

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR – MG
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
PAULO SÉRGIO SILVA CARVALHO

**VANTAGENS DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA: um estudo de caso na
empresa produtora da cal Tecnocal Ltda em Arcos – MG**

FORMIGA – MG
2010
PAULO SÉRGIO SILVA CARVALHO

**VANTAGENS DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA: um estudo de caso na
empresa produtora da cal Tecnocal Ltda em Arcos – MG**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia de Produção do UNIFOR – MG, como requisito para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Marcelo Carvalho Ramos

FORMIGA – MG

2010

Paulo Sérgio Silva Carvalho

**VANTAGENS DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA: um estudo de caso na
empresa produtora da cal Tecnocal Ltda em Arcos – MG**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia de Produção do UNIFOR – MG, como requisito para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Marcelo Carvalho Ramos

BANCA EXAMINADORA

Prof. Marcelo Carvalho Ramos

1º examinador:

Formiga, 1 de dezembro de 2010

À minha família, por acreditarem em meu potencial e me apoiar nas decisões mais importantes da minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as dádivas,

Aos meus pais, pelos ensinamentos e carinho;

A toda minha família, pela compreensão;

Aos amigos da Faculdade, por me fazerem feliz nos momentos difíceis;

Ao Prof. Marcelo Carvalho pela orientação deste trabalho de pesquisa;

Aos professores do UNIFOR, pelo compromisso, pelas palavras de ensinamento e sabedoria.

*“A mais bela teoria só tem valor através das obras
que realiza”*

Romain Rolland

RESUMO

Este estudo analisou a importância da manutenção preventiva na empresa Tecnocal, produtora de cal situada em Arcos – MG. Teve como eixo norteador a análise das vantagens da manutenção preventiva no forno rotativo, a partir do planejamento. A manutenção preventiva apresenta várias vantagens para a indústria analisada como garantir a continuidade do funcionamento das máquinas, só parando para consertos em horas programadas; além de oferecer maior facilidade para cumprir seus programas de produção da cal. É importante refletir sobre os fatores que influenciam direta e indiretamente na produtividade, principalmente para a área de Engenharia de Produção e, especialmente em relação à manutenção preventiva, assim, pode-se dizer que a ausência de um plano de ação dificulta a produtividade da empresa, afetando-a diretamente. Diante do trabalho realizado na empresa, o presente trabalho constatou que a Tecnocal precisa investir na manutenção preventiva de forma sistematizada, organizada, pois não há na empresa nenhum plano de intervenção. Ficou comprovado, por meio da entrevista e da observação participante que a manutenção preventiva aplicada na empresa é insuficiente, pois não é programada e nem está de acordo com a necessidade da empresa.

PALAVRAS-CHAVE: Manutenção; Manutenção preventiva, Produtividade.

ABSTRACT

This study analyzed the importance of preventive maintenance in Tecnocal company, a producer of lime situated in Arcos - MG. Had as a guiding analysis of the advantages of maintaining prevention in the rotary kiln, from the planning. The preventive maintenance has several advantages for the industry examined how to sustain the operation of machines, stopping only at scheduled times for repairs, in addition to offer greater ability to meet its production schedules lime. It is important to reflect on the factors that influence directly and indirectly on productivity, especially for Production Engineering area and especially in relation to preventive maintenance, so we can say that the absence of a plan of action complicates the company's productivity, affecting the directly. Given the work done in the company, this results showed that the need to invest in maintaining Tecnocal prevention in a systematic, organized, because there is at undertaking any intervention plan. It was proved through interview and participant observation that maintenance Preventive applied in the enterprise is insufficient because it is not and neither are scheduled according to business need.

KEYWORDS: Maintenance, Preventive Maintenance, Productivity.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Esquema de funcionamento do forno rotativo.....	34
FIGURA 2 - Imagem do forno rotativo da empresa Tecnocal Ltda.:.....	37
FIGURA 3 - Imagem do forno rotativo da empresa Tecnocal Ltda mostrando os pontos da manutenção.:.....	38
FIGURA 4 - Manutenção da pista no forno rotativo da empresa Tecnocal Ltda.....	43
FIGURA 5 - Manutenção no forno rotativo da empresa Tecnocal Ltda.....	44
FIGURA 6 - Manutenção no forno rotativo da empresa Tecnocal Ltda.....	44
FIGURA 7 -. Manutenção no forno rotativo da empresa Tecnocal Ltda:.....	45
FIGURA 8 -. Reparo no cabeçote do forno rotativo da empresa Tecnocal Ltda ...	47
FIGURA 9 -. Reparo no cabeçote do forno rotativo da empresa Tecnocal Ltda:.....	47
FIGURA 10 -. Reparo no sistema hidráulico.:.....	47
FIGURA 11 -. Reparo no sistema hidráulico.:.....	48

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Plano de ação da manutenção:.....	40
TABELA 2 - Gastos com a manutenção:.....	41
TABELA 3 - Gastos com a manutenção do cabeçote.....	41
TABELA 4 - Gastos com a manutenção no reparo do sistema hidráulico:.....	42
TABELA 5 - Custos médios da manutenção no reparo das pistas.....	49

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - Investimento da manutenção no forno rotativo da empresa Tecnocal Ltda:.....	50
GRÁFICO 2 - Economia da manutenção no reparo do cabeçote.....	51

LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

MSP - Manutenção do Sistema Produtivo

MM - Manutenção Corretiva com incorporação de Melhorias

JIPM - Japan Institute of Plant Maintenance

PM - Manutenção Preventiva

TPM - Total Productive Maintenance ou ainda Manutenção Produtiva Total

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	Problema.....	13
1.2	Justificativa.....	13
2	Objetivos.....	14
2.1	Objetivo Geral.....	14
2.2	Objetivos específicos.....	14
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
3.1	A manutenção através dos tempos.....	17
3.2	A manutenção: conceitos e definições.....	16
3.3	Os tipos de manutenção.....	18
3.4	Manutenção Preventiva.....	19
3.5	Manutenção Preditiva.....	20
3.6	A manutenção corretiva planejada.....	22
3.7	A manutenção corretiva não planejada.....	23
3.8	Métodos para análises na manutenção em fornos.....	23
3.8.1	Termografia.....	23
3.8.2	Análise de vibração.....	24
3.8.3	Ferrografia.....	25
3.9	Engenharia de Manutenção.....	25
3.10	A programação e as vantagens da manutenção.....	27
4	METODOLOGIA.....	30
5	RESULTADO E DISCUSSÃO.....	34
6	CONCLUSÃO.....	52
	REFERÊNCIAS.....	53
	APÊNDICE.....	55

1 INTRODUÇÃO

Hoje em dia, empresas têm enfrentado grande competitividade, e para suportar e continuar no mercado, ela precisa aumentar a sua produtividade, mantendo a qualidade e reduzir os custos. Mas para as empresas alcançarem tudo isso, elas precisam lançar mão de uma gestão que potencialize a sua produção. (OTANI e MACHADO, 2008).

A manutenção, nos primórdios da história da indústria, era utilizada como ferramenta para efetuar ações corretivas. Desse modo, qualquer tipo de equipamento só passava pela intervenção ao sofrer alguma quebra ou quando apresentava defeito, então, só assim, isso acarretava prejuízo, uma vez que havia desperdícios, retrabalhos, perda de tempo, custos excessivos e perda de produção. (SOUSA, 2007).

Foi necessária uma transformação da manutenção, de tal modo que ela fosse usada não apenas quando houvesse problemas, mas também para evitar tais problemas. Assim, vários tipos de manutenção foram criados: manutenção preventiva, preditiva, corretiva, entre outras. A manutenção preventiva é aquela em que se efetua uma pausa para a substituição de peças ainda utilizáveis. Tal intervenção deve ocorrer com dados concretos e sistematizados. (SOUSA, 2007).

A manutenção preventiva foi introduzida no setor produtivo e é considerada uma ferramenta de gestão da produção fundamental. A manutenção preventiva se respalda no monitoramento e acompanhamento constantes das condições mecânicas e operacionais do equipamento. É também a verificação da necessidade ou não de reparos ou da troca de peças dos equipamentos. (VIANA, 2008).

Diante dessas perspectivas, pode-se dizer que é imprescindível implantar, nas empresas, a gestão da manutenção preventiva, pois ela otimiza a qualidade da produção, aumenta a produtividade, evita perdas de matéria-prima. O uso da manutenção preventiva é uma estratégia que antevê a ocorrência de falhas. Sendo assim, a empresa tem condições aumentar o seu processo produtivo, ampliar a margem de lucro, evitar paradas desnecessárias da maquinaria, evitando prejuízos.

Por isso, a presente monografia aborda um estudo sobre a análise da implantação da manutenção preventiva em um forno rotativo, na empresa produtora de cal, Tecnocal Ltda. da cidade de Arcos – MG. A metodologia de pesquisa baseia-

se em levantamento bibliográfico, pesquisa de campo, observação participante e análise dos dados de caráter qualitativo.

1.1 Problema

Quais são as vantagens da manutenção preventiva aplicada ao forno rotativo para a empresa produtora de cal, a Tecnocal Ltda. em Arcos - MG?

1.2 Justificativa

A análise da implantação da manutenção preventiva é importante porque assim a empresa tem uma avaliação das condições da maquinaria, bem como sua produtividade e vida útil. É fundamental a observação, o monitoramento e o acompanhamento regular através da manutenção preventiva, pois isso é uma forma do gestor antevê os futuros problemas para solucioná-los antes mesmos de virem a acontecer. Trata-se, portanto, de um modelo de gestão eficaz para a Engenharia de Produção, na busca da qualidade, competitividade, excelência e posicionamento competitivo da empresa.

