



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA ELÉTRICA

Relatório de Estágio Integrado

Aluno: Victor Lhincio Sales Brito

Orientador: Damásio Fernandes Júnior

Campina Grande-PB

Junho de 2008

VICTOR LHINCIO SALES BRITO

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO REALIZADO NA
VOTORANTIM CIMENTOS N/NE SA**

**Relatório apresentado ao Curso
de Engenharia Elétrica como
cumprimento às exigências para a
conclusão da disciplina “Estágio
Integrado”.**

**Área de concentração:
Eletrotécnica.**

Orientador – UFCG: Prof. Damásio Fernandes Júnior

Campina Grande – PB

Junho de 2008



Biblioteca Setorial do CDSA. Março de 2021.

Sumé - PB

VICTOR LHINCIO SALES BRITO

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO REALIZADO NA
VOTORANTIM CIMENTOS N/NE SA**

**Relatório apresentado ao Curso
de Engenharia Elétrica como
cumprimento às exigências para a
conclusão da disciplina “Estágio
Integrado”.**

**Área de concentração:
Eletrotécnica.**

Prof. Damásio Fernandes Júnior – UFCG

Campina Grande – PB

Junho de 2008

Aos meus pais, José Soares de Brito e Maria de Fátima Sales Brito que nunca mediram esforços para que eu tivesse as melhores oportunidades de estudo possíveis, e aos demais familiares que apóiam, dão força e vibram com as nossas conquistas.

"Começa, se puderes, sem angústia e sem pressa... os passos que deres, nesse caminho duro do futuro, dá-os em liberdade... enquanto não alcances não descanses, de nenhum fruto queiras só metade."

(Miguel Torga)

<u>Sumário:</u>	<u>página</u>
Introdução	1
A empresa	
Apresentando a empresa	2
Organograma Hierárquico	3
O processo de fabricação do produto	4
Atividades realizadas	
A manutenção industrial	7
Manutenção corretiva	9
Manutenção Preventiva	10
Gerenciamento informatizado da Manutenção	12
Manutenção em equipamentos	
Motores elétricos	14
Transformadores	21
Gerenciamento de energia elétrica	24
Outras atividades	
Treinamento Técnico Operacional (TTO) de bloqueio de equipamentos	33
Treinamento Técnico Operacional (TTO) de planejamento de OS	34
Reunião para análise de ACMs	34
Cadastro de dados técnicos de motores	35
Viagem à Poty Paulista	36
Conclusões	39
Bibliografia	40
Anexos	41

<u>Índice de imagens:</u>	<u>página</u>
Organograma da CIPASA	3
Organograma da Manutenção elétrica	3
Processos que interagem sob responsabilidade do setor de manutenção	8
Tela inicial do Maximo	13
Medição de temperatura de escovas em motores elétricos	16
Medição do nível de vibração em mancal de motor elétrico	16
Motor síncrono da moagem de cimento 3	19
Rotor do motor síncrono da moagem de cimento 3	19
Barras comprometidas por curto-circuito	20
Transformador de potência isolado a óleo	22
Transformador de potência a seco	24
Tela do Smart - Padrão de consumo	26
Tela do Smart – Fator de potência de Outubro de 2007	28
Tela do Smart – Fator de potência de Novembro de 2007	29
Tela do Smart – Fator de potência de Dezembro de 2007	29
Tela do Smart – Fator de potência de Janeiro de 2008	30
Tela do Smart – Fator de potência de Fevereiro de 2008	30
Forno rotativo da Poty Paulista	37
Transdutores de pressão e calibrador	37
Equipamentos abandonados	38
Gerador síncrono abandonado	38
Galpões de Calcário, Argila e Minério de ferro	41
Empilhadeira de calcário	41
Fábrica	42
Subestação 69kV	42
Eletrofiltro	43

Torre de ciclones, forno de silo de farinha	43
Moagem de coque 2	44
Aditivos	44
A ensacadeira	45
Caminhões aguardando carregamento	45

1. INTRODUÇÃO

O programa de estágio integrado da Universidade Federal de Campina Grande oferece uma vivência corporativa aos alunos que optam por esta modalidade de estágio. Visivelmente, o país vive um bom momento econômico e isto faz com que a demanda por engenheiros se torne crescente, até mesmo, por aqueles recém-saídos das salas de aulas das instituições de nível superior.

Ao cumprir o papel de fazer o aluno interagir com as problemáticas tecnológicas, econômicas e humanísticas existentes nos ambientes empresariais, o estágio integrado dá a oportunidade de o aluno pôr em prática os conhecimentos adquiridos nas disciplinas teóricas e evidenciar-se num mercado cada vez mais concorrido.

O estágio foi realizado no período de 12 de novembro de 2007 a 03 de junho de 2008 nas dependências do departamento de Manutenção Elétrica da CIPASA localizada na Fazenda Catolé, zona rural do município de Caaporã, estado da Paraíba.

2. A EMPRESA

2.1 Apresentando a CIPASA

A Cimentos da Paraíba SA (CIPASA) é uma indústria pertencente ao grupo Votorantim Cimentos N/NE SA. A Votorantim Cimentos (VC) é a holding operacional que reúne as empresas de cimento, agregados, cal hidratada, argamassa, calcário agrícola, gesso e concreto do Grupo Votorantim.

Trata-se de uma dos maiores conglomerados cimenteiros do mundo. Ela possui 38 unidades de produção (sendo 30 fábricas no Brasil, 7 na América do Norte e 1 na Bolívia). A Votorantim opera ainda 60 centros de distribuição e 105 centrais de concreto no Brasil, mais de 70 centrais de concreto e 12 terminais de cimento na América do Norte. A VC emprega mais de oito mil funcionários e tem 72 anos de história.

Sendo líder do mercado nacional, a empresa comercializa mais de 40 produtos nos segmentos de cimento, argamassa, rejuntamento, cal, concreto e agregados, com destaque para as marcas Votoran, Itaú, Poty, Tocantins, Aratu e Engemix. Em 2006, obteve receita líquida de R\$ 5,2 bilhões.

A Votorantim Cimentos fabrica em Caaporã o Cimento Poty, o Cimento Guri e a argamassa Votomassa. A produção é dirigida para atender a demanda desses produtos da região Nordeste.

Esses três produtos destinam-se às diferentes aplicações do ramo da construção civil. A CIPASA também pode fornecer, sob encomenda, cimentos especiais para grandes obras tais como barragens e rodovias. Algumas imagens da CIPASA podem ser visualizadas nos anexos deste relatório.

2.2 Organograma hierárquico

A empresa organiza-se de acordo com hierarquia mostrada na Figura 1.

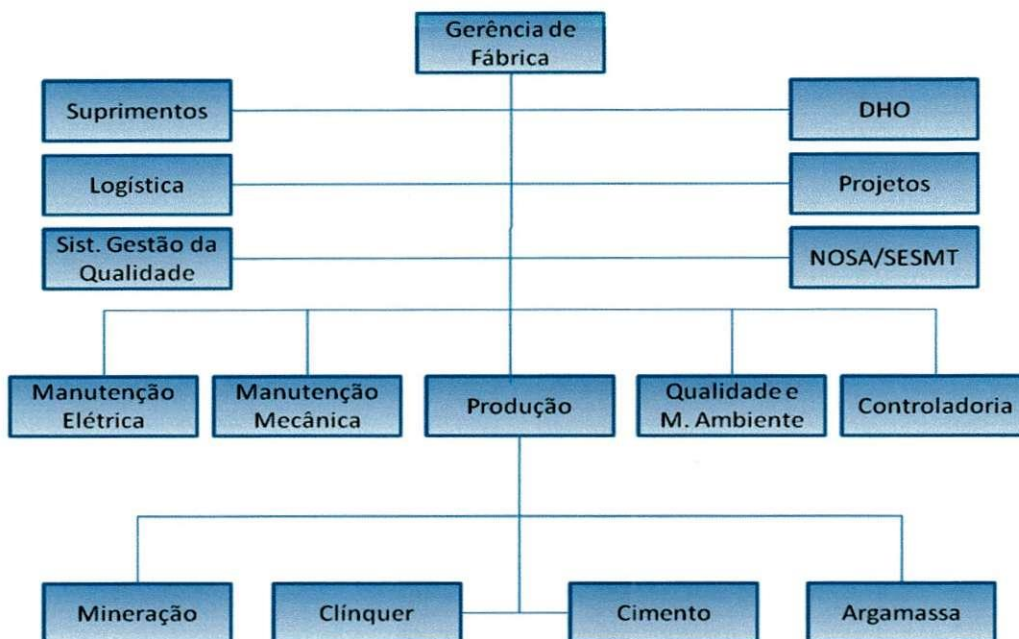


Figura 1: Organograma da CIPASA.

Já o departamento de manutenção elétrica, orienta-se à luz do organograma hierárquico mostrado na Figura 2.

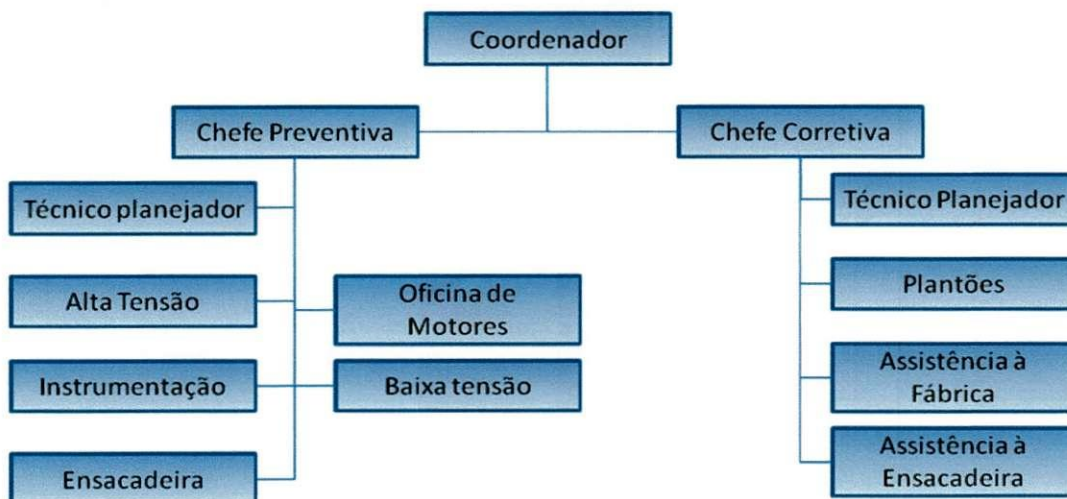


Figura 2: Organograma da manutenção elétrica.

3.3 O processo de fabricação do produto

Os vários tipos de cimento são obtidos da mistura e calcinação de materiais calcários e argilosos em proporção adequada. Dependendo da aplicação e, portanto, do tipo de cimento, podem ser adicionados outros compostos como ferro, pozolana e gesso.

