

UFCG – Universidade Federal de Campina Grande  
CEEI – Centro de Engenharia Elétrica e Informática  
DEE – Departamento de Engenharia Elétrica

Relatório de Estágio Integrado  
**Acumuladores Moura S/A**

Aluno: Cícero Henrique Grangeiro Soares – 20311267  
E-mail [cicero.soares@ee.ufcg.edu.br](mailto:cicero.soares@ee.ufcg.edu.br)

Orientador:  
Prof. Dr. Eurico Bezerra de Souza Filho

Fevereiro de 2009

*Relatório referente à disciplina*  
*Estágio Integrado do aluno*  
*Cícero Henrique Grangeiro Soares sob a orientação*  
*do professor Doutor Eurico Bezerra de Souza Filho.*

---

Cícero Henrique Grangeiro Soares  
(Aluno)

---

Raimundo Carlos de Silvério Freire  
(Orientador)

## Sumário

<b>1.0-Introdução.....</b>	<b>6</b>
<b>2.0-Objetivos .....</b>	<b>6</b>
2.1-Objetivos gerais .....	6
2.2-Objetivos específicos .....	6
<b>3.0-A empresa Acumuladores Moura.....</b>	<b>6</b>
3.1-Histórico .....	6
3.2-Principais etapas de sua evolução .....	7
<b>4.0-Conceitos de Acumuladores Chumbo Ácidos Tracionários.....</b>	<b>8</b>
4.1-Princípio de funcionamento .....	8
4.2- Componentes de um acumulador chumbo-ácido tracionário .....	11
<b>5.0- Capacitação oferecida durante o período de estágio .....</b>	<b>12</b>
5.1- Método de Análise na Solução de Problemas(MASP).....	12
5.2- Projetos de Melhoria Específica(ME).....	12
5.3- Desenvolvimento da Manutenção Autônoma(MA) .....	12
5.4-Gestão por Competências .....	13
5.5-Conhecimentos Básicos em NR-10.....	13
5.6-Curso de Sistema Elétrico de Potência .....	13
5.7- Curso de Auditores Internos de 5'S.....	13
<b>6.0- O PDCA, Etapas e Aplicação .....</b>	<b>13</b>
6.1-Estratificação .....	15
6.2-Gráfico de Pareto .....	15
6.3-Diagrama de Causa e Efeito.....	16
6.4- Benchmarking.....	17
6.4- Brainstorming .....	17
<b>7.0- Atividades Desenvolvidas no Estágio .....</b>	<b>17</b>
<b>7.1-Aumento da produtividade do envelopamento.....</b>	<b>17</b>
7.1.1-Identificação do problema.....	18
7.1.2-Observação, análise do problema e plano de ação .....	18
7.1.3-Execução.....	20
7.1.4-Verificação.....	20
7.1.5-Conclusão .....	20
<b>7.2-Melhoria na eficiência energética da Unidade 08, redução de custo em 10% (MASP) .....</b>	<b>21</b>
7.2.1-Identificação do problema.....	21
7.2.2-Observação.....	24

7.2.3-Análise .....	26
7.2.4-Plano de Ação .....	31
7.2.5-Execução .....	32
7.2.6-Acompanhamento do indicador .....	32
7.2.7-Resultado final .....	34
<b>7.3-Padrinho e Auditor de 5'S.....</b>	<b>34</b>
7.3.1-Padrinho de 5'S, grupo "OS PANKAS" .....	34
7.3.2-Auditor Interno de 5'S.....	35
<b>7.4-Manutenção Elétrica.....</b>	<b>35</b>
<b>7.5-Implantação da NR-10.....</b>	<b>37</b>
<b>7.6-Assistência Técnica .....</b>	<b>39</b>
<b>7.7-Perfis de Carga.....</b>	<b>41</b>
<b>8.0- Conclusão .....</b>	<b>44</b>
<b>9.0- Bibliografia .....</b>	<b>45</b>

## Índice das Figuras e Tabelas

### Figuras

Figura 1 – Funcionamento básico de uma célula de bateria chumbo-ácido .....	5
Figura 2 – Configuração mais simples para célula de um acumulador .....	7
Figura 3 – Representação de uma célula com mais de um par de placas .....	7
Figura 4 – Representação de uma ligação de células em série .....	7
Figura 5 – Acumulador tracionário .....	8
Figura 6 – Diagrama de fluxo e etapas do PDCA .....	13
Figura 7 – Diagrama de causa e efeito .....	13
Figura 8 – Número de placas envelopadas e meta a ser atingida .....	18
Figura 9 – Diagrama de Causa e Efeito(envelopamento de placas positivas) .....	19
Figura 10 – Mesa para envelopamento de placas positivas .....	20
Figura 11 – Painel de alimentação e controle de temperatura da mesa .....	20
Figura 12 – Média do número de placas envelopadas(início) e resultado final .....	21
Figura 13 – Consumo de energia da unidade 08 no período de um ano .....	22
Figura 14 –Demanda de energia da unidade 08 no período de um ano.....	22
Figura 15 – Estratificação do consumo de energia na Unidade 08.....	23
Figura 16 – Meta em R\$/Elemento produzido .....	23
Figura 17 – Meta em R\$/Ah .....	24
Figura 18 – Elementos formados na Unidade .....	25
Figura 19 – Detalhes no processo de formação de elementos no retificador a óleo .....	25
Figura 20-Estratificação do consumo de energia médio em retificadores a óleo .....	25
Figura 21-Estratificação do consumo de energia médio em retificadores a óleo .....	28
Figura 22-Cubas para o controle da corrente .....	29
Figura 23-Planos de formação para a bateria tracionária .....	29
Figura 24-Distribuição dos elementos nos retificadores .....	29
Figura 25-Energia de entrada nos retificadores para formação de elementos 7HDP310 .....	30
Figura 26-Histórico do consumo de energia na unidade 08 .....	33
Figura 27-Custo do consumo de energia(média→mês de outubro) .....	33
Figura 28-Taxa R\$/Elemento (média→mês de outubro) .....	33
Figura 29-Taxa R\$/Ah(média→mês de outubro) .....	33
Figura 30-Retirada de retificadores com defeito .....	36
Figura 31-Retificador aberto, para detecção de defeitos .....	36
Figura 32-Barramentos expostos ao meio ambiente .....	39
Figura 33-Quadro elétrico obstruído .....	39
Figura 34-Placa positiva com grande quantidade de sulfato de chumbo .....	40
Figura 35-Solda do pólo negativo com grande quantidade de sulfato de chumbo .....	40