Acredita-se que a manutenção preventiva no forno rotativo poderá flexibilizar a disponibilidade da maquinaria de processo, solucionando problemas, reduzindo custos de diversos tipos, uma vez que estes são considerados altos. Além disso, a manutenção preventiva deve fazer parte do programa de manutenção diário da empresa.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Identificar as vantagens e benefícios da manutenção preventiva aplicada ao forno rotativo da empresa produtora de cal Tecnocal Ltda. em Arcos – MG, com base numa pesquisa bibliográfica.

2.2 Objetivos específicos

- Efetuar uma pesquisa bibliográfica sobre os tipos de manutenção na indústria;
- Descrever o processo de manutenção preventiva do forno rotativo;
- Analisar a viabilidade do aumento da disponibilidade do equipamento com a implantação de técnicas de manutenção preventivas;
- Identificar quem realiza a manutenção na empresa Tecnocal Ltda.;

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A manutenção através dos tempos

Com a Revolução Industrial, surgiu a manutenção industrial, no final de século XVIII, quando a sociedade cresceu em vários sentidos, principalmente em sua capacidade de produção. No século XX, as muitas revoluções nos setores produtivos através da tecnologia. (VIANA, 2008).

Pois a manutenção foi, então, uma intervenção necessária, contribuindo com o aumento da produção dos bens de consumo e para diminuir os problemas recorrentes à maquinaria das empresas. (VIANA, 2008).

A manutenção é uma atividade que deve ser executada, aproveitando a sua totalidade, pela pessoa que opera. A evolução da tecnologia fez com que o equipamento se tornasse de alta precisão e complexidade, e com o crescimento da estrutura empresarial foi sendo introduzido o PM - Manutenção Preventiva – tendo sua função de manutenção dividida e empregada a diversos setores produtivos.

Segundo a história, a manutenção é subdividida em três gerações (SIQUEIRA, 2005):

- Primeira Geração: Mecanização;
- Segunda Geração: industrialização;
- Terceira geração: Automatização.

A Primeira Geração teve ênfase na Mecanização. Estendeu-se entre 1940 e 1950. A Segunda Geração enfatizou a industrialização, no período de 1950 a 1975. E, por último, a terceira Geração trata da Automatização, que buscou sua evolução para sanar com a incapacidade das técnicas das gerações anteriores, uma vez que, na atual ordem econômica, é preciso atender às exigências da automação a partir de 1975. (SIQUEIRA, 2005).

Cronologicamente, podemos dividir as partes mais importantes da manutenção da seguinte forma:

- 1951 a Manutenção Preventiva (MP);
- 1954 a Manutenção do Sistema Produtivo (MSP);

- 1957, a Manutenção Corretiva com incorporação de Melhorias (MM).
Na década seguinte 1960 aparecem:
- a Introdução da Prevenção de Manutenção, em 1960;
- Engenharia da Confiabilidade, a partir de 1962;
- Engenharia Econômica.
Nos anos 70 desenvolvem-se:
- Incorporação dos conceitos das Ciências Comportamentais;
- o Desenvolvimento da Engenharia de Sistemas;
- a Logística e a Terotecnologia;
- a oficialização do TPM (Total Productive Maintenance ou ainda Manutenção Produtiva Total), na empresa japonesa Nippon Denso, em 1971.
Na década de 1980 tem-se:
- a fundação do JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance);
- e a introdução do TPM no Brasil, em 1986.
Até o momento, nesta década de 1990, registra-se:
- a introdução da Engenharia Mecatrônica;
- empresas brasileiras implantando o TPM;
- outras empresas preparando-se para implantar o TPM;
- e duas empresas candidatas ao prêmio TPM no Brasil.

3.2 A manutenção: conceitos e definições

Conforme Pinto (1998), a manutenção existe para que não haja necessidade de manutenção. A manutenção é considerada uma atividade inerente à história da humanidade, desde quando o homem começou a manusear instrumentos para produzir alguma coisa para atender à sua necessidade. (VIANA, 2008).

A palavra manutenção se origina do vocábulo militar que significa manter, nas unidades de combate, o efetivo e o material num nível constante. O aparecimento dessa palavra na indústria ocorreu por volta do ano 1950 nos Estados Unidos. Na França, por exemplo, esse termo se sobrepõe progressivamente à palavra conservação. (MONCHY, 1989).

Um conjunto de ações voltadas para manter ou restabelecer um bem (equipamento) em seu estado original, específico ou dentro da medida exata para dar continuidade à produção se dá ao nome de manutenção. (MONCHY, 2003).

Equipamentos de produção é primordial a manutenção tanto para a produtividade das indústrias quanto para a qualidade dos produtos. Trata-se de um desafio industrial que busca compreender as estruturas atuais e promover métodos adaptados à nova natureza dos materiais. (MONCHY, 1989).

A manutenção é uma palavra latina *manus tenere*, que significa: manter o que se tem. (VIANA, 2008). A palavra “manter” tem várias definições, mas uma sugere que a manutenção seja a preservação de alguma coisa, objeto, equipamento. (MOLBRAY, 2002).

A manutenção é a combinação das ações técnicas e administrativas, que incluem a supervisão operacional a fim de conservar um bem em estado desejado para desempenhar uma determinada função, a qual é destinada. (MOLBRAY, 2002).

O termo manutenção é muito complexo e implica que empresas, por possuírem possuem ativos físicos, devem ser preservados, tais como os ativos devem continuar a fazer tudo o que os seus usuários querem que façam. Além disso, deve ser considerado que os clientes do serviço de manutenção são os proprietários dos ativos, os usuários dos ativos (usualmente operadores) e a sociedade como um todo.

A tecnologia de manutenção deve ser voltada para encontrar e aplicar modos apropriados de gerenciar a falha dos ativos e evitar suas consequências, também os custos de propriedade dos ativos devem ser minimizados através de suas vidas úteis, e não apenas visando ao final do período contábil seguinte. A manutenção depende das pessoas, não somente dos que a executam, mas também dos operadores, projetistas e vendedores. Além disso, a manutenção é uma função estratégica para a obtenção dos resultados de uma organização. (MOLBRAY, 2002).

3.3 Os tipos de manutenção

A manutenção precisa ser direcionada ao gerenciamento e à solução de problemas, pois é um suporte para a empresa, como fonte viabilizadora de competitividade e produtividade.

Há vários tipos de manutenção e cada um deles deve ser bem focado aos objetivos de cada instituição. Deve-se, para isso, levar em consideração a visão cultural da empresa, o modelo de gestão, e, sobretudo, os tipos de equipamentos. (OLIVEIRA, 2003).

OS tipos de manutenção estão separados em quatro grupos:

- Corretiva;
- Preventiva;
- Preditiva;
- Engenharia de produção (pró-ativa).

A manutenção corretiva é a intervenção decorrente de uma falha, quebra ou mau funcionamento. Um equipamento exige manutenção corretiva quando é detectada a intervenção no mesmo por que interrompeu ou degradou sua função; (SILVA, 2003).

A manutenção preventiva baseada em tempo é a intervenção feita com intervalos regulares de tempo corrido, como semanas, ou de funcionamento, como horas trabalhadas. (SILVA, 2003).

A manutenção preventiva baseada em condição ou preditiva é a intervenção feita de acordo com o acompanhamento de determinados parâmetros do equipamento como por exemplo a medição de desgaste ou análise de óleo lubrificante; (SILVA, 2003).

A manutenção de melhoria é a intervenção feita para alterar as condições de um equipamento a fim de aumentar a qualidade dos produtos processados ou melhorar algum parâmetro operacional e o seu rendimento. (SILVA, 2003).

3.4 Manutenção Preventiva

A partir de 1930, a manutenção preventiva passou por várias mudanças e foi dividida em três gerações. A manutenção preventiva significa um conjunto de ações que tem como finalidade a prevenção de quebra de equipamentos. (OLIVEIRA, 2003).

A manutenção preventiva é uma intervenção de manutenção prevista, preparada e programada antes da data provável do aparecimento de uma falha. (MONCHY, 1989).

A manutenção preventiva é considerada uma filosofia, uma série de procedimentos, intervenções, ações, atividades ou diretrizes que podem, ou não, ser adotados para se evitar ou minimizar a necessidade de manutenção corretiva. Adotar a manutenção preventiva significa introduzir a excelência da qualidade no serviço de manutenção. (VIANA, 2008).

A manutenção preventiva estabelece que haja intervenções regulares, programada, e definidas, em muitos casos, pelos fabricantes dos equipamentos. Esse tipo de manutenção pode levar a desperdícios, uma vez que não considera a condição real do equipamento. (OLIVEIRA, 2003).

A importância da manutenção se dá com a crescente complexidade das instalações de produção. Uma participação crescente da eletrônica, um aumento do grau de automação com alta flexibilidade e uma crescente interligação das operações com ciclos cada vez mais reduzidos levam a maiores exigências com referência à confiabilidade e à disponibilidade das instalações. (MONCHY, 1989).

A Manutenção Preventiva atua na redução de falhas ou queda no desempenho, tem um planejamento que contempla datas específicas e em períodos pré-estabelecidos. de tempo. Para ser eficiente, a manutenção preventiva necessita de intervalos de tempo para ser aplicado, em muitas situações, os intervalos são menores que o necessário. Assim, cuidando dos intervalos, poderá haver mais paradas e troca de peças desnecessárias.

O departamento responsável pela manutenção tem importância fundamental no funcionamento de uma indústria. Pouco adianta o administrador de produção procurar ganho de produtividade se os equipamentos não dispõem de manutenção adequada.

A importância da manutenção é tanta, uma vez que ela é responsável por zelar a conservação da indústria, das máquinas e de equipamentos, precavendo-se os problemas através da observação e monitoramento dos bens a serem mantidos em estado de uso. Deve haver um planejamento da manutenção e a sua execução permitem a fabricação dos produtos devido ao trabalho contínuo das máquinas, reduzindo ao mínimo as paradas temporárias da fábrica. Mas tudo isso deve ser feito com planejamento adequado de como deve ser feita a manutenção preventiva na indústria. (MONCHY, 1989).