Inicialmente, tem-se a extração e a britagem do calcário e da argila retirada das jazidas. O calcário é extraído por meio de desmontes (detonações) de bancadas classificadas de acordo com o teor de cálcio que apresentam e levado até o britador onde ocorre a diminuição física de suas dimensões. Posteriormente, esse material é levado através de cintas (esteiras) para o galpão de calcário onde a empilhadeira constrói pilhas de calcário britado. Entra em ação a retomadora, que faz o desbaste das pilhas e alimenta uma cinta que leva o calcário até a balança dosadora. O trabalho combinado da empilhadeira e da retomadora é importante para se conhecer e controlar do teor de cálcio e da granulometria do material que será industrializado ao longo do processo.

Na balança dosadora a ocorre mistura do calcário com a argila que fora previamente extraída, britada e transportada, e com o minério de ferro em proporções adequadas. A partir deste instante material começa o processo de industrialização do material.

O processo começa com a moagem do material na área denominada moagem de cru. A mistura é levada até um grande moinho de bolas que reduz e seca o material com gases quentes advindos do forno. Na forma de um pó fino, o material é transportado até o silo de farinha onde novamente ocorre uma classificação. O silo, através de dois ramais (A e B), alimenta a torre de ciclones, que dispõe de separadores ciclônicos (equipamentos capazes de retirar partículas sólidas de uma corrente de gases) interligados entre si (Figura 3).

Na cabeceira da torre de ciclones existe uma tubulação que leva o material advindo do forno até o eletrofiltro. Através do efeito eletrostático da diferença de potencial entre as placas das cinco câmaras do eletrofiltro, evita-se que muito material seja jogado no meio ambiente e pode-se então realimentar o processo com esse material.

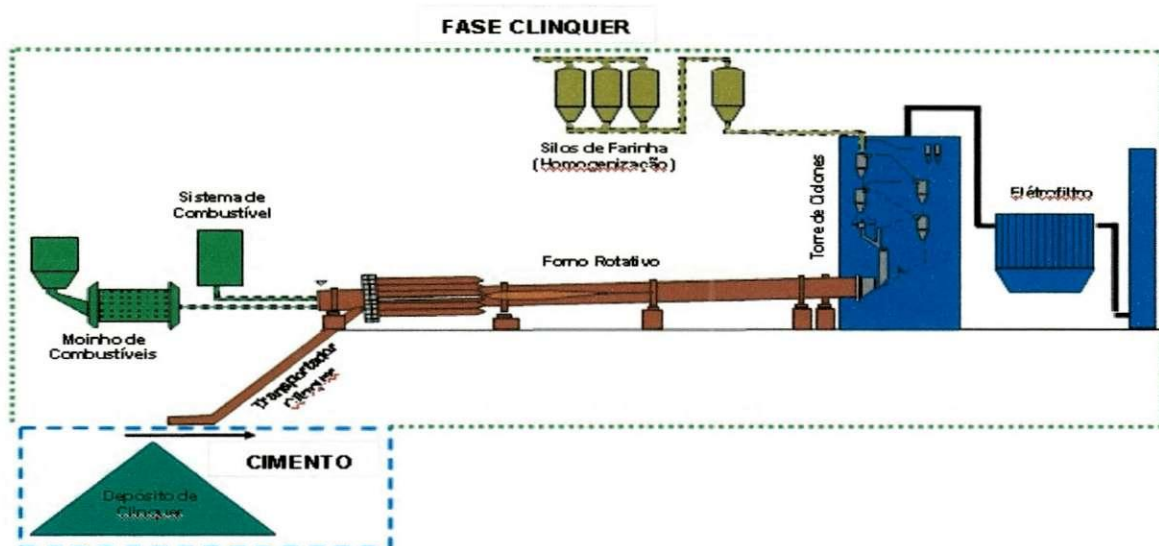


Figura 3. Etapa de clinquerização do material.

Analísadores de gás medem a todo momento a concentração de monóxido e dióxido de carbono que entra no eletrofiltro, para que os controladores de tensão apliquem a diferença de potencial adequada às placas do filtro. Isto é importante para que não haja o aparecimento de curto-circuitos e arcos nas câmaras do eletrofiltro, que certamente o prejudicariam.

Através da seqüência de ciclones fluem os gases quentes provenientes do forno, em contra-corrente com a matéria-prima. Este processo é importante para que o material já entre pré-aquecido no forno, o que diminui a energia necessária para que haja a reação de clinquerização do material. A farinha, como é conhecida, entra no forno a temperaturas próximas de 800°C. Neste momento, a umidade do material já foi completamente eliminada e o processo de decomposição química do material já teve início.

O forno da CIPASA é um equipamento cilíndrico e rotativo que mede 62 m de comprimento e 4,5 m de diâmetro, revestido internamente com material refratário. Um leve ângulo de inclinação combinado ao lento movimento de rotação (de 0,5 a 4,0 rpm) permite que o material percorra o cilindro à medida que desliza pelas paredes. Há dois maçaricos que fornecem calor ao interior do equipamento, um em cada extremidade.

No primeiro maçarico acontece a queima de resíduos. É o chamado co-processamento. No segundo maçarico, há a queima de coque para fornecer energia térmica às reações de

cliquerização. A matéria-prima permanece no forno por um tempo de aproximadamente 4 horas e atinge temperaturas superiores a 1200°C suficientes para torná-la incandescente e pastosa conforme a Figura 4.

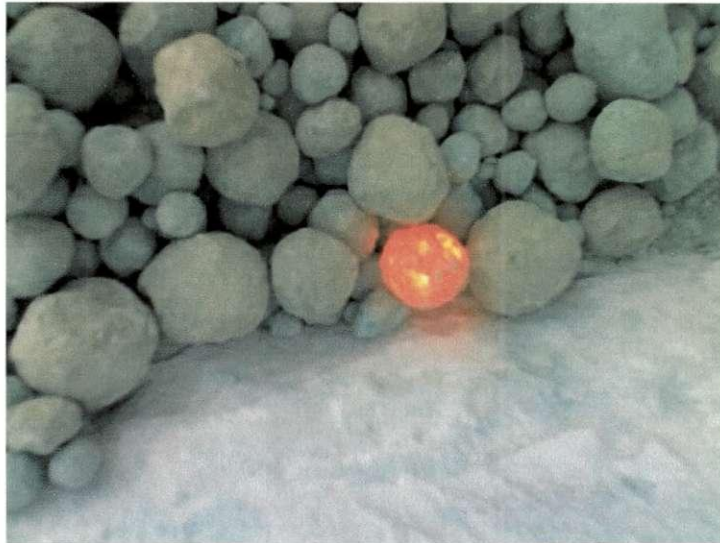


Figura 4: Aspecto visual das pelotas de clínquer remanescentes do forno.

O material remanescente do forno é conhecido por clínquer, o qual está sob forma de pelotas e é o principal componente de todos os tipos de cimentos existentes. Esse material entra no resfriador (Coolax) que dispõe de grelhas e ventilação forçada para reduzir a temperatura do material de forma mais rápida e evitar a formação de compostos que diminuem a resistência do cimento.

O material segue então, para o silo de clínquer, onde é armazenado e pode até ser expedido. A fabricação do cimento como o conhecemos demanda ainda a adição, em adequadas proporções de alguns componentes, que podem ser pozolana (extraída e processada numa outra unidade do grupo Votorantim, a Poty Paulista, localizada em Paulista, Pernambuco), gesso, calcário ou areia, a depender do tipo de produto que se queira fabricar.

As últimas fases do processo são mostradas na figura 5. A mistura final atravessa grandes moinhos de bolas, de onde se obtém o cimento na granulometria adequada para o uso pelo consumidor. Depois da moagem do cimento, o material segue para silos localizados na área chamada ensacadeira. Extratores e regueiras levam o material dos silos até as ensacadeiras

(máquinas rotativas que ensacam o cimento). Os sacos são pesados, contabilizados e transportados para expedição. Existem dois tipos de equipamentos que fazem o posicionamento dos sacos nos paletes de madeira: As autopacks e as paletizadoras.

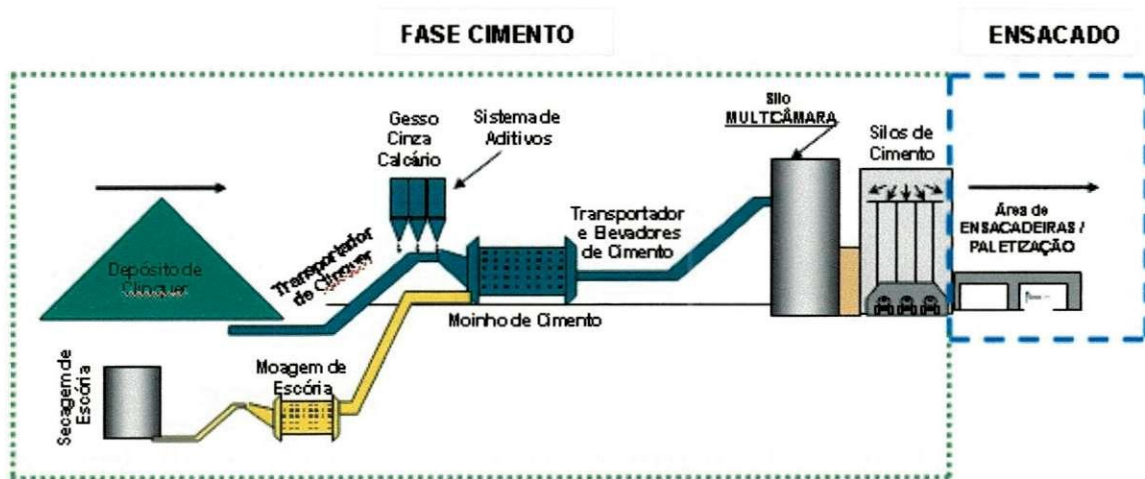


Figura 5: Etapa de moagem e expedição do cimento

Nas autopacks, o embarque dos sacos de cimento nos caminhões é automático. Nas paletizadoras, demanda-se ainda a atuação das empilhadoras para embarque de paletes carregados nos caminhões, entretanto, a produtividade das paletizadoras é maior.

O cimento pode ainda ser acondicionado em “big bags” que são embarcados nos caminhões. Há ainda o embarque a granel: caminhões com carrocerias próprias para transporte de cimento são carregados diretamente. Esses dois tipos de expedição destinam-se basicamente a grandes obras.

O departamento de manutenção elétrica (ME) atua, em maior ou menor escala, elaborando e realizando rotinas preventivas ou dando assistência aos problemas, desde a britagem de calcário até a expedição do cimento, em todos os equipamentos que demandem energia e/ou comandos elétricos. Atua, também, no gerenciamento energético da fábrica, na manutenção das comunicações industriais locais, na iluminação e na refrigeração de ambientes.

3. ATIVIDADES REALIZADAS

3.1 A Manutenção Industrial

O nível da organização do setor de manutenção industrial reflete o estágio de desenvolvimento industrial de um país. A partir do momento em que se começa a perceber o envelhecimento dos equipamentos e instalações, surge a demanda por uma racionalização das técnicas e procedimentos de manutenção. A idéia de organizar e sistematizar a manutenção surgiu nos países da Europa e América no Norte e iniciou-se, devido à maior antiguidade do seu parque industrial.