Figura 36– Corrente de Descarga para Elementos Tracionários .....	41
Figura 37– Tensão de Descarga para Elementos Tracionários.....	41
Figura 38 – Corrente de carregamento da bateria 9HDP560 (12º Ciclo) .....	42
Figura 39 – Curva de carga da bateria 9HDP410 .....	42
Figura 40 – Curva de carga da bateria 9HDP410.....	42

## Tabelas

Tabela 1 – Diagrama de fluxo e etapas do PDCA .....	14
Tabela 2 – <i>Brainstorming</i> do projeto de aumento na produção.....	19
Tabela 3 – Distribuição do consumo de energia da Unidade 08 .....	23
Tabela 4 – <i>Brainstorming</i> do projeto de gestão de custos energéticos(eficiência energética) .....	26
Tabela 5 – Folha de acompanhamento de ações do Ver e Agir(Gestão de Custos Energéticos).....	27
Tabela 6 – Densidade e PbO <sub>2</sub> , analisados na diminuição da densidade do eletrólito .....	31
Tabela 7 – Comparativo dos planos de formação .....	31
Tabela 8 – Plano de ação do projeto .....	32
Tabela 9 – Economia do Masp em 3 meses .....	34

## **1.0- Introdução**

O relatório que se segue é referente ao estágio desenvolvido na Unidade 08 da Acumuladores Moura na cidade de Belo Jardim - PE, pelo aluno Cícero Henrique Grangeiro Soares, estudante do curso de engenharia elétrica da Universidade Federal de Campina Grande.

O estágio ocorreu na unidade 08 da empresa, conhecida como MBI(Moura Baterias Industriais), que é responsável pela produção de baterias para veículos tracionários, como empilhadeiras elétricas, paletéiras e maquinas de limpeza que utilizam baterias como fonte de energia.

Durante o estágio foram desenvolvidos trabalhos de **caráter técnico**: Manutenção Elétrica, Eficiência Energética, Perfis de Carregamento(Carregadores de Bateria) e Implementação na NR-10(fase de análise e introdução de procedimentos) e **em gestão**: Aumento da produção do envelopamento e 5'S.

## **2.0- Objetivos**

### **2.1-Objetivos gerais**

Adquirir conhecimento na área industrial, incrementando a formação acadêmica conhecimentos de gestão e procurando aplicar conhecimentos já vistos na universidade, realizando melhorias que venham a possibilitar o aumento de satisfação do cliente(fabrica).

### **2.2-Objetivos específicos**

Adquirir conhecimento a respeito de acumuladores elétricos, tanto no escopo de produto quanto de processo, além de também adquirir experiência com atividades inerentes à área industrial, independentemente da natureza do processo.

## **3.0- A Empresa Acumuladores Moura S/A**

### **3.1- Histórico**

A Acumuladores Moura S.A. foi fundada em 1957 por Edson Mororó Moura, então recém-formado em engenharia química pela Universidade Federal de Pernambuco, seu pai, seu cunhado, um primo e um amigo na cidade de Belo Jardim (PE), agreste do estado e distante 180 Km de Recife.

### **3.2-Principais etapas de sua evolução**

No ano de 2007 a Moura completou cinquenta anos de existência, durante este período a sua capacidade de produção cresceu significativamente, foram muitos prêmios e certificações conquistadas. Dentre os principais acontecimentos de sua história podemos citar os seguintes:

- 1957 - Fundação de uma pequena fábrica de baterias sob a denominação de Indústria e Comércio de Acumuladores Ltda., em Belo Jardim (PE);
- 1958 - Início das operações. A produção atingia cerca de 50 baterias/mês;
- 1964 - Transformação da Ind. e Com. de Acumuladores Ltda., para Acumuladores Moura S.A;
- 1965 - Aprovação do primeiro projeto de modernização pela SUDENE para a construção de uma planta industrial mais moderna, com uma produção instalada de 60.000 baterias/ano;
- 1967 - Inauguração da nova fábrica;
- 1983 - Início do fornecimento de baterias à Fiat Automóveis S.A;
- 1986 - Construção de mais uma fábrica de baterias em Itapetininga (SP), com recursos próprios;
- 1995 - Prêmio “10 melhores” da Fiat;
- 1995/96 - Recebimento da certificação da ISO 9001 e implantação de um amplo Programa de Qualidade.
- 1996 - Prêmio Ford de “Qualidade Q1” (Fornecedor de Classe Mundial);
- 1997 - Rompida a barreira de 2.000.000 unidades de baterias;
- 1999 - Certificação QS 9000;
- 1999 - Prêmio VW de Qualidade “Melhor Fornecedor de componentes elétricos”;
- 1999 - Prêmio Renault “TOP FIVE”;
- 2000 - Prêmio VW “Melhor Fornecedor do Brasil”;
- 2000 - World Excellence Award Winner - Ford Motor Company;
- 2002 - Prêmio Top de Qualidade 2002;
- 2003 - ISO 14001 (Meio ambiente);
- 2005 - Top de Qualidade 2005 (IEPQ);
- 2006 - Prêmio Ford de Melhor Fornecedor da América Latina;



## 4.0- Conceitos de acumuladores chumbo ácido tracionários

### 4.1- Princípio de funcionamento

O armazenamento de energia em um acumulador ocorre devido à diferença que existe entre as substâncias que o constituem, estas têm a tendência de dar e de receber elétrons (reação química reversa), sendo este o princípio que justifica a energia que quando acumulada pode ser fornecida por uma bateria chumbo-ácido.