As vantagens da manutenção preventiva são:

- assegurar a continuidade do funcionamento das máquinas, só parando para consertos em horas programadas;
- maior facilidade para cumprir seus programas de produção.

As desvantagens são:

- requer um quadro (programa) bem montado;
- requer uma equipe de mecânicos eficazes e treinados;
- requer um plano de manutenção.

3.5 Manutenção Preditiva

Mesmo havendo vários tipos de manutenção, nenhuma modalidade substitui outra. Elas podem, sim, estar unidas, uma à outra, para alcançar melhores resultados. (OTANI e MACHADO, 2008).

A manutenção preditiva significa “predizer”. O maior foco da manutenção preditiva é esse, é predizer, prever as falhas nos equipamentos ou sistemas. Isso se dá por meio do monitoramento do funcionamento da maquinaria. A manutenção promove intervenções nos equipamentos em operação. (OTANI e MACHADO, 2008).

A manutenção preditiva é considerada a monitoração ou acompanhamento periódico do desempenho e/ou deterioração de partes das máquinas. A principal finalidade da manutenção preditiva é realizar a manutenção apenas quando e se houver necessidade. Caso contrário, deve-se mexer na máquina o mínimo possível,

pois acredita-se que o próprio homem introduz o defeito na maquinaria. (VIANA, 2008).

A manutenção preditiva caracteriza-se pela medição e análise de variáveis da máquina que possam prognosticar uma eventual falha. Com isso, a equipe de manutenção pode programar-se para alguma intervenção e aquisição de peças, reduzindo os gastos com estoque e evitando paradas desnecessárias da linha de produção. (OLIVEIRA, 2003).

A manutenção preditiva são atividades de monitoramento de parâmetros indicadores de desempenho dos equipamentos. Desse modo, é possível ver a necessidade ou modo de intervenção. Pode acontecer a manutenção corretiva Planejada que é conhecida como CBM (Condition Based Maintenance ou manutenção baseada na condição). Essa manutenção permite que os equipamentos operem por mais tempo, e a intervenção ocorre com base em dados e não em hipóteses. (XAVIER, 2005).

A manutenção preditiva engloba as manutenções que viabilizam a qualidade de serviço esperada, usa técnicas de análise, utiliza meios de supervisão para reduzir ao máximo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva. (OTANI e MACHADO, 2008).

Há 8 etapas em que a manutenção preditiva se estrutura:

- Pesquisa das necessidades (custos);
- Seleção de componentes / equipamentos prioritários em classes ABC;
- Coleta de informações externas à empresa para obtenção de tecnologias;
- Estrutura para execução e fluxo do sistema de manutenção preditiva;
- Treinamento dos responsáveis;
- Testes;
- Seleção de software e hardware;
- Desenvolvimento gradual do sistema na empresa, em relação à ampliação dos equipamentos e partes que são objetos da manutenção preditivas; e o desenvolvimento de equipamentos e tecnologias de diagnóstico. (OTANI, MACHADO, 2008).

Algumas técnicas só podem ser aplicadas com o equipamento fora de operação, o que invalidaria a condição de que as técnicas preditivas são aplicáveis com o equipamento em funcionamento. (OLIVEIRA, 2003).

A manutenção preditiva é baseada no acompanhamento e monitoramento, por isso exige mão-de-obra qualificada e alguns aparelhos ou instrumentos de medição. (OLIVEIRA, 2003).

A adoção da manutenção preditiva, supõe-se que a solução ideal para as falhas e defeitos nas máquinas e equipamentos seja dada de imediato, pois ela consiste na interferência da máquina a fim de providenciar manutenção eficaz, na hora certa que é estabelecida conforme o monitoramento dos elementos que interferem na operação, para detectar a iminência de uma falha. (VAZ, 1997).

O custo dessa manutenção pode ser alto, mas compensativo, devido aos resultados satisfatórios, ou seja, é o custo-benefício em equipamentos. (OLIVEIRA, 2003).

3.6 A manutenção corretiva planejada

A manutenção corretiva é considerada a melhor opção quando os custos da indisponibilidade são menores do que os custos necessários para evitar a falha, no caso equipamentos sem influência no processo produtivo. A manutenção corretiva é o trabalho de restaurar um equipamento para um padrão aceitável (SIQUEIRA, 2005).

No entanto a manutenção corretiva torna-se uma alternativa que gera problema por não fazer intervenções corretivas, sua aplicação isolada exige estoques de peças para tolerar as quebras. (SIQUEIRA, 2005). A manutenção corretiva é efetuada somente após a ocorrência de um defeito, colocando-o em condições de executar sua função e não há planejamento. (VIANA, 2008).

Portanto, a manutenção corretiva planejada é a correção em função de um acompanhamento preditivo, detectivo ou pela decisão gerencial de se operar até ocorrer o defeito. Se tudo foi planejado, acredita-se que a correção, nesse caso, pode ser mais barata. (XAVIER, 2005).

3.7 A manutenção corretiva não planejada

A manutenção corretiva é dividida em manutenção corretiva não planejada e a manutenção corretiva planejada. A manutenção corretiva não planejada é a correção da falha de maneira aleatória, ou seja, é a correção da falha ou desempenho menor que o esperado após a ocorrência do fato. Esse tipo de manutenção implica em altos custos, pois causa perdas de produção e, em consequência, os danos aos equipamentos é maior. (XAVIER, 2005).

A manutenção corretiva sem planejamento é incapaz de reduzir custos, mas se considerar a importância do equipamento, o seu custo e as consequências da falha, qualquer outra opção que não seja a corretiva pode significar mais custos excessivos. (VIANA, 2008).

3.8 Métodos para análises na manutenção em fornos

3.8.1 Termografia

É uma técnica não destrutiva que utiliza os raios infravermelhos para medir as temperaturas ou observar padrões diferenciais de distribuição de temperatura. (OLIVEIRA, 2003).

O objetivo é fornecer informações sobre a condição operacional de um componente, equipamento ou processo. A termografia trata-se de um meio de inspeção indispensável na manutenção. (OLIVEIRA, 2003).

A temperatura é considerada uma das variáveis mais fáceis de ser avaliada. O seu monitoramento, em relação à sua variação, contribui com a constatação de possíveis alterações na condição de uso dos equipamentos, bem como seus componentes e produção. (OTANI E MACHADO, 2008).

A termografia é muito importante porque consegue medições sem contato físico com a instalação por motivo de segurança; permite verificar equipamentos em

pleno funcionamento sem qualquer tipo de interferência na produção; permite inspecionar grandes superfícies em pouco tempo, garantindo um alto rendimento.

A termografia é muito útil em instalações elétricas, pois proporciona maior retorno e evita a ocorrência de acidentes ou paradas de produção. A falha pode ser detectada e corrigida pela utilização de radiômetros ou de termovisores. (OTANI, MACHADO, 3008).

É considerada uma das técnicas que mais tem se desenvolvido nos últimos 30 anos. Devido a avanços tecnológicos, os termovisores estão cada vez menores e mais precisos, além de oferecer recursos de precisão para o acompanhamento e controle de tendência.

Ela pode ser aplicada em instalações industriais de vários tipos, como: fábrica de cimento e cal – fornos rotativos para pesquisa de queda de refratários; área elétrica onde existe necessidade de acompanhamento de componentes defeituoso ou mau contato; usinas siderúrgicas – verificação do revestimento de altos fornos, dutos de gás, regeneradores e carros torpedos; área de petróleo e petroquímico – vazamentos em válvulas de segurança, problemas com refratários em fornos e caldeiras.

3.8.2 Análise de vibração

A análise de vibração é um dos métodos de predição na indústria mais importantes, uma vez que o seu uso em equipamentos rotativos é indispensável, como por exemplo, em turbinas, redutores, ventiladores e compressores. (OTANI E MACHADO, 2008).

A análise de vibração é um método muito utilizado para constatar anomalias de operação em virtude de vários problemas: ausência de balanceamento das partes rotativas, desalinhamento de juntas e rolamentos; interferência; erosão localizada; abrasão; ressonância; e folgas. (OLIVEIRA, 2003).

Hoje em dia os sistemas de monitoramento são sofisticados e permitem que outras variáveis, além da vibração, sejam acompanhadas pelos mesmos instrumentos. (OTANI E MACHADO, 2008).

3.8.3 Ferrografia

A Ferrografia é uma técnica de monitoramento para diagnosticar as condições das máquinas que podem ser analisadas por meio da quantificação e análise da morfologia das partículas de desgaste, devido às limalhas encontradas em amostras de lubrificantes. (OLIVEIRA, 2003).

Podendo determinar os tipos de desgastes; os contaminantes; o desempenho do lubrificante, entre outros. A partir disso, é possível decidir-se quanto à urgência da manutenção e da intervenção. (OLIVEIRA, 2003).

A Ferrografia consiste na constatação de desgastes em máquinas através da identificação da morfologia, acabamento superficial, coloração, natureza e tamanho das partículas encontradas em amostras de óleos ou graxas lubrificantes de qualquer viscosidade, consistência e opacidade. (OTANI E MACHADO, 2008).

Ferramenta capaz de identificar metais não-ferrosos como o bronze, alumínio e cromo, contaminantes sólidos como areia, fibras orgânicas e inorgânicas e sais; e ainda produtos de degradação do lubrificante como borras, gel, lacas e vernizes. (OTANI E MACHADO, 2008).

3.9 Engenharia de Manutenção

A Engenharia é a arte de aplicar conhecimentos científicos à invenção ou aperfeiçoamento de alguma técnica industrial. Engenharia vem de engenhar que significa idear, planejar. Engenharia significa a arte de aplicar conhecimentos científicos e empíricos concomitantemente com habilitações específicas na criação de dispositivos e processos para atender a objetivos bem definidos. A Engenharia é dividida em: Engenharia de Desenvolvimento, de Projeto, de Construção, e de Manutenção. (ALMEIDA E WAJSMAN, 1989).