Inicialmente, o nível de desenvolvimento da indústria e a demanda global por produtos não tornavam significativo o período de indisponibilidade de equipamentos para recuperação. A manutenção era basicamente corretiva, havendo apenas ações sistemáticas simples como limpeza e lubrificação.

Com o advento do período de grandes guerras mundiais, a crescente demanda por produtos e a escassez de mão-de-obra, obrigavam as indústrias a dependerem muito mais dos equipamentos que dispunham. O tempo de parada passou a ser mais considerado e a necessidade de evitarem-se paradas foi aumentando. Surge, então, a manutenção preventiva. Todas as grandes e médias empresas na Europa e América do Norte dedicaram grande esforço ao treinamento do pessoal nas técnicas de organização e gerenciamento da manutenção.

No Brasil, no início do seu desenvolvimento industrial, a baixa produtividade industrial, a baixa taxa de utilização anual e os altos custos de operação e de produção refletiam um baixo nível ou até inexistência quase total de organização na manutenção. Entretanto, com o passar dos tempos, o amadurecimento industrial e a demanda cada vez maior por quantidade e qualidade dos produtos, fez surgir a necessidade de reestruturação no nível e na filosofia da organização da manutenção. Fenômenos como mecanização e automação industrial crescentes contribuíram para a evolução dos paradigmas de atuação desse setor.

A tendência atual é que toda empresa esteja interligada e que os dados de uma área sejam facilmente acessados por qualquer outra área. Assim, surgiram os sistemas de informação e

gestão da manutenção. Neles são registradas todas as informações a respeito de uma determinada máquina durante seu período de vida útil, suas falhas mais comuns, os trabalhos que foram realizados para a solução das mesmas, as datas de paradas e os trabalhos programados.

Nos últimos 20 anos a atividade de manutenção industrial passou por muitas mudanças. Pode-se citar as principais causas desse fenômeno:

- Aumento no número e na diversidade de itens físicos (instalações, equipamentos);
- Projetos mais complexos;
- Novas técnicas de manutenção;
- Novos enfoques sobre a organização da manutenção e suas responsabilidades.

Mostra-se na figura 6 um diagrama esquemático que reúne as atividades que são de responsabilidade dos sistemas de manutenção industrial bem como suas interligações, segundo as modernas filosofias de atuação desse setor.

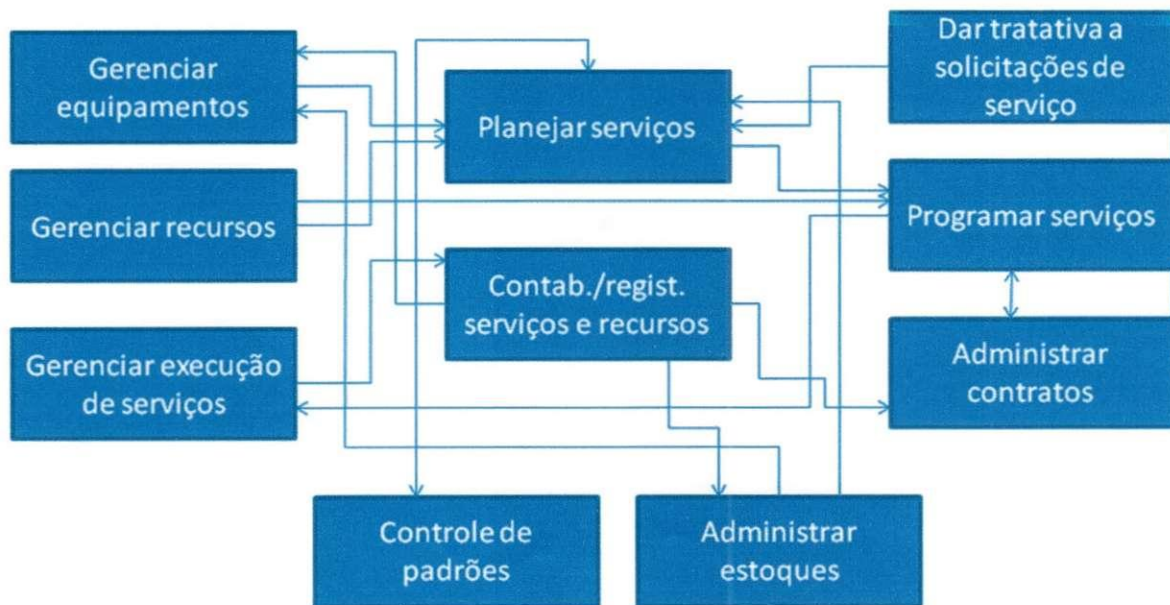


Figura 6: Principais processos que integram o escopo de ações da manutenção industrial.

Em suma: manutenção é toda atividade que se realiza através de processos diretos ou indiretos nos equipamentos, obras e instalações, com a finalidade de assegurar-lhes condições de cumprir com segurança e eficiência as funções para as quais foram fabricados ou construídos, levando-se em consideração as condições operativas e econômicas.

As atividades de competência dos departamentos de manutenção industrial das empresas dividem-se, portanto, em duas grandes esferas:

- A manutenção corretiva;
- A manutenção preventiva.

Adiante, serão definidos e explicados esses dois ramos do segmento manutenção.

3.2 Manutenção Corretiva

Trata-se da forma mais óbvia e mais primária de manutenção e pode ser sintetizada pelo ciclo "quebra-conserta", ou seja: o simples reparo dos equipamentos após a avaria. Constitui-se na forma mais dispendiosa de manutenção se observada do ponto de vista do sistema produtivo como um todo. Um setor de manutenção corretiva é fundamental, entretanto, enfocá-la inevitavelmente leva a:

- Baixos índices de eficiência, utilização e disponibilidade dos equipamentos (baixa produtividade);
- Redução da vida útil dos equipamentos e instalações;
- Interrupções para manutenção em momentos aleatórios e, por vezes, inoportunos do ponto de vista do binômio produção/mercado.

Na prática é impossível eliminar completamente este tipo de manutenção, pois não se pode prever, em muitos casos, o momento exato que um defeito obrigará a uma manutenção corretiva.

Segundo Milasch (1984), é possível dividir esse segmento em três vertentes:

Manutenção corretiva de emergência: Todo serviço de manutenção corretiva executado com a finalidade de se proceder de imediato o restabelecimento das condições normais de utilização dos equipamentos, obras ou instalações.

Manutenção corretiva de urgência: Todo serviço de manutenção corretiva executado com a finalidade de se proceder, o mais breve possível, o restabelecimento das condições normais de utilização dos equipamentos, obras ou instalações.

Manutenção corretiva programada: Todo serviço de manutenção corretiva executado com a finalidade de se proceder, a qualquer tempo, o restabelecimento das condições normais de utilização dos equipamentos, obras ou instalações, aproveitando-se de um programa ou eventual conveniência.

3.3 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva, como o próprio nome sugere, consiste em um trabalho de prevenção de defeitos que possam originar uma interrupção da produção ou um baixo rendimento dos equipamentos em operação. Esta prevenção é feita baseada em estudos estatísticos, estado do equipamento, local de instalação, condições elétricas que o suprem, dados fornecidos pelo fabricante (condições ótimas de funcionamento, pontos e periodicidade de lubrificação, etc.), entre outros. Dentre as vantagens, podemos citar:

- Redução do número de intervenções corretivas;
- Diminuição dos custos de uma possível manutenção corretiva;
- Aumento dos índices de produtividade, qualidade, disponibilidade e eficiência dos equipamentos.

Milasch (1984) define manutenção preventiva como todo serviço programado de controle, conservação e restauração dos equipamentos, obras ou instalações executado com a finalidade de mantê-los em condições satisfatórias de operação e de prevenir contra possíveis ocorrências que acarretem sua indisponibilidade.

Para que a manutenção preventiva possa oferecer o melhor serviço possível, faz-se necessária uma determinada estrutura para o planejamento e a realização dos planos de ação. Necessita-se, portanto, entre outros itens, de:

- Pessoal capacitado e conhecedor, tanto dos trabalhos a serem feitos como do processo fabril, para que se possa fazer um bom planejamento e um cronograma que atenda às necessidades dos equipamentos e de produção.
- Biblioteca organizada, com manuais, catálogos, e desenhos de projeto dos equipamentos, obras ou instalações da unidade fabril.
- Fichas históricas dos equipamentos, contendo os registros de atividades realizadas e defeitos encontrados em cada equipamento.
- Serviço de interação organizado com o almoxarifado, para que o ferramental e as peças de reposição necessárias estejam disponíveis no ato da realização das intervenções.

Dentro da manutenção preventiva, pode-se evidenciar uma vertente muito importante para o êxito dos trabalhos desta oficina. Ao acompanhar os parâmetros de funcionamento dos equipamentos, pode-se prever futuras quebras, diagnosticar falhas, introduzir melhorias no processo, corrigir e melhorar o planejamento das ações preventivas. Exatamente a isso se dedica a chamada **manutenção preditiva**. O acompanhamento de parâmetros de condição e desempenho deve ser sistemático e periódico.

3.4 Gerenciamento informatizado da manutenção industrial

As grandes corporações da atualidade baseiam seu sistema de manutenção em rotinas e planos preventivos. Isso tem colaborado para o aumento da confiabilidade, da produtividade e da previsibilidade dos equipamentos.

Com o aumento dos parques fabris, da complexidade e da quantidade de equipamentos, torna-se necessário para as empresas que se estabeleça um sistema de informações confiável, baseado na sua realidade, que consiga gerenciar rotinas administrativas e de manutenção, e que seja capaz de disponibilizar informações para todos os setores da fábrica.

Para harmonizar todos os processos que interagem na manutenção, é fundamental a existência e um Sistema de Controle da Manutenção. Ele permitirá, entre outras coisas, identificar claramente:

- Que serviços serão feitos, assim como quando, como e por quem;
- Que recursos serão necessários para realização do serviço (materiais, mão-de-obra, ferramental, equipamentos especiais, tempo, dinheiro);
- Histórico de serviços realizados e possíveis ocorrências com determinado equipamento;
- Prioridades adequadas e frequências necessárias para cada equipamento;
- Dados de cada equipamento, disponibilizados pelos fornecedores no ato da aquisição dos mesmos;
- Balanço de custos de cada serviço realizado.

Surge, então, a informatização do setor de manutenção industrial. Na Votorantim Cimentos usa-se o sistema MAXIMO, desenvolvido e distribuído pela MRO Software Brasil. A operação deste sistema é feita através dos seguintes módulos:

- Ordens de Serviço;
- Manutenção preventiva;
- Materiais;
- Equipamento;
- Compras;
- Planos;
- Recursos;
- Relatório e Análise Comercial.