O acumulador produzido na indústria onde foi realizado o estágio, possui como material ativo para placa positiva o dióxido de chumbo ( $PbO_2$ ) que é uma substância que possui uma grande tendência de receber elétrons, enquanto que a placa negativa é formada por chumbo metálico ( $Pb$ ) que possui grande tendência de doar elétrons. Assim, se chumbo metálico for colocado em contato com dióxido de chumbo, e estabelecidas condições para que elétrons se deslocarem de uma placa para outra teremos então o fornecimento de energia para o circuito fechado em questão.

Em quais substâncias químicas o chumbo e o dióxido de chumbo irão se transformar após a transferência de elétrons, irá depender do meio em que elas se encontram. No acumulador de chumbo ácido, esse meio é uma solução de ácido sulfúrico, pois este é um ácido forte e de caráter extremamente iônico, facilitando o processo químico de passagens dos elétrons.

Para os acumuladores de chumbo com eletrólito o ácido sulfúrico, após o chumbo metálico ( $Pb$ ) perder seus elétrons e o dióxido de chumbo ( $PbO_2$ ) ao receber esses elétrons, ambos, transformar-se-ão em sulfato de chumbo ( $PbSO_4$ ). Os íons sulfato ( $SO_4^{2-}$ ) necessários a essa transformação, são provenientes do ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) presente no eletrólito.

A reação química global é mostrada a seguir:

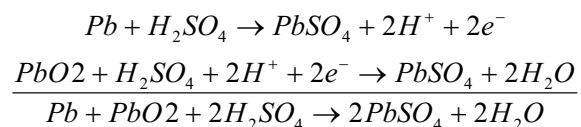
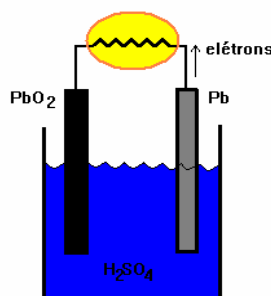


Figura 1 – Funcionamento básico de uma célula de bateria chumbo ácido

Para que um acumulador seja útil, é importante fazer com que os elétrons transferidos no processo descrito na figura 1, passem por um circuito elétrico externo e realizem a conversão de energia e/ou trabalho, por exemplo, girando um motor elétrico, acendendo uma lâmpada, etc.

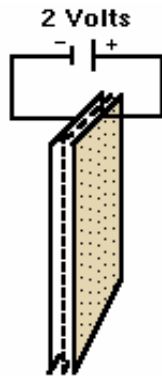
Para finalizar a idéia de acumulador temos que considerar que o dispositivo deve possibilitar que os elétrons transferidos do chumbo ao dióxido de chumbo possam ser transferidos no sentido contrário, através da aplicação de uma corrente elétrica externa, regenerando o chumbo e o dióxido de chumbo consumidos (reação química reversa).

Os elétrons, por serem partículas de carga negativa, são atraídos por regiões de potencial elétrico positivo e repelidos por regiões de potencial elétrico negativo. Assim, em um acumulador como o descrito acima, o chumbo é o pólo negativo e o dióxido de chumbo é o pólo positivo.

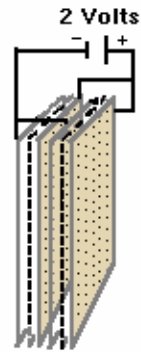
A configuração mais simples para um acumulador seria a de uma placa negativa e uma placa positiva separadas por um separador poroso, todos imersos em uma solução de ácido sulfúrico, sendo esta unidade chamada de célula ou elemento.

Quando o acumulador está carregado, sua tensão é de cerca de 2,1V e as placas positivas e negativas são constituídas essencialmente de dióxido de chumbo ( $\text{PbO}_2$ ) e chumbo ( $\text{Pb}$ ), respectivamente. Durante a descarga, as placas sofrem reações e ambas são convertidas a sulfato de chumbo. Paralelamente, a solução de ácido sulfúrico diminui em concentração, devido a quebra da molécula do ácido para formação do sal ( $\text{PbSO}_4$ ), reduzindo o valor de sua densidade, sendo possível perceber uma diminuição na tensão do elemento, que esta é diretamente relacionado com a densidade do eletrólito ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

A quantidade de carga que essas placas podem fornecer é função da quantidade de material ativo presente e este pode ser incrementado com o aumento da espessura da placa ou a associação de placas em paralelo, pois assim podemos trabalhar com placas de mesma espessura (mantendo um padrão) e variar a quantidade de placas associadas. Na figura 3 temos duas placas ligadas paralelamente exemplificando o passo.

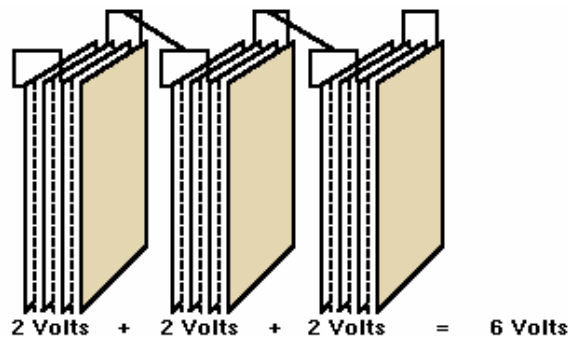


**Figura 2 - Configuração mais simples para célula de um acumulador**



**Figura 3 - Representação de uma célula com mais de um par de placas**

Para aumentar a diferença de potencial do acumulador, devem-se ligar dois ou mais elementos como descrito abaixo, de modo que as placas positivas se liguem às placas negativas (ligação em série). Os elementos ligados devem estar em compartimentos separados, pois caso a solução de um elemento entrar em contato com a de outro elemento, haverá uma auto-descarga (curto-circuito) dos mesmos devido ao circuito elétrico fechado através da solução.