A Engenharia se encarrega de várias partes, como a de desenvolvimento que cuida da fase do processamento de materiais. A Engenharia de Projeto se encarrega de transformar novos processos ou novos desenvolvimentos, em desenhos, projetos

e especificações, permitindo a fabricação de um produto ou equipamento ou a montagem de equipamentos, estruturas ou instalações. (SILVA, 2003).

A Engenharia de Produção é considerada a área de conhecimento formal da Engenharia de Manutenção que por sua vez passou por muita. A Engenharia de Manutenção surgiu a partir da observação do tempo gasto para diagnosticar as falhas e o reparo das mesmas, gerando a necessidade da criação de equipes especializadas, para planejar e controlar a manutenção. (TAVARES, 1999).

A Engenharia de Construção é a parte compreendida pela fabricação, montagem, eletromecânica e construção civil, utilizando desenhos, projetos e especificações para fabricar um produto ou equipamento, construir ou instalar unidades para os diversos fins na sociedade. (SILVA, 2003).

A Engenharia de manutenção trata-se do conjunto de atividade que permite que a confiabilidade seja aumentada e a disponibilidade garantida. É preciso parar de consertar e parar definitivamente de presenciar problemas e falhas constantes. A Engenharia de Manutenção é uma evolução da manutenção industrial que trata da aplicação de técnicas modernas, ou seja, estar nivelado com a manutenção de Primeiro Mundo. (XAVIER, 2006).

A Engenharia de Manutenção preocupa-se com a produção do serviço, atuando na capacitação do pessoal e no desenvolvimento de técnicas para atuação nos equipamentos e instalações em geral. (SILVA, 2003).

A Engenharia de manutenção melhora o desempenho e o padrão, preocupa-se com o feedback do projeto e interfere tecnicamente nas compras. Não se deve continuar com a manutenção corretiva, a fim de evitar resultados negativos e ir em busca de resultados positivos. (XAVIER, 2006).

A Engenharia de Manutenção contribui com o desenvolvimento técnico da manutenção industrial através de ferramentas que buscam garantir a melhoria do desempenho do pessoal da manutenção e dos equipamentos e das instalações. (SILVA, 2003).

O planejamento e o gerenciamento eficientes de sistemas visa à automanutenção de equipamentos e de instalações, mantendo-os dentro dos conformes da confiabilidade e da disponibilidade, ambas associadas ao menor custo possível, preservando a vida e a segurança das instalações, garantindo o aumento da produtividade e da qualidade. (ALMEIDA E WAJSMAN, 1989).

3.10 A programação e as vantagens da manutenção

A manutenção é fundamental para qualquer organização, pois o seu desempenho afeta direta ou indiretamente no desempenho da empresa como um todo, se o seu desempenho for negativo e ainda não tiver um planejamento para as intervenções, pode-se comprometer a produção. Assim, a manutenção possui benefícios que contribuem com a melhoria contínua da empresa em todos os aspectos. (XAVIER, 2005):

Mas para ter benefícios, é preciso gerenciar com eficiência os meios de produção que exige dos gestores: conhecimento de métodos e sistemas de planejamento e execução que sejam ao mesmo tempo eficientes e economicamente viáveis. Os equipamentos parados em momentos inoportunos comprometem a produção e acabam em perdas irre recuperáveis. (CAMPOS JÚNIOR, 2006).

A fim de evitar tais problemas, é preciso que os profissionais tenham planejamento, programação e controle da manutenção, pois isso compreende o que deve ser feito para que a manutenção seja planejada, e para que os recursos sejam aplicados de forma correta e adequada, com o intuito de garantir a disponibilidade dos equipamentos. (CAMPOS JÚNIOR, 2006).

Para tanto, se faz necessários um planejamento adequado de manutenção que agrega melhores índices de disponibilidade do equipamento e o processo produtivo, sendo que a disponibilidade operacional é o indicador da excelência da manutenção e da garantia da produtividade.

Assim, a empresa deve ter uma programação e um planejamento da manutenção, aspectos que são indispensáveis, uma vez que fornecem dados para o plano de manutenção que deve eliminar as intervenções desnecessárias e otimizar aquelas que são totalmente necessárias. (MOUBRAY, 2002).

A programação da manutenção contribui também com a redução dos custos com a Manutenção, com as tarefas rotineiras, com o aumento da disponibilidade da instalação, mediante a detecção de falhas antes de sua ocorrência. A programação da manutenção baseia-se na perfeita instalação ou no funcionamento perfeito do equipamento no modo de ser operado. (SENAI, 2008).

A empresa só terá benefícios se procurar o empenho da gerência que deve ser visível para toda a organização e não somente para a área de manutenção; AP

participação de todos é indispensável, caso contrário, nenhum programa poderá alcançar o sucesso; a obtenção de melhorias será obtida à medida em que as melhorias começarem a aparecer dentro da organização que deve atuar como fator de motivação; o lucro com os resultados podem ser traduzidos por uma grande variedade de benefícios da empresa para os empregados. (MOUBRAY, 2002).

Os benefícios abordam:

- melhoria individual dos equipamentos para elevar a eficiência;
- elaboração de uma estrutura de manutenção autônoma do operador;
- elaboração de uma estrutura de manutenção planejada do departamento de manutenção;
- treinamento para a melhoria da habilidade do operador e do técnico de manutenção;
- elaboração de uma estrutura de controle inicial do equipamento;
- manutenção com vistas a melhoria da qualidade;
- gerenciamento;
- segurança, higiene e meio ambiente.

A manutenção ainda traz benefícios porque tem possibilidades de oferecer condições de conservar as funções dos ativos físicos, através das suas vidas tecnicamente úteis para garantirem a satisfação dos seus proprietários e dos seus usuários. Além disso, tem condições de selecionar e aplicar as técnicas de melhor custo-benefício para gerenciar as falhas e obter lucros. (MOUBRAY, 2002).

Assim, a empresa está em busca da melhoria contínua que deve ser o seu foco e para que isso aconteça, a organização empresarial deve usar métodos, processos, pessoas, ferramentas, máquinas e tudo o que se relaciona com as atividades do cotidiano com eficiência. (XAVIER, 2005):

A busca da melhoria deve ser sempre, a empresa não pode pensar em melhoria contínua só quando aplica a intervenção em sua maquinaria ou quando faz um processo de reciclagem com seus colaboradores. As atividades de melhoria contínua devem ser dia a dia, visando à modificação para a melhoria das condições originais de operação de um equipamento, bem como o seu desempenho e confiabilidade. (XAVIER, 2005):

A empresa deve ter um bom planejamento, pois este pode trazer muitos benefícios para a área de manutenção a fim de obter a melhoria contínua. Existem muitas vantagens a busca pela melhoria contínua, como: a possibilidade de planejamento de recursos humanos; evita erros na contratação de terceiros e na aquisição de sobressalente (possibilita o gerenciamento de sobressalente); possibilidade de aquisição de materiais com melhor qualidade e com menor custo; através de planos de trabalho, cronogramas podem ser preparados e coordenados com planos de produção; permite a identificação de padrões de trabalho ainda não elaborados; o senso de responsabilidade das pessoas pode ser estimulado; evita-se o trabalho desnecessário; possibilita a manutenção de oportunidade (quando há uma paralisação do equipamento para preparações, falta de matéria-prima, ou outro fator que permita a entrada da equipe de manutenção para a realização de manutenção); possibilita estimar o número de etapas envolvidas no plano de manutenção e o custo de cada uma. (FABRO, 2003).

Através dessas concepções, a empresa consegue atingir a melhoria contínua na produção, nos lucros da empresa, na qualidade dos produtos e na competitividade.

4 METODOLOGIA

A metodologia refere-se ao procedimento da pesquisa, em relação ao conhecimento. A metodologia descreve como o estudo foi realizado, bem como sua definição, da área analisada ou população-alvo, como foi feita a coleta de dados e como a análise dos dados coletados foi feita. (VERGARA, 2009).

4.1 A empresa pesquisada

A pesquisa foi realizada na empresa produtora da cal, a Tecnocal Ltda, situada na cidade de Arcos – MG. É considerada uma das empresas de grande credibilidade na produção da cal. O seu ramo de atividade é o beneficiamento de minerais não metálicos e produção de cal virgem.

Seus principais clientes empresas são o Grupo ArcelorMittal e o Grupo Gerdau. Os principais fornecedores são a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), a Mineração Ducal e a Indústria de Beneficiamento de carvão (INBEC).

O tempo de atuação da empresa em Arcos se dá com a sua fundação em 1986, tendo o início das suas atividades operacionais em 1989.

4.2 Tipo da pesquisa

Esta pesquisa é descritiva uma vez que buscou descrever as especificidades e as características de uma população ou fenômeno determinados. Procurando delinear as suas características mais importantes. (VERGARA, 2009).

Foi realizada uma pesquisa de campo na empresa produtora de cal, pesquisa bibliográfica sobre o tema da manutenção e manutenção preventiva. Para Vergara (2009), a pesquisa bibliográfica é o processo que envolve a definição do tema, levantamento de revisão de literatura, formulação do problema, busca das fontes, leitura do material, organização do assunto e redação do texto.

A pesquisa de campo, através da observação participante, foi feita no período de agosto a outubro de 2010, por meio do contato direto para descrever como a manutenção ocorre na Tecnocal.

4.3 Técnicas de coleta dos dados

Os instrumentos mais usuais em pesquisas de campo são: os questionários, os formulários, observação e as entrevistas. Nesta pesquisa, foram usadas as técnicas da observação participante e a entrevista realizada com o Engenheiro de Processo/Gerente de Qualidade.

4.4 Análise dos dados coletados

Esta pesquisa usou o método qualitativo porque se fundamenta na discussão de dados interpessoais, na co-participação das situações dos informantes, analisados a partir da significação que estes dão aos seus atos. (MICHEL, 2005).