Na Figura 7 é apresentada a tela de início do sistema MAXIMO. Nela pode-se escolher um dos módulos e ter acesso às informações do gerenciamento de manutenção da fábrica.



Figura 7: Tela de início do MAXIMO, o sistema de controle da manutenção usado na Votorantim Cimentos.

Além de gerenciar a manutenção preventiva, o MAXIMO é capaz de armazenar informações sobre atividades de manutenção corretiva. Dentre outros aspectos, pode-se guardar no sistema informações sobre quais equipamentos tiveram defeito e o que ocasionou tais defeitos.

O MAXIMO também é capaz de gerar relatórios que confrontem quaisquer tipos de informações que se façam necessárias para análise, além de administrar estoques de materiais e auxiliar no planejamento de atividades.

3.5 Manutenção em equipamentos

3.5.1 Motores Elétricos

Os motores elétricos são responsáveis pela maior parte da energia elétrica consumida na CIPASA. A unidade possui ao longo do seu processo produtivo uma diversidade muito grande de motores. Eles diversificam-se não apenas pelo tipo (existem motores assíncronos, síncronos e de corrente contínua), mas também pelas potências (variando de máquinas 0,5 cv até motores de 5000 cv) e pelos fabricantes (SEW, WEG, Kolbach, Siemens, Toshiba, Equacional, GE). Devido a essa grande gama de máquinas, as atividades devem ser bem organizadas, visto que, se alguns procedimentos aplicam-se a um motor, não necessariamente aplicam-se a outro.

Para dirimir quaisquer dúvidas, todas as atividades (não apenas da oficina de motores, mas todas as atividades dentro da empresa) orientam-se por padrões gerenciais. Estes padrões unificam os procedimentos dentro da Votorantim Cimentos e são elaborados tendo como base critérios de segurança, economia, eficiência, normas técnicas, legislação vigente e orientações de fornecedores.

A oficina de motores, assim como todas as oficinas, atua em duas frentes: manutenção corretiva e manutenção preventiva. Durante o estágio, foi possível acompanhar muitas atividades de emergência e urgência no conserto/substituição de motores elétricos importantíssimos para o processo e inúmeras atividades de predição e prevenção de futuras quebras dos equipamentos. Apresenta-se a seguir uma atividade de cada tipo que foi acompanhada.

Manutenção preventiva de motores

Os motores, ao serem adquiridos, são cadastrados nos arquivos técnicos do sistema MAXIMO. Dados do tipo: fabricante, potência, número de pólos, tensão, corrente, isolamento, entre muitos outros, são requeridos. Estando o equipamento devidamente cadastrado, se for colocado em operação, o sistema encarrega-se de criar um cronograma de serviços de

manutenção com uma frequência tal, que atenda os requisitos do equipamento e também do setor produtivo. Logicamente, isso é feito baseado em informações fornecidas ao sistema.

Uma dessas atividades é o *check list* de motores críticos. Como são máquinas grandes, pesadas e importantes ao processo, as mesmas não podem ser levadas em qualquer tempo à oficina de motores para que se faça uma inspeção. Os técnicos, então, programam visitas semanais ou quinzenais a esses equipamentos munidos de instrumentos que possam medir as condições operativas dos mesmos. O *check list* engloba as seguintes avaliações:

- Possíveis vazamentos de óleo e os níveis de óleo dos mancais da máquina;
- Através de um termômetro infravermelho, mede-se e anotam-se as temperaturas dos mancais, da carcaça, anéis coletores e das escovas (ver Figura 8);
- Condições de conservação da máquina: limpeza, parafusos soltos ou faltantes, trincas;
- Situação do sistema de refrigeração do motor;
- Estado do acoplamento do motor (ruídos, vibrações e batidas anormais);
- O comprimento e o nível de “faiscamento” das escovas, comparando com tabela disponível no padrão mandatório correspondente;
- Fixação, alinhamento, estado das molas e nível de sujeira dos porta-escovas;
- Através de um medidor de vibração, mede-se e anotam-se os níveis de vibração do equipamento (ver Figura 9);
- Níveis de corrente e tensão.

Essas informações são levadas aos técnicos planejadores e dependendo da situação pode-se programar uma parada corretiva, uma simples mudança de condições de operação ou mesmo, apenas um aumento de frequência do *check list* de determinada máquina para que se possa acompanhar melhor a evolução dos dados daquele equipamento.

Item 1 –
Medição de
temperatura
nas
escovas.



Item 2 –
Termômetro
infravermelho.

Figura 8: Medição de temperatura das escovas.

Item 1 –
Medição de
vibração
mancais motor.



Figura 9: Medição do nível de vibração no mancal de um motor.

Motores que não são tidos como críticos podem ser levados à oficina de motores. Na oficina, um escopo de serviços relativamente grande pode ser realizado, dependendo das necessidades daquele motor. Entre outros serviços, pode-se fazer:

- Remoção de polias e acoplamentos de pequeno porte;
- Limpeza;
- Medição e recuperação da excentricidade do eixo;
- Desmontagem do motor;
- Limpeza do estator com jato d'água e solvente, após passagem do mesmo por estufa;

- Troca de rolamentos e/ou retentor;
- Vedação das tampas;
- Re-identificação do motor;
- Ensaio no motor, medindo corrente, vibração e temperatura;
- Medição de resistência ôhmica e resistência do isolamento do motor;
- Pintura do motor com esmalte sintético.

Manutenção Corretiva em Motores

Durante o período de estágio foi possível acompanhar a ocorrência, o diagnóstico e a recuperação de alguns motores. Para ilustrar, serão apresentados dois casos que ocorreram em grandes motores da fábrica e que podem esclarecer como atua a manutenção corretiva em motores.

1º caso: Parada do forno (Queima do motor do britador de clínquer)

Esta ocorrência evidencia quais as possíveis conseqüências que um mau cadastramento de motores pode acarretar. Trata-se de um motor de 200 cv que aciona o britador de clínquer. No dia 28/12/2007 ocorreu uma parada de forno por intertravamento da programação devido à queima deste motor. Imediatamente, a manutenção elétrica se dirigiu ao motor para diagnosticar o problema e tentar colocar a fábrica em operação o mais breve possível.

Ao chegar ao painel de acionamento da máquina, verificou-se que seu disjuntor estava desarmado devido a um pico de corrente de 1 segundo. Na máquina, verificou-se que o rolamento da tampa do lado acionado (LA) estava travado. Este fato causou aumento da corrente elétrica no estator do motor e um desalinhamento do rotor devido às grandes forças envolvidas. Por fim, ocorreu um curto-circuito no motor devido ao atrito entre estator e rotor, além do comprometimento da isolação decorrente das elevadas correntes verificadas. Mas, a causa fundamental foi o travamento do rolamento da tampa LA da máquina. Ao verificarem-se as rotas de lubrificação, constatou-se que aquele motor simplesmente não possuía serviços de

lubrificação. O equipamento encontrava-se com um registro de localização errado no sistema MAXIMO, desta forma, as rotas de lubrificação não o contemplavam.

Devido à falta de uma lubrificação nos rolamentos daquele motor, aconteceu uma parada de forno que trouxe alguns prejuízos de produtividade à empresa.

2º caso: Parada da moagem de cimento 3 (Queima do motor)

Neste caso, a ocorrência se deu com um motor síncrono de 1750 cv de potência que aciona o moinho 3 de cimento (Figura 10). Segundo relatos, este motor já tem em torno de 70 anos de idade e fora adquirido de uma grande fábrica de sorvetes que nunca o utilizou. Naquela época, a empresa tinha firmado um contrato de fornecimento de um cimento especial às obras numa barragem que estava sendo construída na região Norte. Trata-se de um acordo de 20.000 toneladas por mês desse cimento pozolânico e a moagem de cimento 3 era a encarregada de fabricá-lo. A parada desta moagem causou bastante preocupação à gerência da empresa.

O motor em questão apresentara um problema sério e fora enviado a uma empresa (EFACEC Energy) em Recife para reparos (Figura 11). Ao retornar, foi recolocado no seu local de operação e esperava para ser posto em funcionamento novamente. No dia 09/04/2008, poucos segundos após ser acionada, constatou-se uma parada da moagem 3 de cimento. A análise do painel de acionamento do mesmo evidenciou uma atuação do Relé SPAJ em relação a uma fuga de corrente para a massa do motor.

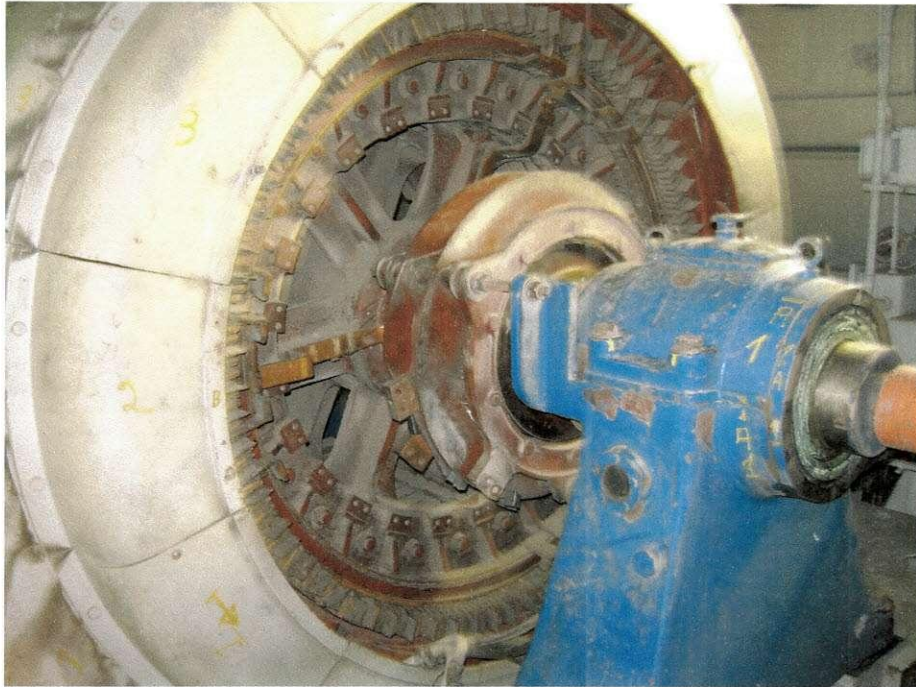


Figura 10: motor síncrono do moinho de cimento 3.

