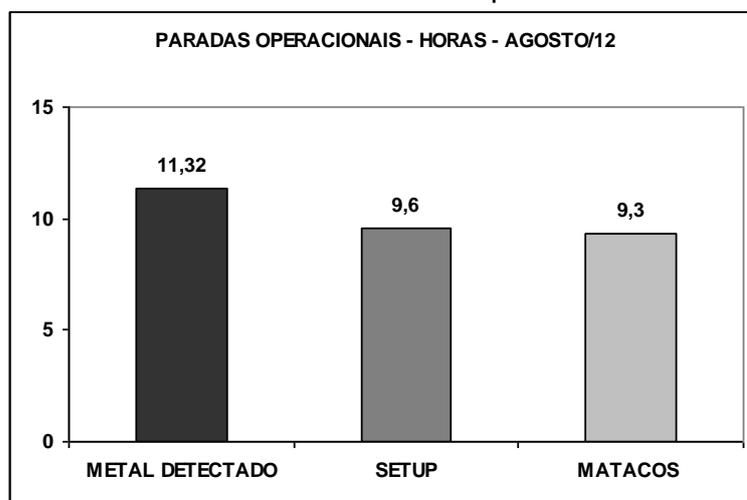
GRÁFICO 06 - Paradas Mecânicas



Elaborado pelo próprio autor.

O gráfico 6 relaciona as 3 paradas mecânicas que ocorreram durante o mês de agosto de 2012 e que, contribuíram para a perda de horas produtivas no processo de britagem.

GRÁFICO 07 - Paradas Operacionais



Elaborado pelo próprio autor.

O gráfico 7, mostra as paradas operacionais: metal detectado, setup e matacos que afetaram, de forma direta, na taxa de disponibilidade, gerando uma perda considerável de horas. Onde a parada de metal detectado é quando o acima das correias transportadoras o detector de metais acusa a presença de algum metal na linha de produção, setup são os tempos de mudança na linha de produção e matacos são as rochas de tamanho acima do que o britador primário pode suportar.

Nota-se que as análises dos tempos improdutivos estão, diretamente, ligadas com as paradas mecânicas e operacionais, influenciaram na taxa de disponibilidade.

Para o levantamento desses dados, foram verificados os parâmetros necessários para o cálculo do indicador OEE. Neste caso, o tempo de duração de produção e de paradas da britagem, comparado com os valores quantitativos de perdas e produção, durante o prazo de 30 dias do mês de agosto, acusou uma porcentagem de níveis não satisfatórios como demonstram os gráficos.

Desse modo, ao observar o sistema produtivo, a aplicação do OEE permitiu o levantamento de dados das operações nas máquinas, da tipologia de paradas, do setup e dos treinamentos dos funcionários.

4.4. Resultados e Discussão

Os resultados aqui apresentados foram dados obtidos, após aplicação do OEE. O período de observação teve a duração de um mês, dentre os meses de agosto e setembro de 2012.

Durante este período, foram preenchidos boletins de ocorrência pelos funcionários, diretamente, ligados às áreas de operações mecânicas e operacionais sendo, posteriormente, inseridos no banco de dados da empresa. Ao final do período de trinta dias, os dados foram tabulados nas planilhas e apresentados, graficamente, como parte do procedimento realizado para a melhoria da taxa de disponibilidade física.

As instabilidades encontradas no mês de agosto de 2012 foram resolvidas, de forma que houve uma queda considerável na indisponibilidade para o mês de setembro, devido à utilização dos aplicativos do OEE e TPM. A aplicação do processo ocorreu da seguinte forma: nas paradas mecânicas pontuais, foram realizadas apenas algumas pequenas manutenções corretivas como reparo de estruturas metálicas e as manutenções preventivas.

As paradas elétricas não tiveram grandes alterações, são paradas como manutenção em sensores e balanças integradoras.

Já algumas paradas operacionais foram tratadas como prioridade, tendo, cada uma delas, um tratamento diferente, as paradas por metal detectado nas correias transportadoras foram corrigidas através da reeducação dos operadores e mantenedores quanto à organização, à limpeza da área e à verificação do calcário bruto enviado para a britagem. A evacuação da área, durante o horário de detonação, passou a ser feita no horário de almoço dos colaboradores da britagem,

a diminuição na utilização do rompedor se deu através de uma melhor qualidade do material enviado para a britagem, as reuniões com operadores passaram a ser realizadas nas paradas para controle de estoque, e os setups foram reduzidos de sete para quatro vezes ao dia. Com as ações citadas acima, a disponibilidade chegou a um patamar de 70%.

Com a não ocorrência de grandes paradas elétricas e mecânicas não programadas e com as melhorias para diminuição das paradas operacionais, a empresa conseguiu atingir seu número recorde de OEE, 0,87 ou 87%. Com isso, é notável o melhor aproveitamento da capacidade instalada. Para que a melhoria se mantenha estável é necessária a reciclagem de treinamento dos colaboradores.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o objetivo de melhorar e aumentar a disponibilidade de uma planta de britagem de calcário na empresa Bom Cal, situada na região Centro-Oeste de Minas Gerais, o OEE pode ser um método eficiente de julgar a eficácia dos equipamentos de operações produtivas.

De acordo com a literatura, entende-se que a eficácia geral de equipamento é calculada, multiplicando-se uma taxa de disponibilidade por uma de desempenho ou velocidade multiplicada por uma taxa de qualidade.