A interpretação e análise dos dados coletados têm como objetivo a procura do sentido mais amplo das respostas, o que é feito mediante sua ligação a outros conhecimentos anteriormente obtidos, ou seja, buscar uma relação entre o referencial teórico com os dados coletados através da observação. Em função da natureza deste problema, deve-se privilegiar a abordagem qualitativa, ou seja, buscará interpretar os fatos e não quantificá-los. (VERGARA, 2009).

4.5 População e amostra da pesquisa

A população refere-se a um conjunto de elementos que possuem as características em comum. Já a amostra é parte da população escolhida segundo algum critério de representatividade. (VERGARA, 2009).

Portanto, o universo da pesquisa inclui os funcionários da empresa que, por repartição é: 7 funcionários no setor administrativo, 2 no setor de qualidade (laboratório), 37 no setor de produção/manutenção, e 06 funcionários são terceirizados, perfazendo o total de 52 funcionários.

A amostra é definida pelo critério de conveniência, e como para esta pesquisa optou-se pela entrevista, entre os funcionários da empresa, foi selecionado o Engenheiro de Processo/Gerente de Qualidade para dar maiores informações sobre o processo de manutenção da Tecnocal.

4.6 Estudo de Caso

A manutenção realizada na empresa estudada utiliza de ferramentas gerenciais de qualidade para planejar sua execução. ARAÚJO (2006) cita que as ferramentas da qualidade são instrumentos que possibilitam evidenciar os problemas, explicitar suas causas e efeitos, estabelecer prioridades das melhorias a serem adotadas e gerenciá-las.

Foi evidenciado na empresa a realização de um Plano de Manutenção de caráter misto, Corretivo/Preventivo. Tal afirmação é possível uma vez que a mesma busca a correção de problemas já evidenciados na planta de produção (caráter corretivo), contudo não emergencial sem que haja interrupção não programada de produção (caráter preditivo).

As etapas do plano de manutenção descrito são:

- **Brainstorming:** reuniões de planejamento de atividades envolvendo colaboradores de todos os setores envolvidos. Nessa etapa são verificadas as causas referentes à necessidade de manutenção, além de relacionar as técnicas e ações de correção e prevenção.
- **Plano de manutenção:** O plano de manutenção é baseado numa ferramenta de qualidade do tipo Plano de Ação 5W 2H, o qual permite especificar de maneira clara e objetiva cada ação, levando-se em consideração o que (What) será feito, quando (When) , onde (Where), por que (Why), por quem (Who), como (How) e quanto custa (How much).

- Execução da manutenção: Nessa etapa, colaboradores do setor de qualidade acompanham a realização das atividades de modo a verificar o andamento da manutenção: tempo gasto, dificuldades encontradas, suporte para realização de ações, etc.
- Avaliação de resultados: realizada a manutenção, a gerência verifica se a manutenção alcançou os objetivos previstos.

Além da avaliação das ferramentas de gestão empregadas para a realização do Plano de Manutenção, foi realizado um estudo de caso na empresa de modo a verificar o funcionamento do mesmo, tendo por objetivo avaliar seus efeitos, bem como propor medidas de melhoria. O estudo de caso foi realizado durante manutenção ocorrida no forno de cal nos dias 09 a 12 de Agosto de 2010.

5 RESULTADO E DISCUSSÃO

Os dados coletados por meio da observação participante na empresa Tecnocal permitiram a análise qualitativa e interpretação dos fenômenos.

5.1 Análise descritiva do forno

O forno analisado tem o seu processo produtivo realizado na Tecnocal Ltda. que ocorre de modo contínuo em um forno horizontal com pré-calcinador do tipo rotativo de 2,10 m de diâmetro externo e 30 m de comprimento, admitindo uma capacidade instalada de 185 ton/dia de cal virgem dolomítica. O forno opera com calcário dolomítico, como matéria-prima e moinha de carvão vegetal, como matriz energética.

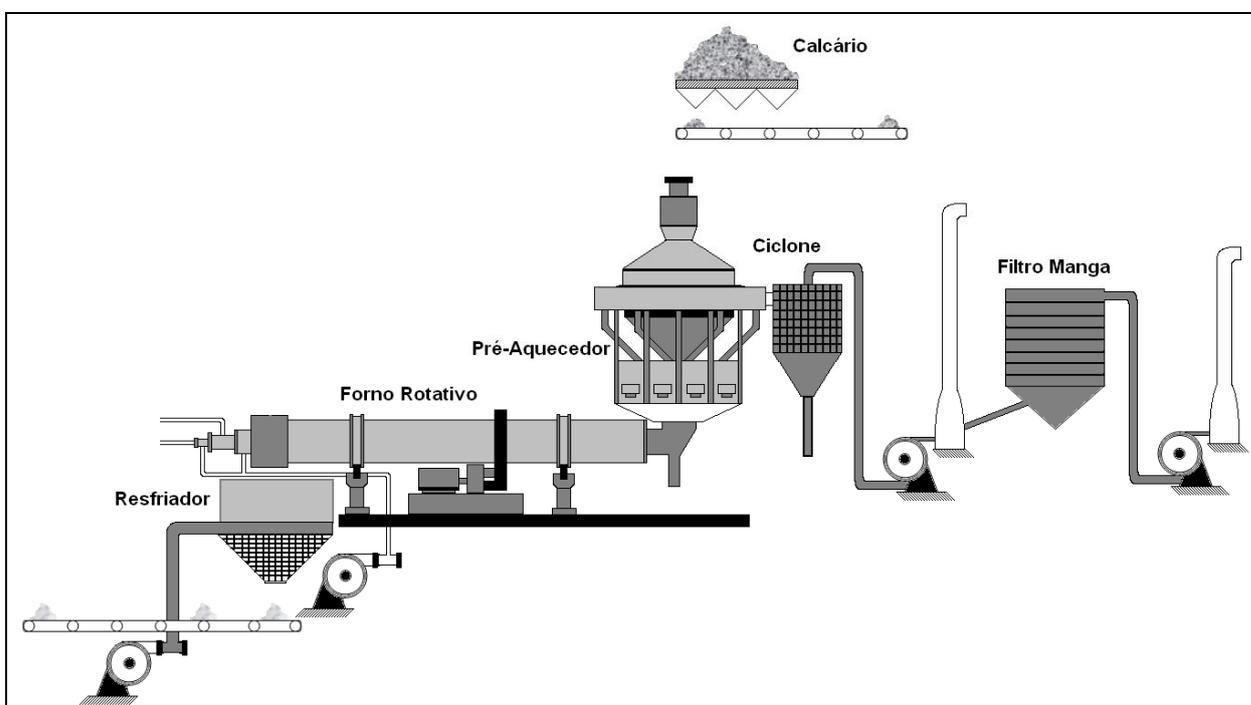


Figura 1: Esquema de funcionamento do forno rotativo.

Fonte: Dados da pesquisa aplicada.

A quantidade de cal produzida pelo forno é:

- Produção Diária: aproximadamente 200 ton/dia
- Produção Mensal: aproximadamente 5.800 ton/mês
- Produção Anual: aproximadamente 67.200 ton/ano

5.2 Análise descritiva e qualitativa sobre a manutenção preventiva

Como já sabemos por meio da Pesquisa Bibliográfica, a Manutenção Preventiva deve atuar para conseguir, ao máximo, a redução de falhas ou queda no desempenho da maquinaria. A Manutenção Preventiva para poder, então, conseguir este objetivo precisa, sobretudo, ter um planejamento para contemplar datas específicas e em períodos de tempo pré-estabelecidos para realizar a manutenção.

Isto porém não vem acontecendo na empresa Tecnocal, pois foi constatado que não há um plano sistemático que contenha as datas e os períodos em que deverão ocorrer a parada da maquinaria para efetivar a manutenção.

No entanto, quando há quebra em alguns equipamentos, em alguns casos, a produção não é totalmente comprometida no momento dessa quebra, uma vez que alguns equipamentos trabalham em paralelo como a moagem de carvão, por exemplo, ou admitem estoque “pulmão”, garantindo tempo de autonomia para manutenção.

Mas em outros casos, a manutenção é realizada em caráter emergencial, uma vez que implica parada total do processo produtivo, comprometendo toda a produção. Neste caso, pode-se claramente perceber a falta de planejamento da empresa em relação à manutenção preventiva, o que caracteriza:

- perda na produtividade,
- perda de lucro,
- diminuição do seu poder competitivo,
- imagem negativa com os clientes, já que não tem produção, não consegue entregar os produtos dentro do prazo combinado,
- ociosidade dos funcionários,
- desmotivação dos funcionários e dos próprios clientes.

Diante disso, para que a Manutenção Preventiva seja eficiente, ela necessita de planejamento, não há outra forma de alcançar a excelência na produção sem que haja um plano de ação para haver a manutenção. É preciso pensar nos intervalos de tempo para ser aplicada e, em muitas situações, os intervalos são menores que o necessário, por isso precisam de ser repensados, analisados para não haver perda de tempo nem de produção. Assim, sem cuidar dos intervalos de tempo, sem planejamento adequado, poderá haver mais paradas e trocas de peças desnecessárias.

De acordo com a observação feita na empresa, pôde-se constatar que a manutenção no forno é realizada por mecânicos classificados em carteira para o desempenho de mecânica industrial, o que os habilitam para tais funções. Boa parte da mão-de-obra é terceirizada. Existe um número de funcionários fixos no desempenho da atividade de manutenção. No caso de paradas programadas para a manutenção geral da fábrica, o número de funcionários terceirizados é acrescido.

No caso de paradas programadas de manutenção geral da fábrica é realizado um Plano de Manutenção Corretiva baseado no princípio dos 5 W e 3 H. Hoje, segundo o engenheiro, a empresa necessita do emprego de um Plano de Manutenção Preventiva.