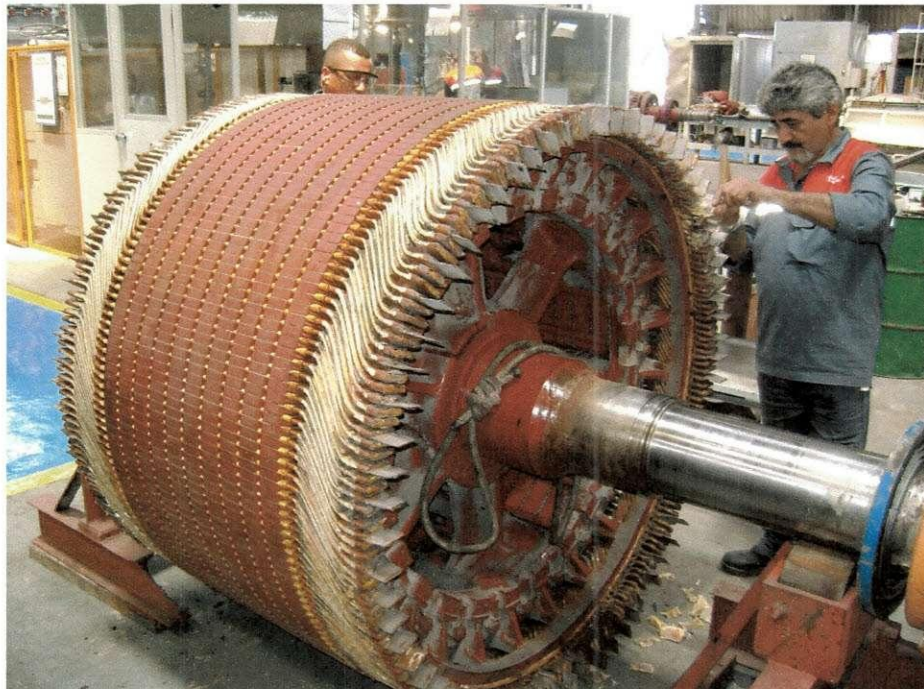


Figura 11: Rotor do motor da moagem de cimento 3 durante reparos na EFACEC Energy.

Ao verificar o estado de operação da máquina, observou-se um comprometimento na isolamento de uma das barras do estator (Figura 12), além de um atrito entre estator e rotor. A causa

fundamental pôde ser verificada ao reenviar a máquina à prestadora de serviços recifense. Uma amarração inadequada das barras do rotor durante período de reparos naquela empresa causou o problema. Além disso, o motor não fora devidamente aquecido antes de ser efetivamente ligado para que quaisquer umidades não afetassem o isolamento dos enrolamentos no momento da partida.

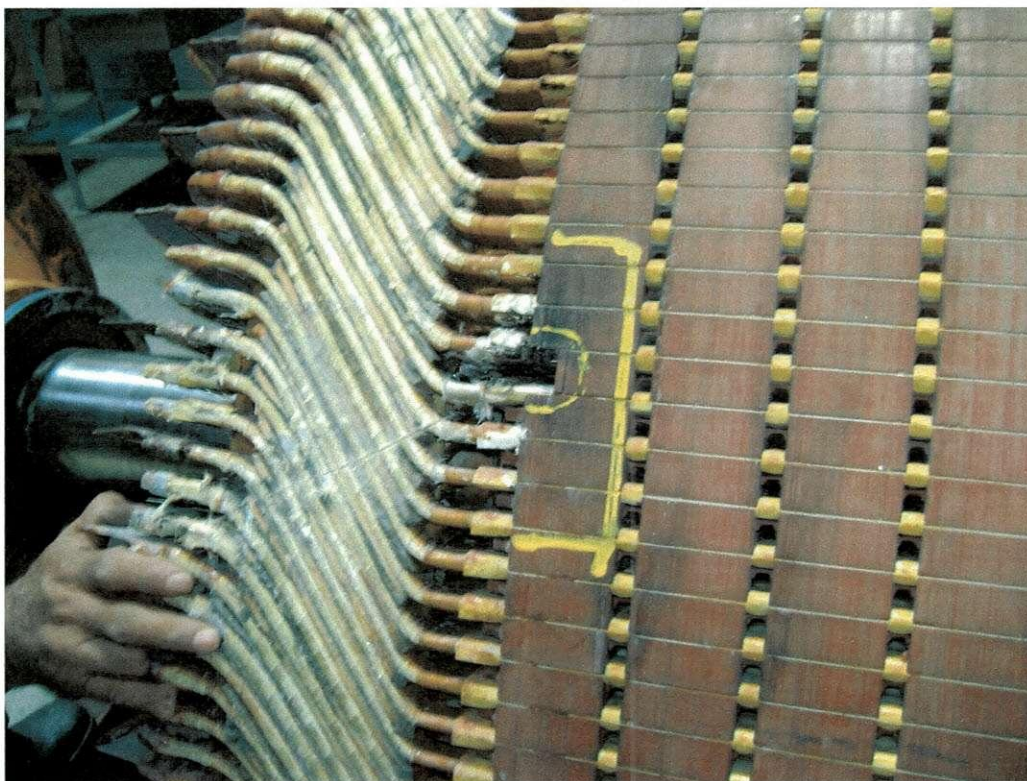


Figura 12: Barras do rotor com sua isolação comprometida.

Esta ocorrência chama a atenção para três aspectos importantes que podem comprometer a produtividade de uma empresa:

- 1) Deve-se ter muito critério ao escolher empresas para se terceirizar/contratar um serviço.
- 2) Deve-se ter muito critério ao se exigir desempenho de um equipamento crítico. A incessante busca pela rapidez em produzir pode comprometer equipamentos aparentemente robustos, mas que são delicados, e prejudicar a produção completamente.

- 3) Ao adquirir um equipamento, deve-se verificar a aplicabilidade do mesmo à realidade na qual se pretende que ele atue. Neste caso, verificou-se que o equipamento é bastante aberto. Isto certamente melhora a refrigeração do mesmo, mas o compromete muito em termos de sujeira, ainda mais considerando que o motor está sendo usado numa fábrica de cimento que possui muito pó em suspensão.

3.5.2 Transformadores

A manutenção dos transformadores de potência é de responsabilidade da oficina de Alta Tensão. Analogamente aos motores, os transformadores também necessitam de um cadastramento no sistema MAXIMO, que por sua vez, poderá gerar rotinas de manutenção preventiva e análises críticas de manutenção corretiva para esses equipamentos.

Basicamente, existem dois tipos de transformadores de potência: com isolamento a óleo e com isolamento a seco. Existem padrões gerenciais que contemplam as manutenções em ambos os tipos de equipamento. Durante o estágio, foi possível observar e acompanhar serviços de manutenção preventiva e corretiva nos transformadores usados na empresa. Esses dois tipos de atividades serão ilustrados a seguir.

Manutenção preventiva de transformadores

Por ser um equipamento relativamente simples em termos de conceito de construção, os transformadores demandam poucas e simples atividades de manutenção preventiva e preditiva. Em termos gerais, a manutenção preventiva do mesmo resume-se a limpeza, reaperto de conexões, inspeção termográfica, verificação de condições das buchas isolantes e medição de resistência de isolamento entre os terminais de AT, BT e Terra. Muito embora também seja um equipamento simples, o transformador isolado a óleo (Figura 13) demanda algumas outras atividades, a saber:

- Verificar presença de gás no visor do relé tipo Buchholz;
- Verificar possíveis vazamentos de óleo;

- Efetuar limpeza e verificar estado dos ventiladores do sistema de ventilação forçada;
- Análise físico-química e cromatográfica do líquido isolante anualmente.

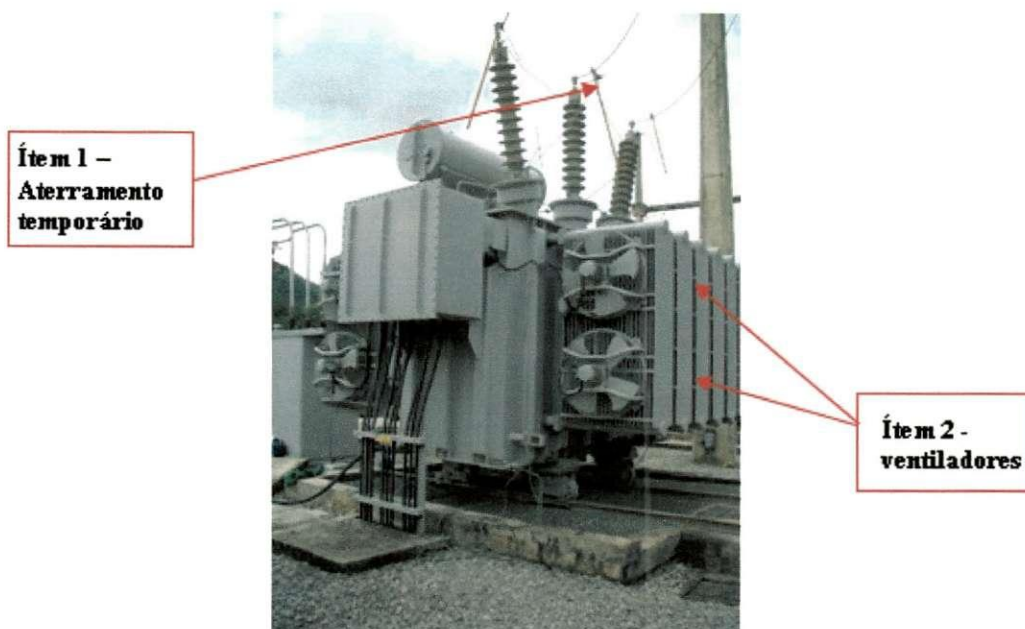


Figura 13: Transformador de potência isolado a óleo.

Manutenção Corretiva em Transformadores

A ocorrência que será ilustrada aconteceu no dia 20/05/2008 com transformador isolado a seco de 1500 kVA (Figura 14) que alimentava a moagem de cimento 3 da fábrica. Neste exemplo, fica claro a dependência que esses equipamentos têm de um ambiente com condições atmosféricas controladas.

A parada da moagem de cimento 3 foi acusada no sistema supervisório e imediatamente a equipe de assistência à fábrica dirigiu-se ao local do defeito. Observou-se logo a acusação de um defeito no painel de alimentação do equipamento. O relé SPAJ acusava falha 02 (IL2>>IN).

O disjuntor de alimentação do transformador desarmou devido a um curto-circuito entre as fases S e T do equipamento. O curto ocorreu devido à alta temperatura na sala elétrica que abriga o transformador. Como ele é do tipo isolado a seco, torna-se muito mais dependente das condições atmosféricas nas quais está inserido.

A parada ocasionou-se, portanto, pela falha no sistema de refrigeração da sala elétrica que abriga o transformador, evidenciando a necessidade que se tem de bons sistemas de manutenção da refrigeração de ambientes que confinem equipamentos eletroeletrônicos.

O equipamento foi enviado a uma empresa especializada em recuperação desses transformadores. Como se trata de uma área crítica para a produção, requisitou-se imediatamente, junto a uma outra unidade de grupo Votorantim Cimentos, o envio de um equipamento similar para substituição temporária do danificado.



Figura 14: Transformador a seco similar ao que se utiliza na CIPASA.

3.6 Gerenciamento de energia elétrica

Além das atribuições de gerenciar e realizar manutenções preventivas e corretivas em toda a fábrica, o departamento de Manutenção Elétrica fica encarregado de realizar o gerenciamento do consumo de energia elétrica da CIPASA.