**Figura 4 - Representação de uma ligação de células em série**

Durante o processo de recarga, além das reações de conversão do sulfato de chumbo em chumbo metálico na placa negativa e dióxido de chumbo na placa positiva, ocorrem sempre outras reações paralelas indesejáveis. Na placa positiva pode ocorrer uma oxidação da grade metálica fazendo com que ocorra o surgimento de óxido de chumbo (PbO) e nestes pontos existe uma maior facilidade para a degradação da grade (elemento de condução da bateria), ocorrendo um processo chamado de corrosão das grades. Este processo ocorre principalmente nas placas positivas e é acelerado em condições de alta temperatura e de diferença de potencial elevada na recarga. Evitando-

se o contato direto da placa positiva com o ar(meio ambiente) e através do acréscimo de alguns componentes químicos é possível evitar esse processo na mesma.

Na placa negativa pode ocorrer um consumo de íons de hidrogênio e este consumo acaba degradando a placa negativa. Este consumo de hidrogênio e de oxigênio corresponde exatamente ao consumo de moléculas de água isso faz com que a bateria diminua sua vida e por isso temos a necessidade de realizar a reposição de água na bateria.

#### **4.2-Componentes de um acumulador chumbo ácido tracionário**

Um acumulador de chumbo ácido é essencialmente constituído por placas de material ativo (dióxido de chumbo e chumbo) suportadas em grades de chumbo. A função principal das grades de chumbo é de suporte mecânico e condução de elétrons.

Na descarga, os elétrons saem da placa de chumbo (placa negativa) pela grade e chegam à placa de dióxido de chumbo (placa positiva), também pela grade. As grades são ligadas, de um modo específico, entre si, por peças de chumbo que devem também dar sustentação mecânica ao conjunto e permitir a boa condução de eletricidade. Todo o conjunto de placas, tanto positivas como negativas são imersas em uma solução de ácido sulfúrico.

Entre as placas positivas e negativas existe um separador para impedir o contato direto entre elas. O separador deve ser poroso para permitir a condução dos elétrons de uma placa a outra através da solução. Todo esse conjunto é colocado em um vaso que deve ser robusto o suficiente para comportar o arranjo de placas em condições de uso e evitar qualquer vazamento de solução, este vaso deve conter a maior compressão possível, pois este fator é diretamente proporcional a vida da bateria, evitando a queda de massa.

Para comportar todos os elementos deve existir uma caixa, normalmente de aço, na qual são ligados os elementos de 2V, sendo estes são dispostos de acordo com o desenho se adequando ao equipamento que irá a utilizar. Os elementos são ligados por cabos de cobre ou através de barras de chumbos soldadas aos pólos da bateria. Ainda na parte superior destes elementos podem existir válvulas para o deslocamento dos gases provenientes da reação incompleta de eletrólise. Na figura 5, temos a fotografia de um acumulador tracionário.

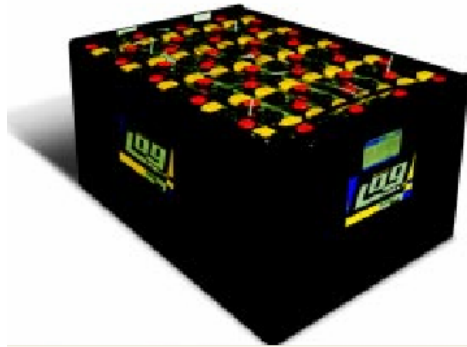


Figura 5 – Acumulador tracionário

## **5.0- Capacitação oferecida durante o período de estágio**

Durante o estágio foram oferecidos cursos visando um melhor planejamento e solução dos projetos desenvolvidos pelos engenheiros. Estes cursos utilizam em sua maioria ferramentas para gestão de projetos e pessoas, fazendo com que o gestor tenha uma indicação de como solucionar com planejamento o problema em questão.

### **5.1-Método de Análise na Solução de Problemas(MASP)**

No início do estágio foi oferecido um curso que ensinava de maneira detalhada como organizar as idéias para planejar e solucionar problemas. Geralmente utilizado para problemas complexos que requerem dedicação e empenho do gestor. A duração média destes "projetos" é cerca de 6 meses.

### **5.2-Projetos de Melhoria Específica(ME)**

Este método é geralmente desenvolvido em grupo. Pois, necessita da ajuda de uma equipe para identificar e direcionar as ações. É bastante parecido com o MASP com a diferença de contar com a participação de operadores, no caso da Acumuladores Moura, e o período de tempo ser menor(3 meses).

### **5.3-Desenvolvimento da Manutenção Autônoma(MA)**

Utilizado na manutenção dos equipamentos das unidades industriais. Traz os operadores para uma posição de cuidado e conhecimento dos instrumentos de trabalho, realizando pequenos reparos, limpeza e assim minimizando o número de quebra dos equipamentos. Possibilitando observar e escolher pontos críticos, identificando estes

para os mantenedores, auxiliando no planejamento das ações e nos períodos para manutenções preventivas.

#### **5.4-Gestão por Competências**

Curso que visou identificar e orientar líderes para desenvolver na equipe as competências da empresa. As principais orientações passadas foram como conduzir uma entrevista por competências, pois normalmente são realizadas perguntas que dão indicações a entrevistados de respostas geralmente óbvias, devido aos questionamentos realizados e realizar *feedback*<sup>1</sup> com liderados.

#### **5.5-Conhecimentos Básicos em NR-10**

Visa preparar pessoas que trabalham com eletricidade em realizar intervenções de maneira segura e planejada. Traz para todos os eletricitas maiores responsabilidades e cuidados em locais que apresentam riscos gerados principalmente devido à eletricidade.