Como podem-se perceber, as paradas programadas são aquelas inevitáveis, mas antes dessas acontecerem, muitas falhas foram detectadas e só aconteciam as paradas para a manutenção no momento em que, muitas peças não serviam mais, foram deterioradas por uso indevido da maquinaria ou pelo uso contínuo da peça com defeito.

A manutenção preventiva deve estabelecer intervenções regulares, previstas no planejamento, deve ser programada, e bem definida. Desse modo, a indústria evita ter perdas com falhas de sua maquinaria que poderiam ter sido evitadas com simples manutenções. Normalmente, os fabricantes dos equipamentos trazem no manual dos instrumentos os períodos em que se deve realizar a manutenção. Isso ajuda bastante a empresa a organizar o seu próprio plano de manutenção.

O tipo de manutenção usado pela Tecnocal no atual momento pode levar a desperdícios, uma vez que não considera a condição real do equipamento. Assim, segundo as observações feitas na área da produção da tecnocal Ltda., e através da entrevista, pode-se dizer que a empresa precisa de investimentos para implementar um plano de manutenção preventiva, pois foram constadas falhas, ou melhor, não

há um planejamento, no processo de intervenção da manutenção no forno de cal da empresa que podem trazer muitos prejuízos para a sua produção, podendo até trazer dificuldade com os seus clientes.

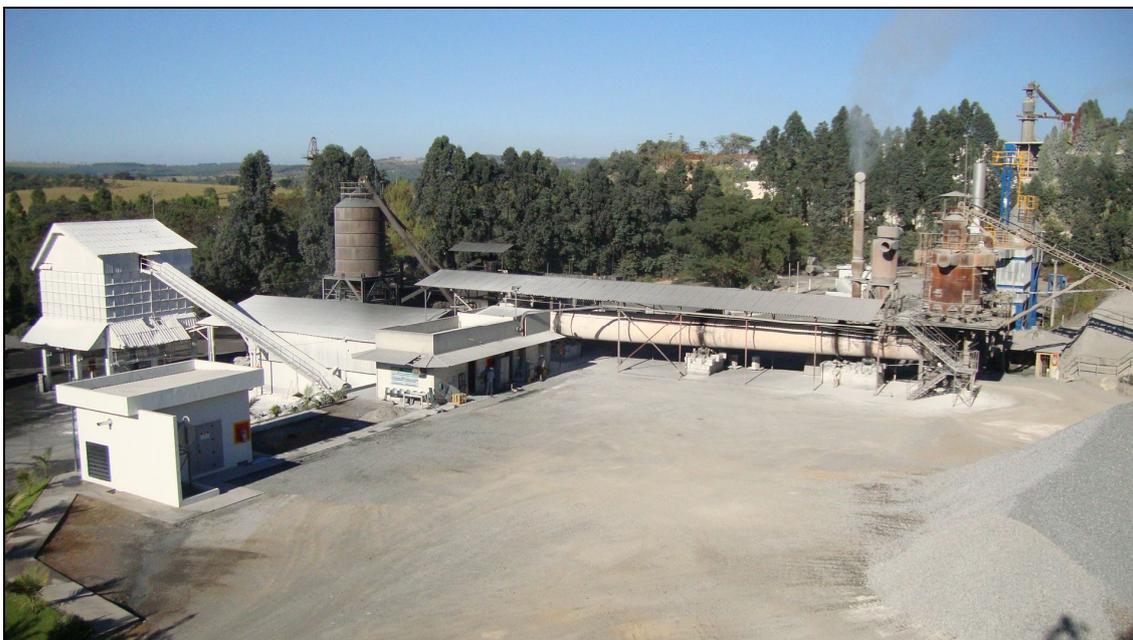


Figura 2: Imagem do forno rotativo da empresa Tecnocal Ltda.

Fonte: Dados da pesquisa aplicada.

Diante dessa constatação, sugere-se que os gestores da empresa, junto com os especialistas na área de manutenção preventiva, construam um planejamento para a manutenção. Tal instrumento deve constar a avaliação das condições de uso da maquinaria da indústria para saberem o melhor momento para ocorrer as paradas com os períodos pré-estabelecidos tanto pela empresa Tecnocal quanto pelos fabricantes.

É preciso que o planejamento contemple um trabalho em equipe, para que o operador do forno, por exemplo, saiba acompanhar todo o processo de intervenção para que ele também seja responsável pelo processo de manutenção. A partir do momento que essa responsabilidade é dividida com todos, a manutenção começa a acontecer com naturalidade e, sobretudo, com responsabilidade e compromisso para que a indústria funcione em sua totalidade produtiva.

5.3 Estudo de caso

Na manutenção realizada nos dias 09 a 12 de Agosto de 2010, foram tomadas para estudo três (3) procedimentos para avaliação. A Figura 5 apresenta os pontos relevantes da manutenção:

- a) Troca das Pistas de Rolagem do forno (Ponto 01): O forno rotativo de cal da empresa estudada apresenta três (3) pistas de rolagem, as quais são apoiadas em rolos.
- b) Reparo no Cabeçote (Ponto 02): O cabeçote do forno rotativo é a região do forno onde ocorre a queima direta da cal, sendo, dessa forma, sujeita a desgaste devido à exposição a temperaturas elevadas.
- c) Reparo no Sistema Hidráulico (Ponto 03): A cal virgem produzida no forno rotativo é descarregada em um silo pulmão por meio de pistões de descarga, os quais são impulsionados por óleo hidráulico.

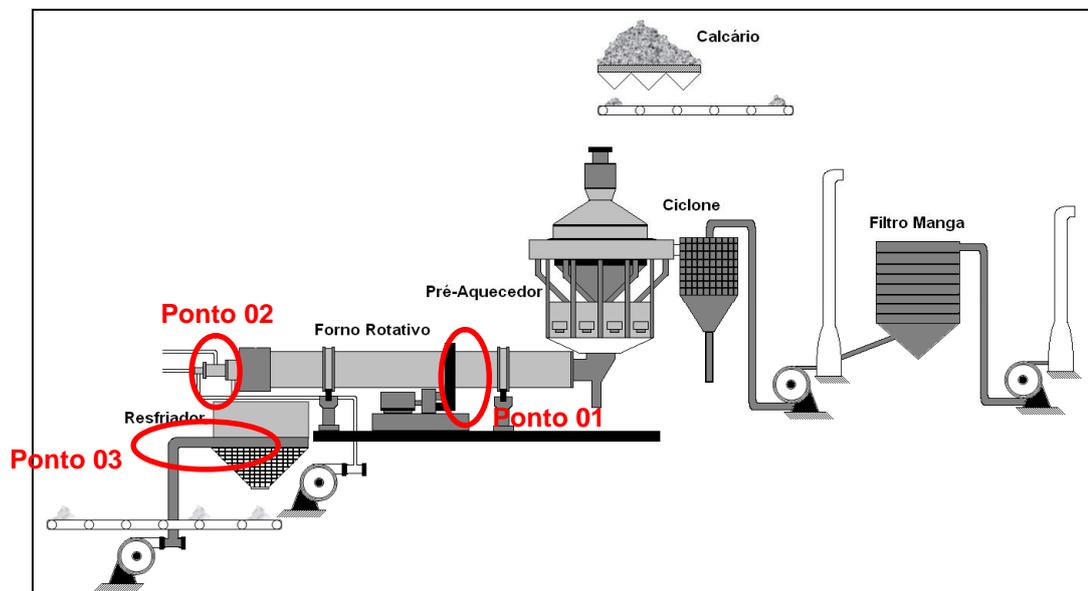


Figura 3: Imagem do forno rotativo da empresa Tecnocal Ltda mostrando os pontos da manutenção.

Fonte: Dados da pesquisa aplicada.

5.4 Brainstorming

- a) Pistas de Rolagem: Em função de relatos dos operadores de produção quanto ao surgimento de trincas nas pistas de rolagem do forno, assim como tendo por base informações do aumento do número de paradas para reparos nas pistas, foi consentido pela gerência de produção e manutenção a necessidade de substituição das mesmas.
- b) Reparo no Cabeçote: Devido ao desgaste acentuado na região do cabeçote em função de envergamento de chapa pela ação da temperatura, houve formação de fenda, causando entrada de ar no forno. Qualquer entrada de ar frio no forno resulta em aumento do consumo de matriz energética, a qual representa o principal custo fixo da empresa.
- c) Reparo no Sistema Hidráulico: O sistema hidráulico responsável pelo acionamento dos pistões de descarga da cal estava apresentando vazamentos acentuados de óleo, os quais, além de resultar em desperdício ,deram impacto ambiental grave.

5.5 Plano de Manutenção

Em função das necessidades apresentadas na reunião administrativa (*brainstorming*), foi construído um Plano de Ação 5W 2H para planejamento da execução dos serviços de manutenção. A Tabela 1 (trata-se do item a) apresenta a matriz 5W 2 H mostrando o tipo de serviço, o local entre todos os passos para ocorrer a manutenção na empresa. Além disso, mostra o que deve ser feito na manutenção preventiva no forno rotativo da empresa Tecnocal Ltda.

TABELA 1 –Plano de ação da manutenção

Serviço (What)	Local (Where)	Executante (Who)	Período (When)	Justificativa (Why)	Procedimento (How)	Gastos Previstos (How much)
Troca de Pistas de Rolagem	Forno de Cal (Ponto 01)	Equipe 01	09/08 a 12/08 (60 h/pista)	Aumento da frequência de paradas para soldas de trincas	Item (a)	Item (a)
Reforma no Cabeçote	Forno de cal (Ponto 02)	Equipe 02	09/08 a 12/08 (40 h)	Entrada de ar falso em fenda resultando em aumento de consumo de matriz energética	Item (b)	Item (b)
Reparo do Sistema Hidráulico	Forno de cal (Ponto 03)	Equipe 03	09/08 (2 h)	Vazamento de óleo causando desperdício e impacto ambiental	Item (c)	Item (c)

Fonte: Dados da pesquisa aplicada

O serviço a ser executado para a troca das pistas segue as seguintes etapas:

- 1) Preparo das novas pistas: corte, calandragem;
- 2) Preparo das cambotas e arrastes: corte e calandragem;
- 3) Remoção das pistas desgastadas: corte e remoção com caminhão munck;
- 4) Preparo da virola do forno para recebimento das novas pistas: escariação e solda de trincas, limpeza com lixadeira;
- 5) Instalação de novas pistas: colocação de novas pistas com caminhão munck, solda de pista, cambotas e arrastes.