A CIPASA, como grande consumidor de energia elétrica que é, atua no mercado nacional de energia elétrica como consumidor livre. Tendo uma potência instalada de aproximadamente 24 MW, a empresa utiliza-se dos serviços da ENERGISA, que opera, mantém e administra a linha que alimenta suas instalações.

Este fornecimento ocorre em 69 kV e é tarifado sob a modalidade horo-sazonal azul. A demanda contratada atualmente é de 23,5 MW nos horários fora-ponta. Nos horários de ponta (entre 17h30min e 20h30min), existe um sistema que controla e desliga automaticamente uma série de cargas tornando possível que o consumo caia de modo que seja possível trabalhar com uma demanda contratada nesses horários de 7 MW. Entretanto, devido à demanda crescente por seus produtos e tendo em vista uma estratégia empresarial de não perder espaço no mercado, já existem planos de se aumentar a energia contratada no horário de ponta para algo em torno de 16 MW.

A Votorantim Cimentos mantém um contrato de prestação de serviços e fornecimento de equipamentos para gerenciamento energético com a GESTAL, que atua na CIPASA através de uma empresa terceirizada, a RS Engenharia.

O sistema de controle de cargas e gerenciamento energético é conhecido por Smart. Basicamente, este sistema consiste de uma série de transdutores de grandezas elétricas instalados em todas as subestações da CIPASA que, através de um barramento de comunicações, enviam dados e recebem comandos de um CLP dedicado, que é instalado na empresa e pode ter sua programação modificada como se queira.

Essas informações são disponibilizadas numa estação de trabalho que se comunica com este CLP e pode gerar os mais diversos tipos de relatórios. Análises de consumo e demanda de energia ativa, reativa, rateio de custos e histórico das grandezas relacionadas a consumo de energia elétrica estão nesse banco de dados inteligente.

É através deste sistema que a Manutenção Elétrica pode acompanhar e emitir relatórios referentes ao consumo de energia elétrica. Através deste sistema também é possível acompanhar evoluções e desempenho de alterações feitas nas cargas da empresa. Na Figura 15, pode-se acompanhar algumas variáveis como demanda ativa e fator de potência em intervalos de 15 minutos do dia 17/12/2007. As barras verdes referem-se a intervalos de 15 minutos nos horários fora ponta, já as barras vermelhas refletem os valores de consumo integralizados a cada 15 minutos nos horários de ponta.

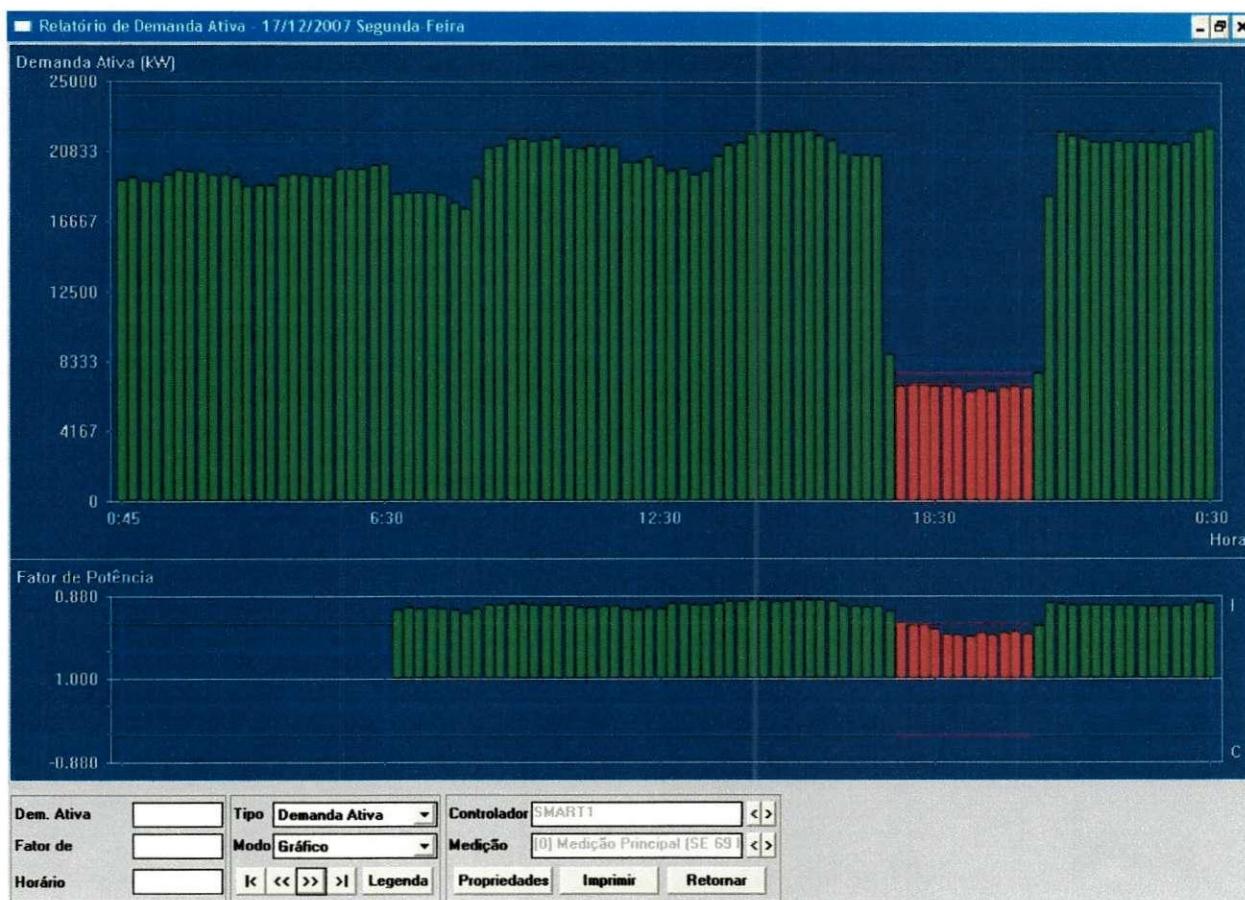


Figura 15: Tela de acompanhamento do padrão de consumo da CIPASA no dia 17/12/2007.

Nesse contexto, o estágio realizado veio cumprir o seu papel ao permitir que o aluno pudesse colocar em prática os conhecimentos adquiridos nas salas de aulas. Ao conhecer e interagir com este sistema, foi identificada a necessidade que a empresa tinha de uma ação no sentido de controlar o consumo de energia reativa.

A análise das últimas faturas de energia mostrava a situação apresentada na Tabela 1.

Tabela 1: Consumo de energia reativa pela CIPASA no último trimestre de 2007.

Mês	Potência consumida (kvar)	Custo (R\$)
Outubro/2007	156.864	21.736,64
Novembro/2007	175.118	24.266,10
Dezembro/2007	160.867	22.291,34
Média	164.283	22.764,70

Pode-se verificar que era imperativo que algo fosse feito. Existia um projeto pretérito para correção do fator de potência, mas o mesmo foi abandonado em favor de causas mais urgentes dentro do departamento de Manutenção Elétrica da CIPASA.

No começo de janeiro, foram iniciados os trabalhos de elevação do fator de potência da empresa com conseqüente redução de multas por consumo excessivo de reativos. Inicialmente, o projeto foi apresentado à gerência da fábrica e à liderança de Manutenção Elétrica. Essas entidades prontamente colocaram-se a disposição para resolução de quaisquer entraves.

No primeiro momento, foram identificadas as subestações, derivadas da subestação de entrada da empresa, que apresentavam situação mais crítica em relação ao consumo de energia reativa externa. Das 13 pequenas subestações da CIPASA, cinco apresentavam situação muito crítica e mereceram atenção mais urgente.

O projeto foi iniciado com a intenção de alcançar os melhores resultados com o mínimo de investimento. Portanto, foi feita uma análise das condições físicas das unidades capacitivas instaladas nas subestações e aquelas que se encontravam armazenadas no almoxarifado, ou seja, fora de atuação.

Esta atitude, que a priori pode parecer irrelevante, cansativa e descartável, visto o tamanho da empresa, depois mostrou-se bastante interessante, pois reduziu drasticamente o custo de implantação do projeto e ainda chamou a atenção para um fato pouco considerado em ambientes corporativos: o reaproveitamento de materiais.

Ao término da fase de reaproveitamentos, e observando os resultados colhidos, iniciou-se uma segunda fase do projeto: dimensionamento, aquisição e instalação de novos bancos de capacitores. Foram adquiridas cerca de R\$ 20.000,00 em unidades capacitivas de 25 e 50 kvar. Baseados na evolução dos dados mostrados pelo Smart e na necessidade real de cada equipamento, foi realizada a instalação de novos bancos de capacitores.

A seguir pode-se visualizar uma seqüência de telas do Smart que mostra a evolução do fator de potência médio diário dos meses de outubro, novembro e dezembro de 2007, (Figuras 16 a 18) assim como os meses de janeiro e fevereiro de 2008 (Figuras 19 e 20). As barras verdes

referem-se ao fator de potência médio nos horários fora ponta e as barras vermelhas no horário de ponta.



Figura 16: Tela Smart – Fator de potência outubro/2007.



Figura 17: Tela Smart – Fator de potência novembro/2007.



Figura 18: Tela Smart – Fator de potência dezembro/2007.

As telas Smart acima retratam a situação anterior ao início do projeto de correção do fator de potência da fábrica. As próximas telas referem-se a meses nos quais começaram as primeiras ações em relação ao tema.

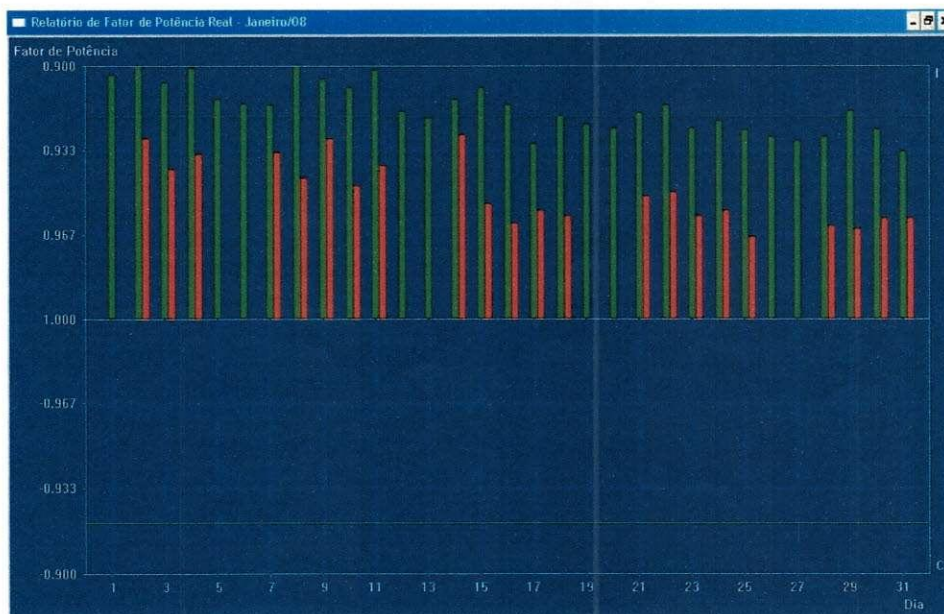


Figura 19: Tela Smart – Fator de potência janeiro/2008.