Um equipamento tem parte da sua capacidade reduzida devido às trocas, quebras e reparos. Por isso, o trabalho apresenta, também, informações sobre o TPM que é uma metodologia baseada no modelo de gestão relacionado à melhoria da confiabilidade e produtividade de equipamentos.

No entanto, todos os procedimentos que se referem aos equipamentos nunca estão livres de erros. Geralmente, alguma capacidade é perdida por perdas de qualidade e ociosidade. Diante disso, para que um equipamento possa operar de forma eficaz, é necessário buscar um nível alto de desempenho nas seguintes funções: tempo em que o equipamento leva para operar, qualidade do produto/serviço e velocidade ou taxa de atravessamento do equipamento.

Desse modo, para atender aos objetivos propostos deste trabalho, foi efetuada uma revisão bibliográfica, apresentando, inicialmente, dados de como utilizar o OEE e o TPM diante de uma produção que compõe cálculos, perdas e paradas de equipamentos.

Com a aplicação prática, todos os objetivos que foram propostos no início do trabalho deram resultados. Durante o período do estudo de caso, pode-se perceber que, havia uma estabilidade dentre as paradas não programadas mecânicas, elétricas e operacionais, e como estas, poderiam ser representadas pelo o indicador do OEE.

Diante disso, com a colaboração de profissionais das áreas de manutenção e operação, foram obtidas as informações necessárias para a avaliação das paradas não programadas. A partir dos valores encontrados, o monitoramento adequado do sistema de produção e a correta gestão do indicador OEE trouxeram resultados positivos para a empresa Bom Cal, os quais ficaram em evidência comparando os

números dos meses de agosto e setembro de 2012. Com isso os objetivos foram atendidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BECK, L. K. Speaking of continuous improvement. **Engineer's Digest**. Abril, 1999. Disponível em < www.findarticles.com/cf_0/m0BIM/4_27/54986446/print.jhtml > Acesso em 30 mar 2012.

CHIARADIA, Á.J.P. **Utilização do Indicador de Eficiência Global de Equipamentos na Gestão e Melhoria Contínua dos Equipamentos: Um Estudo de Caso na Indústria Automobilística**. Porto Alegre. 2004

DAL, B.; TUGWELL, P; GREATBANKS; R. Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement: A practical analysis. **International Journal of Operations and Production Management**. v. 20, n. 5, p. 1488-1502, 2000.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5ª Edição. São Paulo: Atlas, 2006

J.I.P.M. Japanese Institute of Plant Maintenance. **TPM frequently asked questions**. 2002. Disponível em < www.jipm.or.jp/en/home > Acesso em 17 abr 2012.

MORA, E. **How to succeed in TPM implementation**. 2000. Disponível em < www.swspitcrew.com/html/aug_00.html > Acesso em 4 de Abril 2012.

MORAES, P. H. A. **Manutenção Produtiva Total: estudo de caso em uma empresa automobilística**. Taubaté: UNITAU, 2004

NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance**. São Paulo: IMC, Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989.

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

PALMEIRA, J. N.; TENÓRIO, F. G. **Flexibilização organizacional: aplicação de um modelo de produtividade total**. Rio de Janeiro: FGV Eletronorte, 2002. 276p. ISBN 85-225-0402-4.

PEREZ, J. L.; LAFONT, B.S.I.E. Installation of a TPM program in caribbean plant. **Computer . Computers ind. Engng**. v 33. Elsevier Science Ltd. 1997. Disponível em < www.elsevier.com > Acesso em 20 mar 2012.

POMORSKI, T. Managing Overall Equipment Effectiveness (OEE) to Optimize Factory Performance. **IEE Transactions on semi-conductor manufacturing**, v 10, n 1, 1997.

PORTER, M. **Vantagem Competitiva: criando e sustentando um desempenho superior.** Rio de Janeiro: Campus, 1990. 512p. ISBN 85-7001-558-5.

RON, A. J., ROODA, J. E.; Equipment Effectiveness: OEE Revised. **IEEE Transactions on semi-conductor manufacturing**, Volume18, No.1, 2005

SANTOS, A.C.O. **Análise do Indicador de Eficiência Global de Equipamentos para a elevação de restrições físicas em ambientes de manufatura enxuta.** Itajubá-MG. 2009.

SHIROSE, K. **TPM para mandos intermédios de fábrica.** Madrid: Productivity Press. 1994. 155p. ISBN 84-87022-11-1.

SLACK, N. **Vantagens competitivas em manufatura: atingindo competitividade nas operações industriais.** São Paulo: Atlas.2002.

SLACK, N; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** 3.ed. São Paulo; Atlas, 2009.

SUEHIRO, K. **Eliminating Minor Stoppages on Automated Lines, Portland:** Productivity Press, OR, 1992.

VERGARA, S.C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

WIREMAN, T How is TPM different?. **Engineer's Digest.** Fev 2000. Disponível em < www.findarticles.com/cf_0/m0BIM/2_28/64456545/print.jhtml > Acesso em 1 de abril 2012.

XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Preventiva: o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade.** Belo Horizonte. Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998. 302 p. ISBN 85-86948-04-7.

ZATTAR, Isabel. C, RUDEK, Samuel, TURQUINO, Greizy .S. **O Uso do Indicador do OEE como ferramenta na tomada de decisões de um Indústria Gráfica – Um Caso prático.** Universidade Federal do Paraná – UFPR. Curitiba. 2010