Os gastos estimados relativos à manutenção estão descritos na Tabela 2 (trata-se do item b)

TABELA 2 – Gastos com a manutenção

Descrição	Gasto
Material	R\$ 15.000,00
Eletrodos	R\$ 1.000,00
Mão de Obra	R\$ 4.000,00
Caminhão Munck	R\$ 300,00
TOTAL	R\$ 20.300,00

Fonte: Dados da pesquisa aplicada

O serviço a ser executado para a reforma de parte desgastada do cabeçote do forno segue as seguintes etapas:

- 1) Preparo de chapas: corte;
- 2) Remoção de região desgastada: concreto e chaparia;
- 3) Substituição de chapas: corte, solda e fixação de âncoras;
- 4) Aplicação de concreto refratário: aplicação e cura.

Os gastos estimados relativos à reforma de região desgastada do cabeçote estão descritos na Tabela XX (trata-se do item c)

TABELA 3 – Gastos com a manutenção do cabeçote

Descrição	Gasto
Chapas	R\$ 535,00
Eletrodos	R\$ 75,00
Mão de Obra	R\$ 2.200,00
Concreto	R\$ 100,00
TOTAL	R\$ 2.910,00

Fonte: Dados da pesquisa aplicada

Serviço a ser executado para o reparo do sistema hidráulico dos pistões de descarga do forno rotativo segue as seguintes etapas:

- 1) Preparo de materiais: rolamentos do motor elétrico da bomba de pressurização, mangueiras, óleo hidráulico ;
- 2) Avaliação de situação de rolamentos: avaliação e possível troca;
- 3) Troca de mangueiras ;
- 4) Troca de óleo do reservatório.

Os gastos estimados relativos ao reparo do sistema hidráulico estão descritos na Tabela 4.

TABELA 4 – Gastos com a manutenção no reparo do sistema hidráulico

Descrição	Gasto
Rolamentos	R\$ 70,00
Óleo Hidráulico	R\$ 2.500,00
Mangueiras Hidráulicas	R\$ 300,00
Mão de Obra	R\$ 100,00
TOTAL	R\$ 2.970,00

Fonte: Dados da pesquisa aplicada

5.6 Execução do Serviço de Manutenção

5.6.1 Pistas de Rolagem

Descrição do serviço: uma chapa de aço carbono 1020 de 2" ½ foi previamente preparada para confecção da pista nova:

- Corte da chapa nas medidas correspondentes às dimensões (largura e comprimento);
- Calandragem no diâmetro adequado da pista a ser trocada.

Uma chapa de aço carbono 1020 de 2" foi previamente preparada para confecção dos arrastes e cambotas da pista (peças responsáveis pelo apoio e travamento da pista na virola do forno.

As pistas a serem substituídas foram cortadas em duas partes iguais. Uma das partes foi removida com auxílio do caminhão *munck*. As cambotas e arrastes foram extraídos da virola com auxílio de um maçarico.

Finalmente foi realizado acabamento final na virola do forno para instalação das novas pistas. As trincas contidas na virola foram escariadas, preenchidas com filetes de solda e receberam acabamento, em seguida iniciou-se a colocação dos arrastes e das cambotas. Metade da pista foi fixada sobre as cambotas e arrastes, para colocação da outra metade das pistas, o forno foi girado em de 180° e foi repetida toda operação para colocação da segunda parte.



Figura 4: Manutenção da pista no forno rotativo da empresa Tecnocal Ltda
Fonte: Dados da pesquisa aplicada.



Figura 5: Manutenção no forno rotativo da empresa Tecnocal Ltda
Fonte: Dados da pesquisa aplicada.



Figura 6: Manutenção no forno rotativo da empresa Tecnocal Ltda
Fonte: Dados da pesquisa aplicada.



Figura 7: Manutenção no forno rotativo da empresa Tecnocal Ltda
Fonte: Dados da pesquisa aplicada.

a) As horas trabalhadas:

- Pista 01

Início: 09/08/2010 às 07h00min - ***Término:*** 12/08/2010 às 15h00min.

Tempo trabalhado nessa tarefa: 69h50min.

- Pista 02

Início: 09/08/2010 às 07h00min - ***Término:*** 12/08/2010 às 13h40min.

Tempo trabalhado nessa tarefa: 56h00min

b) Mão de Obra: 8 funcionários (Equipe 01)

c) Dificuldades Encontradas: em função de número muito elevado de trincas na virola do forno, bem como envergadura expressiva na chaparia, foi necessário substituir secção da virola do forno, situado abaixo da pista nº 01. Por ser um serviço não previsto no Plano de Manutenção, a execução do mesmo resultou em atraso do serviço de troca da pista nº 01, não realização de cotação de preços de materiais e serviços, etc.

5.6.2 Reparo no Cabeçote

A descrição do serviço: a área da reforma estava revestida de concreto refratário, o qual foi completamente extraído para remoção da chapa desgastada. A chapa desgastada foi cortada e a região de reforma foi preparada para fixação da nova chapa. A mesma foi devidamente soldada na região do cabeçote. Houve ainda a fixação de âncoras na chapa recém soldada para recebimento de concreto refratário. O concreto refratário foi depositado nas formas de madeirite, o qual recebeu vibração para melhor compactação. Foi necessário um tempo de 8 horas de cura do concreto.



Figura 8: Reparo no cabeçote do forno rotativo da empresa Tecnocal Ltda
Fonte: Dados da pesquisa aplicada.



Figura 9: Reparo no cabeçote do forno rotativo da empresa Tecnocal Ltda
Fonte: Dados da pesquisa aplicada.

a) Horas trabalhadas:

Início: 09/08/2010 às 07h00min - **Término:** 12/08/2010 às 15h00min.

Tempo trabalhado nessa tarefa: 44h30min.

b) Mão de Obra: 6 funcionários (Equipe 02)

c) Dificuldades encontradas: a dimensão da região a ser reparada foi maior que a prevista, contudo foram fabricadas um número maior de âncoras que o necessário previsto, assim como a compra da chapa para troca foi suficiente. Houve pequeno atraso em função de uma maior região para reparo.

5.6.3 *Reparo no Sistema Hidráulico*

A descrição do serviço: foram substituídos dois rolamentos no motor do sistema hidráulico dos pistões de descarga, sendo eles de nº.: (6207C3 e 6308C3).



Figura 10: Reparo no sistema hidráulico.

Fonte: Dados da pesquisa aplicada.



Figura 11: Reparo no sistema hidráulico.

Fonte: Dados da pesquisa aplicada.

a) Horas Trabalhadas:

Início: 09/08/2010 às 07h00min - **Término:** 09/08/2010 às 09h40min.

Tempo trabalhado nessa tarefa: 1h40min.

b) Mão de Obra: 2 funcionários (Equipe 03)

c) Dificuldades encontradas: não houve relato de dificuldades, uma vez que os rolamentos necessários à troca, assim como as mangueiras e óleo hidráulico, já se encontravam estocados na empresa

5.7 Avaliação de resultados

5.7.1 Pistas de Rolagem

A partir de dados históricos da empresa, foi verificada a interrupção de produção para reparo nas pistas com periodicidade mensal igual a 3 ou 4 paradas, tempo médio de execução de 8 horas e perda de produtividade de aproximadamente 100 toneladas por parada. A Tabela 5 expressa os custos médios envolvidos com cada parada para reparo das pistas.

TABELA 5 – Custos médios da manutenção no reparo das pistas.

Custos	R\$
<u>Manutenção</u>	
Mão-de-Obra	3 funcionários x 8 h x R\$ 25/h = R\$ 600,00
Eletrodo	5,0 Kg x R\$ 15,00/Kg = R\$ 75,00
Maçarico	R\$ 50,00
<u>Produtividade</u>	
Queda de Produção ¹	100 ton x R\$ 45,00/ton = R\$ 4.500,00
TOTAL	R\$ 5.225,00

Fonte: Dados da pesquisa aplicada.

O valor R\$ 45,00 apresentado na Tabela 5 foi assumido como sendo o prejuízo por tonelada de cal produzido, sem contabilizar matéria prima, matriz energética e energia elétrica que não foram gastas na parada.

Assim, estima-se um custo mensal aproximado com paradas para reparo das pistas de R\$ 15.000,00/mês.

O gráfico 1 expressa o resultado referente ao retorno do investimento feito na substituição das pistas.