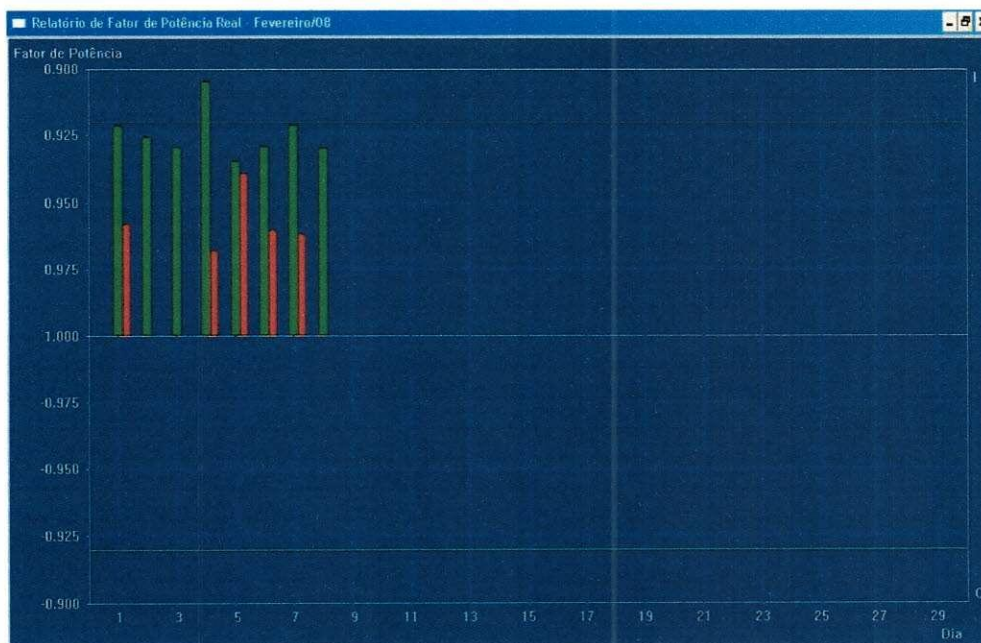


Figura 20: Tela Smart – Fator de potência fevereiro/2008.

No dia 13/02/2008 a ENERGISA e a GESTAL instalaram novos medidores de energia elétrica na fronteira da empresa. Desde então, por algum motivo, as medições nunca mais foram confiáveis. Atualmente a RS engenharia está realizando um trabalho de melhoria e conserto do sistema Smart.

Depois de algumas semanas, verificou-se que a simples troca da relação de transformação do transformador de corrente (TC) de medição da entrada da fábrica, de 200:5 para 250:5, melhorou consideravelmente a exatidão dos dados medidos pelo Smart. Conclui-se, portanto, que aquela relação de 200:5 fora implantada quando do ato de início das atividades da CIPASA (20 anos atrás). Com o passar dos tempos e o aumento da carga, o TC passou a operar em estado de saturação e isso comprometeu a precisão das medições. Isso só ficou evidente, entretanto, quando da troca dos medidores de fronteira utilizados.

Devido ao fato de as medições serem bastante imprecisas no período, não foi possível obter dados confiáveis dos meses de fevereiro, março, abril e maio. A análise de resultados será baseada nos valores faturados pela ENERGISA, de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2: Consumo de energia reativa pela CIPASA no período de outubro de 2007 a abril de 2008.

Mês	Potência consumida (kvar)	Custo (R\$)
Outubro/2007	156.864	21.736,64
Novembro/2007	175.118	24.266,10
Dezembro/2007	160.867	22.291,34
Janeiro/2008	20.429	2.830,84
Fevereiro/2008	30.185	4.178,98
Março/2008	13.043	1.674,98
Abril/2008	18.494	2.374,99

Existem 3 moinhos de cimento na fábrica: Z1, Z2 e Z3. Z1 e Z2, por serem motores assíncronos de 5000 cv nunca trabalhavam simultaneamente. Z3, por ser um motor síncrono, sempre trabalhava com Z1 ou Z2, e operava sempre superexcitado para que pudesse fornecer energia reativa ao sistema. Entretanto, com o aumento da demanda por cimento, e as sucessivas quebras na moagem de cimento 3, não raro, foi possível encontrar Z1 e Z2 trabalhando simultaneamente e consumindo muita energia reativa. Finalmente Z3 pôde voltar a operar em 10/06/2008 e está fornecendo uma considerável quantidade de energia reativa. Foram dimensionados bancos de capacitores para serem instalados nos moinhos de cimento Z1 e Z2. Os resultados, porém, ainda estão indisponíveis.

A equipe de manutenção elétrica da CIPASA concluiu que este projeto foi de grande valia para os resultados operacionais da empresa. Agregou valor, melhorou a vida útil dos equipamentos (ao reduzir as correntes elétricas) e demandou pouco investimento (que foi amortizado nas primeiras semanas). O trabalho de acompanhamento dos níveis de consumo de energia reativa será mantido.

4. OUTRAS ATIVIDADES

No período do estágio foi possível estar presente ou desenvolver algumas atividades importantes que, de alguma forma, contribuíram para o enriquecimento da experiência como estagiário ou agregaram valor para a empresa. São atividades que não podem ser enquadradas nas classificações anteriormente estabelecidas, mas tiveram importante papel na formação do aluno.

4.1 Treinamento técnico operacional (TTO) de bloqueio de equipamentos

Houve a oportunidade de realizar-se um treinamento de 8 horas nas dependências da CIPASA, sobre o padrão mandatório para bloqueio/travamento e identificação de equipamentos potencialmente perigosos quando da sua intervenção.

Ministrado por técnicos mais experientes, e anteriormente treinados como multiplicadores deste padrão, o TTO teve como objetivo treinar os colaboradores (próprios e terceirizados) no cumprimento da forma correta de bloquear e identificar equipamentos que podem acumular alguma forma de energia (elétrica ou mecânica). A idéia é que esses equipamentos não dissipem a energia residual enquanto os colaboradores realizam algum tipo de intervenção (nele ou nas proximidades dele), causando assim, um risco eminente de acidente.

Tendo em vistas, uma grande parada programada, o TTO foi ministrado para todos os colaboradores envolvidos com Manutenção Industrial. Foi possível conhecer e manusear: principais dispositivos de bloqueio/travamento de equipamentos como disjuntores, manômetros, mangueiras e válvulas; formas de energia potencialmente danosas em ambiente industrial (elétrica, pneumática, hidráulica, cinética, potencial gravitacional) e os procedimentos para bloqueio, desbloqueio e verificação de condições ideais de trabalho (tensão elétrica zero, movimento zero, pressão zero, radiação zero e temperatura ideal).

4.2 Treinamento técnico operacional (TTO) de planejamento de ordens de Serviços

Todas as intervenções e atividades dos departamentos de manutenção da Votorantim Cimentos são requeridas, catalogadas e executadas observando procedimentos que exigem a confecção das ordens de serviço (OS).

O software MAXIMO dispõe de um módulo para abertura de OS. O treinamento foi realizado na própria fábrica, sendo ministrado pelo engenheiro Élbio Ramos, chefe do Suporte Técnico da empresa, setor responsável pela documentação, emissão e coordenação das atividades de manutenção da empresa.

No curso, buscou-se dar ênfase aos benefícios que advém de um bom planejamento dos serviços a serem realizados e do acompanhamento da realização desses serviços. Aspectos como prever corretamente, mão-de-obra, ferramental, tempo e materiais a serem utilizados numa intervenção e análise correta do que está e como está sendo feito, trazem bons frutos para os departamentos de manutenção, tais como:

- Menos tempo para realização do serviço;
- Serviço bem feito;
- Confiabilidade;
- Previsibilidade;
- Eliminação da possibilidade de re-trabalho;
- Eliminação da necessidade de horas extras e demais custos advindos da falta de organização.

4.3 Reuniões para análise de ACMs

Nos meses de duração do estágio foi possível acompanhar as reuniões para discutir as ACMs (Análises Críticas de Manutenção). Trata-se de encontros realizados semanalmente entre as lideranças da unidade de todos os setores produtivos e de manutenção com a gerência da

fábrica, usando apresentação de resultados e índices de produtividade e avaliação das atividades de manutenção corretiva daquele período.

Nessas oportunidades foi possível verificar como os diversos setores da empresa se interligam e como as necessidades de uma área podem afetar os resultados de outra área. Nessas reuniões pôde-se dirimir dúvidas, analisar a qualidade das tratativas dadas às ocorrências, alinhar estratégias de operação entre todos as lideranças e solicitar a intervenção da gerência em assuntos mais complexos.

4.4 Cadastro de dados técnicos de motores

A aquisição de motores demanda identificação e levantamento de seus dados. Na CIPASA existem duas máquinas, chamadas paletizadoras, responsáveis por arrumar os sacos de cimento em cima dos paletes.

De fabricação alemã, essas máquinas, idealmente devem operar 24 horas por dia. Entretanto, devido às condições operativas e falhas no processo, não se consegue atingir esse patamar de eficiência.

Essas máquinas dispõem, cada uma, de cerca de 30 motores elétricos, com potências variando de 0,5 cv a 12 cv. Esses motores não apresentavam cadastro no Suporte Técnico o que os tornavam altamente vulneráveis a defeitos: sem cadastro, não é possível programar rotinas de manutenção nesses equipamentos.

Solicitou-se então, o levantamento, verificação das condições de identificação e tramitação e cadastramento dessas máquinas. Foram levantados inúmeros dados, baseados em pesquisas em catálogos, internet e cruzamento de dados. Por fim, foi possível preencher as fichas de cadastro de cerca de 70 motores e este material foi entregue ao Suporte Técnico.

As fichas contêm informações importantes a respeito do motor. Dados como: tag, função que desempenha, número de série, fabricante, modelo, potência, corrente, tensão, índice de isolamento, número de pólos, tipo de rolamento, de escovas e regime de operação, ajudam o MAXIMO a gerar rotinas de manutenção dessas máquinas.

4.5 Viagem à Poty Paulista

A Companhia de Cimento Poty Paulista (CCPP), mais conhecida na Votorantim Cimentos por Poty Paulista é uma fábrica que fornece pozolana à CIPASA. Também pertence à Votorantim Cimentos e localiza-se no município de Paulista – Pernambuco.

Inaugurada na década de 1950, tornou-se a primeira fábrica de cimento do Nordeste. Atualmente, encontra-se quase abandonada e não produz mais cimento. Seu forno destina-se exclusivamente à secagem da pozolana, que é levada à CIPASA e adicionada a alguns produtos da fábrica paraibana.