#### **5.6-Curso de Sistema Elétrico de Potência**

Procura aprimorar os conhecimentos adquiridos em 5.5, realizando a ampliação das práticas desejadas para intervenções em sistemas elétricos de potência elevada. Para realizar manutenções em subestações é necessário que o interventor possua além da qualificação e certificação, a habilitação em SEP.

#### **5.7-Curso de Auditores Internos de 5'S**

Visa desenvolver o conhecimento dos funcionários a práticas de auditoria interna voltados ao 5'S. Veio com a intenção de ajudar a desenvolver práticas e aplicar na fábrica, adquirindo conhecimento também pela prática de observação de áreas auditadas.

### **6.0- O PDCA, Etapas e Aplicação**

Os projetos desenvolvidos nos itens 5.1, 5.2 e 5.3, todos utilizam um método de solução de problemas chamado de PDCA. Este método foi introduzido no Japão após a guerra, idealizado por Shewhart e divulgado por Deming, quem efetivamente o aplicou. O ciclo de Deming tem por princípio tornar mais claros e ágeis os processos envolvidos

na execução da gestão, como por exemplo na gestão da qualidade, dividindo-a em quatro principais passos. Os passos são mostrados a seguir:

**Planejar (PLAN)**

- Definir o foco e as metas a serem alcançadas;
- Definir o período de andamento do projeto;
- Definir o método para alcançar as metas propostas.

**Executar (DO)**

- Executar tarefas planejadas na etapa anterior;
- Coletar dados que serão utilizados na próxima etapa de verificação do processo;
- Nesta etapa são essenciais a atenção e o treinamento no trabalho.

**Verificar, checar (CHECK)**

- Verificar se executado está conforme o planejado, ou seja, se a meta foi alcançada, dentro do método definido;
- Identificar os desvios na meta ou no método.









PDCA	FLUXOGRAMA	FASE	OBJETIVO
P	1 	Identificação do problema	Definir claramente o problema e reconhecer sua importância.
	2 	Observação	Investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vista.
	3 	Análise	Descobrir as causas fundamentais.
	4 	Plano de ação	Conceber um plano para bloquear as causas fundamentais.
D	5 	Execução	Bloquear as causas fundamentais.
C	6 	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo.
A	7 	Padronização	Prevenir contra o reaparecimento do problema.
	8 	Conclusão	Recapitular todo o processo de solução do problema para trabalho futuro.

Tabela 1 – Diagrama de fluxo e etapas do PDCA

## **Agir corretivamente (ACTION)**

- Caso sejam identificados desvios, é necessário definir e implementar soluções que eliminem as suas causas;
- Caso não sejam identificados desvios, é possível realizar um trabalho preventivo, identificando quais os desvios são passíveis de ocorrer no futuro, suas causas, soluções etc.

Dentro do PDCA, utilizaram-se algumas ferramentas que ajudam a desenvolver o projeto e atingir as metas estabelecidas, dando foco e direcionando as ações de maneira mais efetivas. A seguir segue algumas destas ferramentas:

### **6.1-Estratificação**

Segundo [1], a estratificação é o método usado para separar um conjunto de dados de modo a perceber que existe um padrão. Quando esse padrão é descoberto, fica fácil detectar o problema e identificar suas causas. A estratificação ajuda a verificar o impacto de uma determinada causa sobre o efeito estudado e ajuda a detectar um problema.

A estratificação começa pela coleta de dados com perguntas do tipo:

- “Linhas de produção diferentes, traduzem em resultados diferentes?”
- “Homens realizam funções de maneira diferente das mulheres?”
- “A produção às segundas-feiras é muito diferente da dos outros dias da semana?”

Quando a coleta de dados termina, deve-se procurar, primeiramente, padrões relacionados com o tempo ou a seqüência, verificando se há diferenças sistemáticas entre os dados coletados. Deve-se verificar se há dados relacionados com características comuns, tais como: turno de trabalho, faixa etária, material utilizado, entre outras.

### **6.2-Gráfico de Pareto**

O gráfico de Pareto é um gráfico de colunas nas quais se reflete a freqüência dos problemas. Ele ajuda a estratificar problemas diferentes e observar se eles são relevantes.

Baseando-se no princípio de "Pareto", um estudioso italiano, dizia que: "**poucas causas são vitais, sendo que a maioria delas são triviais**", portanto, o Gráfico de



Pareto serve para apontar as causas mais significantes, em ordem decrescente, identificadas a partir da sua estratificação (Silva).

A figura 6 foi retirada de (Falconi) e mostra claramente o uso desta ferramenta:

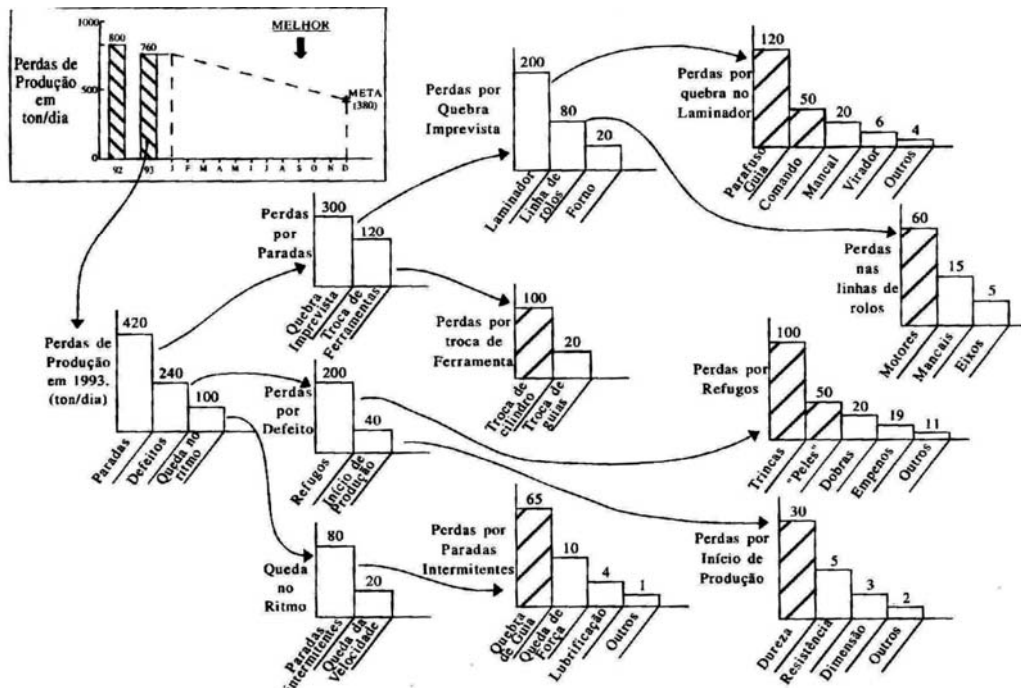


Figura 6 – Diagrama de fluxo e etapas do PDCA

### 6.3- Diagrama de causa e efeito

Outra ferramenta que permite descobrir problemas que geram a má qualidade de um produto ou serviço é o diagrama de causa e efeito, também conhecido como espinha de peixe ou diagrama de *Ishikawa*.

O diagrama causa e efeito tem o formato de uma grande seta apontando para um problema, enquanto que os ramos que saem dessa seta representam as principais categorias das causas potenciais de problemas. A figura 7 foi retirada de (Silva) e apresenta o diagrama.

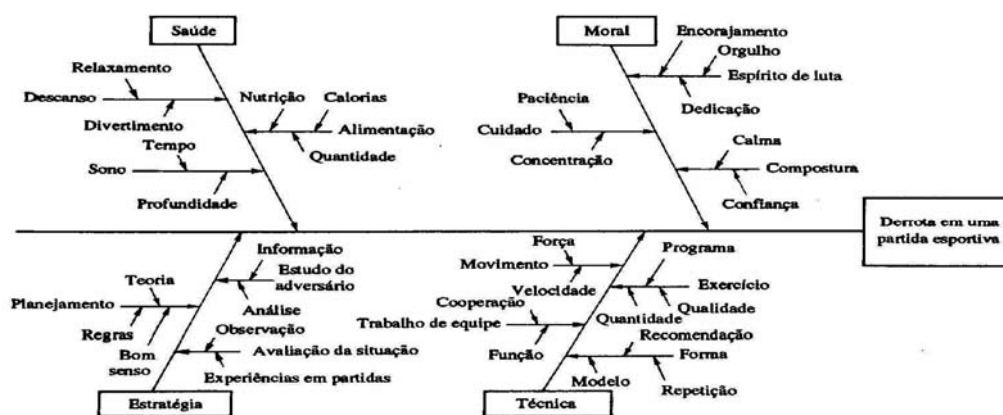


Figura 7 – Diagrama de causa e efeito

## 6.4- Benchmarking

Esta ferramenta realiza a busca das melhores práticas que conduzem ao melhor desempenho. É visto como um processo positivo e pró-ativo por meio do qual uma empresa examina como outra realiza uma função específica a fim de melhorar como realizar a mesma ou uma função semelhante. É bastante utilizada em indústrias com abertura a observação de práticas, pois existem empresas que acreditam que isso pode vir a ser motivo de difundir conhecimentos.

## 6.5-Brainstorming

Muito semelhante a uma dinâmica em grupo, pois é uma ferramenta que faz com que o gestor do projeto peça a opinião de outras pessoas que tenham conhecimento do problema, levantando questões. Então, a ferramenta serve principalmente para exposição de idéias que venham a solucionar problemas ou melhorar processos.

## 7.0- Atividades Desenvolvidas no Estágio

O estágio desenvolvido ocorreu no período de 9 meses, iniciando em abril de 2008 e finalizando em janeiro de 2009. O estágio consistiu em várias atividades, como manutenção elétrica, projetos de melhoria e aumento de atividades produtivas. A descrição detalhada de cada projeto é mostrado a seguir.

### 7.1-Aumento da produtividade no envelopamento

Foi designado como primeiro projeto dentro na produção, a tarefa de aumentar a produtividade do setor de envelopamento de placas positivas. Para isto, utilizou-se o

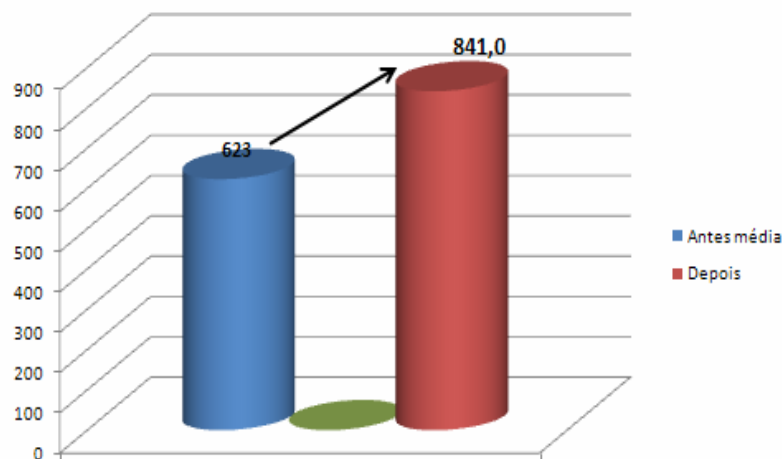
pilar do PDCA conhecido como Melhoria Específica. O projeto seguiu as seguintes etapas:

### 7.1.1-Identificação do problema

Na identificação do problema foram levantadas questões do por que da escolha do problema:

- Pequena quantidade de placas envelopadas;
- Baixa produtividade dos funcionários;
- Não existências de metas.

No início do projeto o cliente, no caso o chefe de produção, teve a intenção de aumentar a produção a valores que achava ser adequado para o envelopamento, no caso a meta estabelecida era de 35% em um período de 3 meses. Na figura 8, é mostrada a média entre os meses de janeiro a junho de 2007 e a meta em período semelhante do ano.