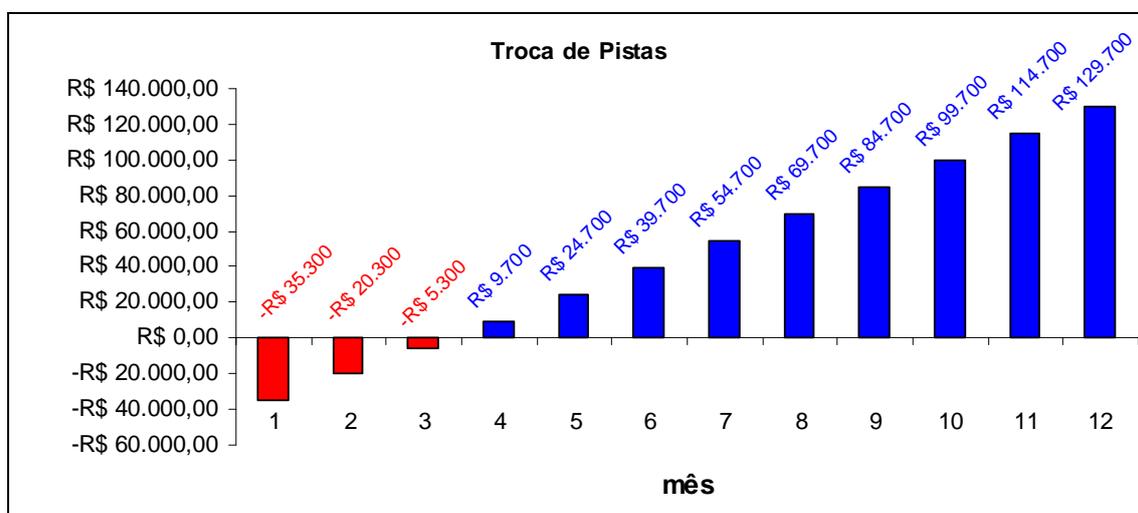


Gráfico 1: Investimento da manutenção no forno rotativo da empresa Tecnocal Ltda
Fonte: Dados da pesquisa aplicada.

No primeiro mês, temos um custo referente às três paradas para reparo nas pistas, assim como os gastos referentes à substituição das mesmas. Do segundo ao décimo segundo mês, temos uma economia aproximada de R\$ 15.000,00. Assim, observa-se que no período de 12 meses, o investimento foi pago, além de gerar uma economia para a empresa de aproximadamente R\$ 130.000,00.

5.7.2 Reparo no Cabeçote

Foi relatado pelo setor de qualidade da empresa que a fenda apresentada no cabeçote estava resultando em entrada de “ar falso”, aumentando o consumo de carvão de 0,47 m³ de carvão/ton de cal produzida para 0,52 m³ de carvão/ton de cal produzida. Assumindo a capacidade instalada da empresa de 6.200 ton/mês, estima-se o aumento de custo expresso na Equação abaixo.

$$(0,52-0,47) \text{ m}^3 \text{ de carvão/ ton de cal} \times \text{R\$ } 120/\text{ m}^3 \text{ de carvão} \times 6.200 \text{ ton/mês}$$
$$=$$
$$\text{R\$ } 37.200,00$$

Assim, o investimento foi pago já durante o terceiro mês, com uma economia anual prevista de aproximadamente R\$ 370.000,00 o que pode ser observado no gráfico 2:

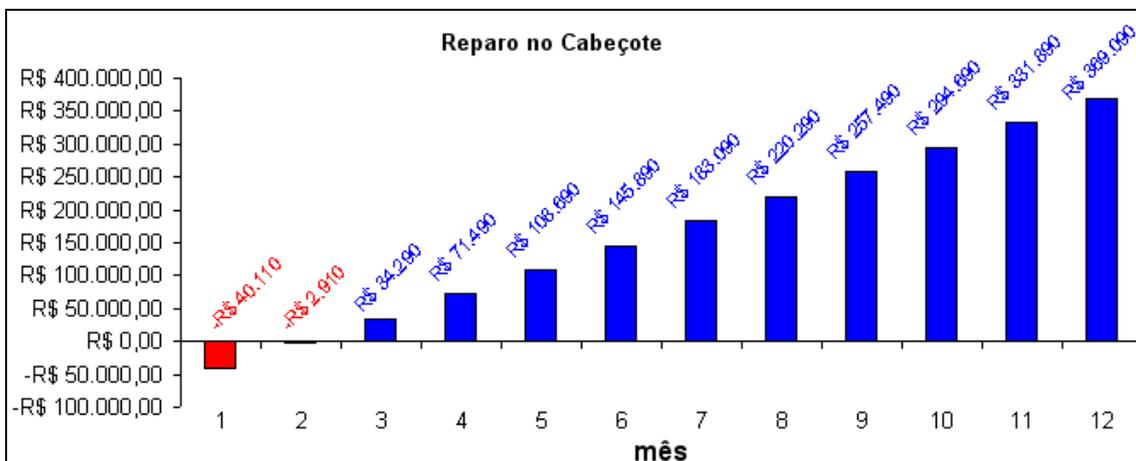


Gráfico 2: Economia da manutenção no reparo do cabeçote.

Fonte: Dados da pesquisa aplicada.

5.7.3 Reparo no Sistema Hidráulico

O reparo no sistema hidráulico foi realizado principalmente por questões ambientais. A economia de óleo mensal não representa um valor significativo, contudo a contaminação de óleo derramado no solo e carregado para o lençol freático e corpos d'água consiste em crime ambiental, o qual resulta em multa com valor em torno de R\$ 90.000,00 e interdição da empresa.

6 CONCLUSÃO

Esta pesquisa foi muito importante, porque poderá trazer muitas contribuições para a empresa Tecnocal Ltda, pois ainda não houve nenhum tipo de avaliação de cunho científico sobre a sua manutenção preventiva. Em relação à Engenharia de Produção, pode-se dizer que este trabalho contribui para o enriquecimento dessa área de estudo, uma vez que para a nossa região, ainda trata-se de novos estudos e ainda são poucas as investigações dessa temática. Para o pesquisador, pode-se dizer que é muito relevante, pois é uma forma de aliar a prática e a teoria num estudo de campo, aumentando, assim, os conhecimentos para ser um futuro engenheiro.

De acordo com as informações obtidas por meio da entrevista foi possível concluir que a Empresa Tecnocal não possui uma gestão de manutenção preventiva, que essa organização ainda não tem como foco a manutenção de sua maquinaria.

Todas as informações coletadas através da entrevista e da observação permitiram dizer que o sistema de manutenção atual adotado pela Tecnocal não garante que o forno rotativo opere em condições consideradas ideais, isto é, em sua totalidade. De acordo com as informações dadas pelo entrevistado, há altas vibrações do forno que ocasionam a quebra de peças e que só há reparos quando a maquinaria não consegue mais operar, e assim, não se recupera nem a peça nem o tempo perdido.

Ficou constado que não há um trabalho em equipe, o que dificulta o planejamento da manutenção preventiva na Tecnocal, sem um plano adequado a empresa perde a sua produção com paradas sem tempo estabelecido nem programado, deixando os funcionários ociosos, perdendo, portanto, o seu poder competitivo,

Diante disso, acredita-se que esta pesquisa pode trazer benefícios para a empresa, a fim de que esta use este estudo como diagnóstico de suas condições de trabalho, para que se possa fazer um planejamento que contemple todos os passos para ocorrer uma manutenção preventiva de qualidade e que contribua para o crescimento da empresa em todos os sentidos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Adiel Teixeira de; WAJSMAN, Dymitr. **Engenharia de manutenção: visão conceitual**. Anais IV Congresso Brasileiro de Manutenção – pág. 125-139. Centro de Convenções Rebouças – São Paulo – de 14 a 18 de agosto de 1989.

BRANCO FILHO, Gil. **Dicionário de Termos de Manutenção, Confiabilidade e Qualidade** - 3ª edição. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2004.

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

FILHO, Gil Branco. **Planejamento e controle de manutenção: Curso de Planejamento e Controle de Manutenção**. Minas Gerais, 2005.

MICHEL, Maria Helena. **Metodologia e pesquisa científica em ciências sociais**. São Paulo: Atlas, 2005.

MONCHY, François. **Manutenção - Métodos e Organizações** - 2ª edição. Paris: Dunod, 2003.

MONCHY, François. **A Função Manutenção** - Formação para a Gerência da Manutenção Industrial. São Paulo: Editora Durban Ltda., 1989, p. 5.

MOUBRAY, John. **Manutenção Centrada em Confiabilidade**. Oxford: Butterworth - Heinemann, 2002.

OLIVEIRA, Luiz Fernando S. **Introdução à MCC** - Manutenção Centrada em Confiabilidade. Niterói: Principia, 1996.

OLIVEIRA, Ricardo Policarpo de. **Glossário técnico manutenção e engenharia industrial: um guia de referência para a indústria**. Belo Horizonte: Editora O lutador, 2003.

OTANI, Mário; MACHADO, Waltair Vieira. **A proposta de desenvolvimento de gestão de manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial.** Revista Gestão Industrial. v. 04, n. 02: p. 01-16, 2008. Disponível em <http://www.pg.cefetpr.br>. Acessado em: 10/08/2010.

SENAI - **Programa de Atualização Técnica.** Ciclo de Palestra – Introdução à Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC). SENAI – RJ, 2008. Disponível em: <http://www.firjan.org.br>. Acessado Em 10/10/2010.

SIQUEIRA, Iony Patriota de. **Manutenção centrada na confiabilidade:** manual de implementação. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

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

VAZ, José Carlos. **Gestão da Manutenção Preditiva:** Gestão de Operações. Fundação Vanzolini. Ed. Edgard Blücher, 1997.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração.** São Paulo: Atlas, 2009.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM, planejamento e controle da manutenção.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2008.

XAVIER, Júlio Nascif. **Manutenção Classe mundial.** Congresso Brasileiro de **Manutenção.** Salvador, 2005. Disponível em: <http://www.bhnet.com.br/tecem>. Acessado em: 19/11/2009.

APÊNDICE

ROTEIRO DE ENTREVISTA

1. Empresa:
2. Ramo de atividade:
3. Principais empresas clientes:
4. Principais fornecedores:
5. Tempo de atuação da empresa em Arcos:
6. Número de funcionários por repartição:
7. Marca do forno (descrição do forno, modelo, fotos)
8. Cargo que ocupa na empresa (entrevistado)
9. Qual a quantidade de cal produzida pelo forno? (produção diária, semanal e mensal)
10. Se há quebra de equipamento, como fica a produção?
11. Quem dá a manutenção no forno? Tem formação para exercer esta função?
12. A empresa terceiriza este trabalho ou não?
13. Existe um planejamento para ocorrer a manutenção? Em caso positivo, descreva-o.
14. Em caso negativo, como você acha que deve ocorrer a manutenção?