A viagem teve o intuito de se conhecer a unidade e acompanhar um técnico da CIPASA na verificação e calibração de transdutores de pressão fabricados pela Foxboro. Por meio do uso de um equipamento calibrador, foi possível acertar a leitura da operação com a verdadeira pressão que existia.

O maquinário da Poty Paulista, apesar de obsoleto e antigo, encontra-se parcialmente em operação e cumpre bem o seu papel, exigindo uma equipe bem menor de manutenção. Por funcionar apenas parcialmente, as operações da Poty Paulista foram agregadas às operações da CIPASA. Portanto, a CCPP, comporta-se como uma unidade produtiva afastada da fábrica de Caaporã. A seguir, são apresentadas algumas imagens da Poty Paulista (Figuras 21 a 24).



Figura 21: Companhia de Cimento Poty Paulista – Forno rotativo.

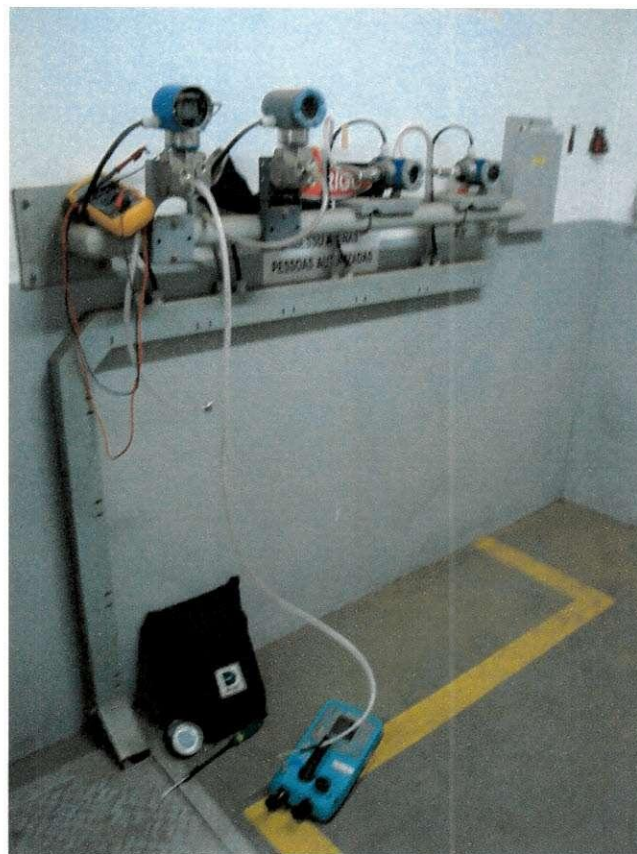


Figura 22: Companhia de Cimento Poty Paulista – Transdutores de pressão e calibrador.



Figura 23: Companhia de Cimento Poty Paulista - Equipamentos abandonados.



Figura 24: Companhia de Cimento Poty Paulista – Gerador síncrono de 1000 kVA abandonado.

5. CONCLUSÕES

O estágio comprovadamente é um dispositivo importantíssimo na formação do profissional de nível superior. As experiências vivenciadas são fundamentais para toda a carreira que está começando.

Complementar, confirmar e pôr em prática as teorias que aprendemos nas salas de aula apresenta-se como o melhor que o estágio pode oferecer. Através do estágio integrado foi possível conhecer o dia-a-dia de uma grande empresa, interagir com outros profissionais e experimentar a engenharia num sentido que transcende o abordado na universidade. Pôde-se verificar que o engenheiro moderno deve ser um conhecedor da teoria e da prática, além de bom gestor de pessoas e recursos.

Observaram-se pontos fortes da formação do engenheiro eletricitista da UFCG. Disciplinas como máquinas elétricas, sistemas elétricos e materiais elétricos foram fundamentais. Entretanto, pode-se verificar alguns pontos falhos na formação que é dada. Sente-se necessidade de abordagens mais práticas dos dispositivos que se utiliza em engenharia elétrica mundo afora. Dispositivos como CLPs, transdutores de processo, protocolos de comunicação industrial e equipamentos para acionamento de motores (inversores, hidroeostatos, soft-starters e chaves compensadoras) merecem uma atenção mais prática.

A conclusão que se obtém é de que a experiência profissional é muito válida para o corpo discente da universidade. Tal vivência complementa a formação dada, fornece subsídios para futuras escolhas profissionais e pode servir de vitrine, tanto para o aluno como para a universidade neste mercado tão concorrido.

6. BIBLIOGRAFIA

Camara, J. M., Araujo, I. M., Santos, C. K. S, *Apostila Virtual – Manutenção Elétrica Industrial* – UFRN, 2000.

Creder, H., *Instalações Elétricas*, 14ª edição, LTC editora, 2002.

Mamede Filho, J., *Manual de Equipamentos Elétricos*, LTC, 2005.

Milasch, M., *Manutenção de Transformadores em Líquido Isolante*, Editora Edgard Blucher, 1984.

Santos, A. H. M., Simões, A. A., Martins, A. R. S., Viana, A. N. C., Bortoni, E. C., Lora, E. E. S., Teixeira, F., Haddad, J., Cortez, J. A., Nogueira, L. A. H., Almeida, M. S. V., Pirani, M. J., Venturini, O., Gama, P. H. R. P., Yamachita, R. A., Silva, V. F., *Conservação de Energia: Eficiência Energética de Instalações Elétricas*, Editora da EFEI Itajubá, MG, 2001.

Shreeve, R. N., Brink, J. A., *Indústrias de Processos Químicos*, Editora Guanabara Dois, 4ª edição, 1980.

Anexos

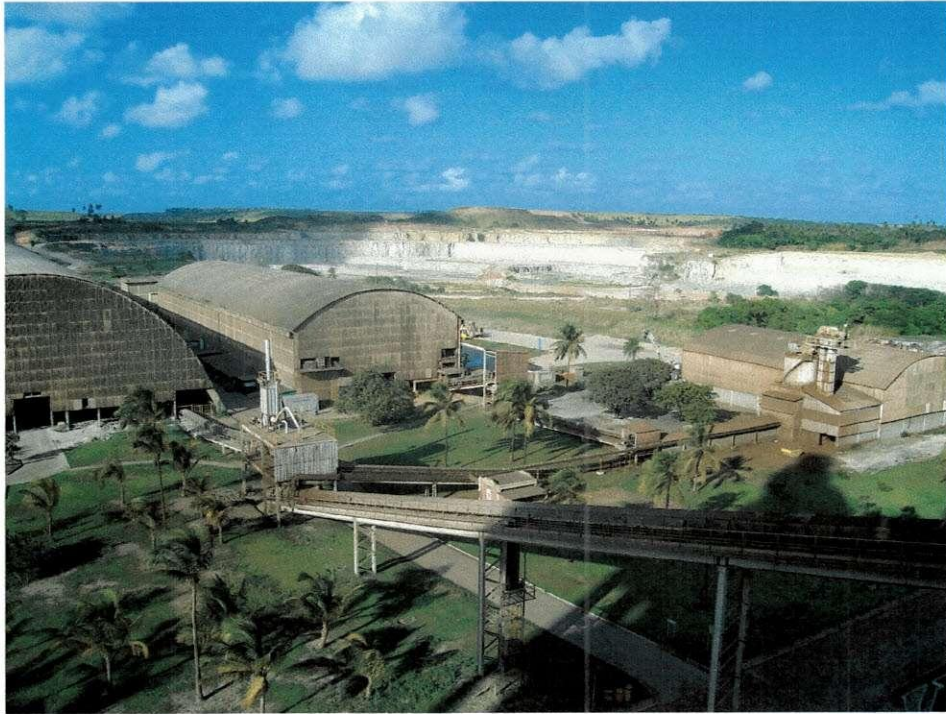


Figura A.1: CIPASA – Mina, Galpões de calcário, argila e minério de ferro.



Figura A.2: CIPASA – No galpão de calcário, a empilhadeira constrói uma pilha.



Figura A.3: CIPASA – Na seqüência do processo: correias transportadoras, balança dosadora, moagem de cru, silo de homogeneização, torre de ciclones, forno rotativo, resfriador, silo de clínquer e moagem de cimento.



Figura A.4: CIPASA – Subestação 69 kV.



Figura A.5: CIPASA – Eletrofiltro.



Figura A.6: Torre de ciclones, silo de farinha e forno rotativo.

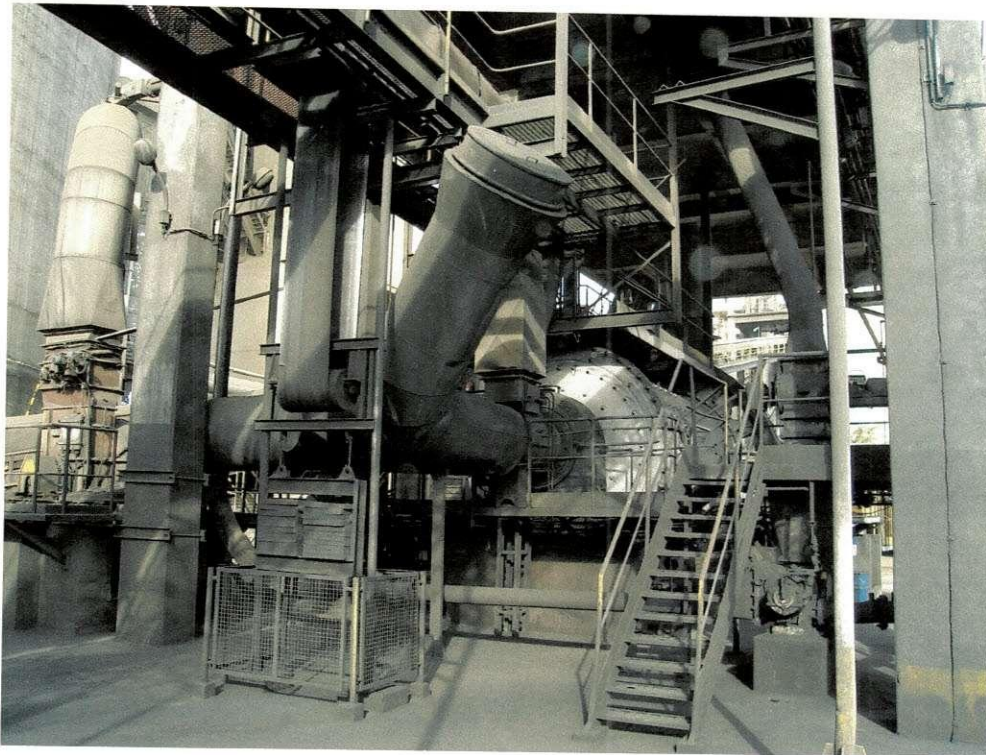


Figura A.7: CIPASA - Moagem de coque.



Figura A.8: CIPASA – Adição de gesso, pozolana e calcário.



Figura A.9: CIPASA – Transporte de cimento e argamassa para os silos da ensacadeira.



Figura A.10: CIPASA – Caminhões aguardando carregamento.