**Figura 8-Número de placas envelopadas e meta a ser atingida.**

Ou seja, a média de placas envelopadas era de 623 placas e a meta de alcançar uma produção média de 841 placas por dia de trabalho normal (7 horas).

### 7.1.2-Observação, Análise do Problema e Plano de Ação

Na etapa de observação apareceram algumas questões, algumas levantadas pelos operadores e outras por encarregados e funcionários em geral.



# Brainstorming



Causas	Confirmado?		Tratamento	
	SIM	NÃO	VER E AGIR	CAUSA E EFEITO
1. Pequena quantidade de ferros de solda	X		X	
2. Máquina parando de funcionar e desligando sem motivo conhecido	X			X
3. Inexistência de meta definida para o envelopamento	X			X
4. Resistência de uma das mesas apresentava defeito	X			X
5. Implantação do senso de auto-disciplina	X		X	
6. Botinha inferior toma boa parte do tempo de envelopamento		X		
7. Operadores não possuem o espírito do trabalho em equipe(não ajudando os companheiros quando estes se encontram bastante atarefados).	X		X	
8. Dificuldade dos operadores de realizar a queima da região central em placas de maior tamanho	X			X
9.				

Tabela 2 – Brainstorming do projeto de aumento na produção

Destas causas algumas foram comprovaram causar prejuízo na produtividade e foram necessárias ações. Destas três foram realizadas no menor intervalo de tempo possível(ferramenta com nome de "Ver e Agir"). As outras causas confirmadas foram para o Diagrama de Causa e Efeito como é mostrado na figura 9.

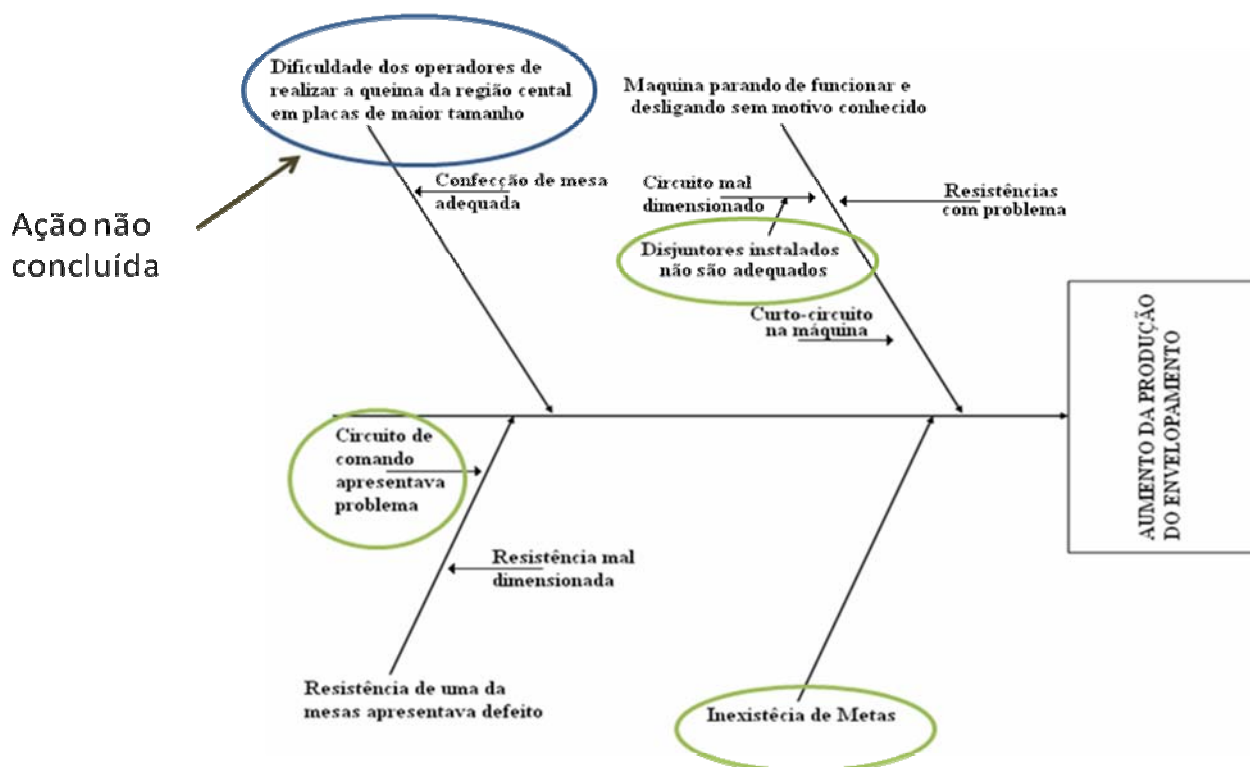
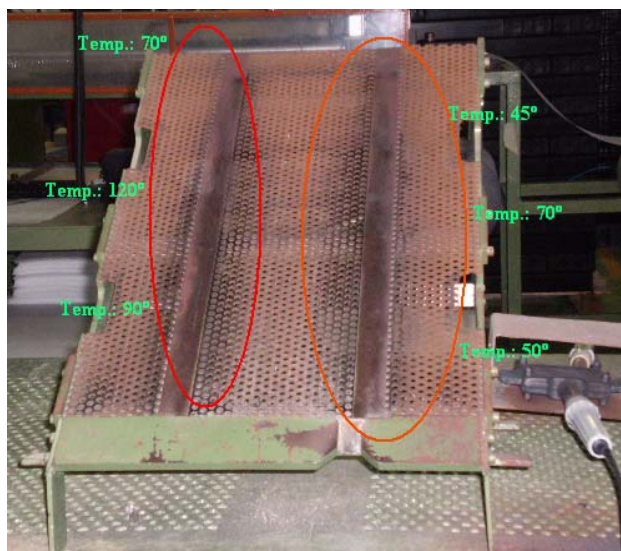


Figura 9-Diagrama de Causa e Efeito(envelopamento de placas positivas).

As ações em verde foram concluídas até o final do projeto, pois eram ações de custo reduzido. Já a ação em azul não foi finalizada devido ao seu projeto mais complicado e custo elevado. Na figura 10 e 11 são mostrados indícios destes problemas:



**Figura 10-Mesa para envolvimento de placas positivas**



**Figura 11-Painel de alimentação e controle de temperatura da mesa**

As ações foram realizadas dentro do prazo estabelecido(dois primeiros meses), com exceção de uma ação já citada. O planejamento das ações foi realizado com a ajuda dos encarregados de produção.

### **7.1.3-Execução**

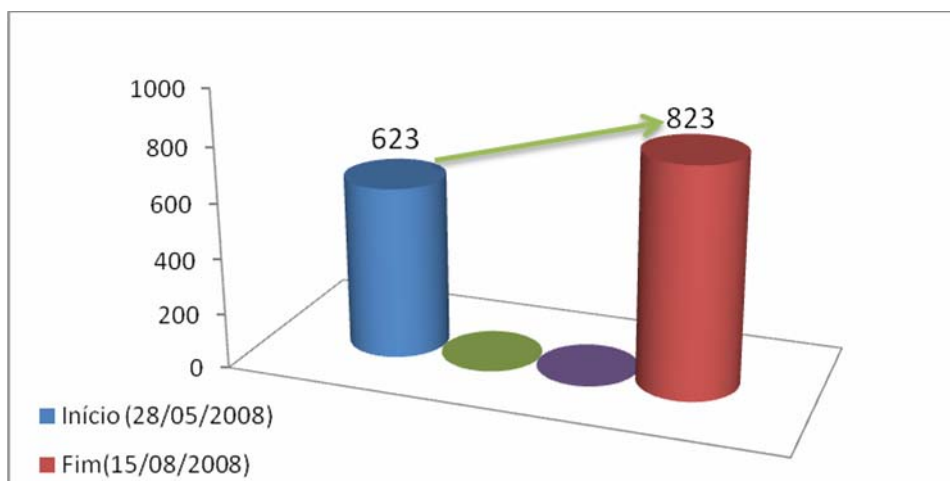
Na execução das ações foi utilizada a ajuda de uma empresa de terceirizada AG serviços, que realizou a instalação de um disjuntor adequado, uma resistência e um novo pirômetro. Já a implantação das metas foi acompanhada pelos encarregados e pelo preenchimento de guias por parte dos funcionários.

### **7.1.4-Verificação**

A verificação foi realizada até o mês de novembro de 2008, com o preenchimento de planilha eletrônica no Microsoft Excel, não ocorrendo desvio maior que 7% da meta.

### **7.1.5-Conclusão**

Ao final do projeto, foi verificado que o aumento na produtividade do envolvimento dependia muito dos operadores e além das ações foi preciso fortalecer o compromisso e a atenção dos mesmos para atingir as metas. A produção média nas 3 últimas semanas do projeto é mostrado na figura 12.



**Figura 12-Média do número de placas envelopadas(início) e resultado final**

A quantidade de 823 placas envelopadas em um dia, representa um aumento de 32,3% da produtividade no envelopamento, considerando uma margem de  $\pm 5\%$ , o resultado apresenta-se dentro do esperado(35%).

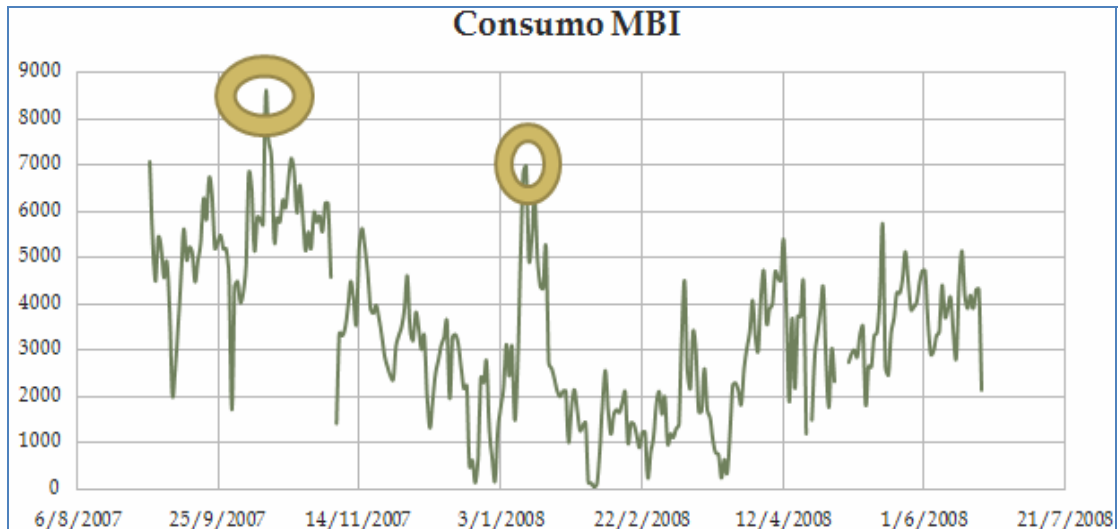
## **7.2-Melhoria na eficiência energética da Unidade 08, redução de custo em 10% (MASP)**

Foi desenvolvido outro projeto também utilizando as ferramentas do PDCA, só que desta vez com maior complexidade e sendo necessário um envolvimento maior por parte do gestor do projeto. Este trabalho ajudou a utilizar e conhecimentos aprendidos na universidade pelo estudante e verificar na prática, a melhoria realizada da maneira mais rápida(6 meses o final do projeto) e eficiente(10% de redução no custo).

### **7.2.1-Identificação do problema**

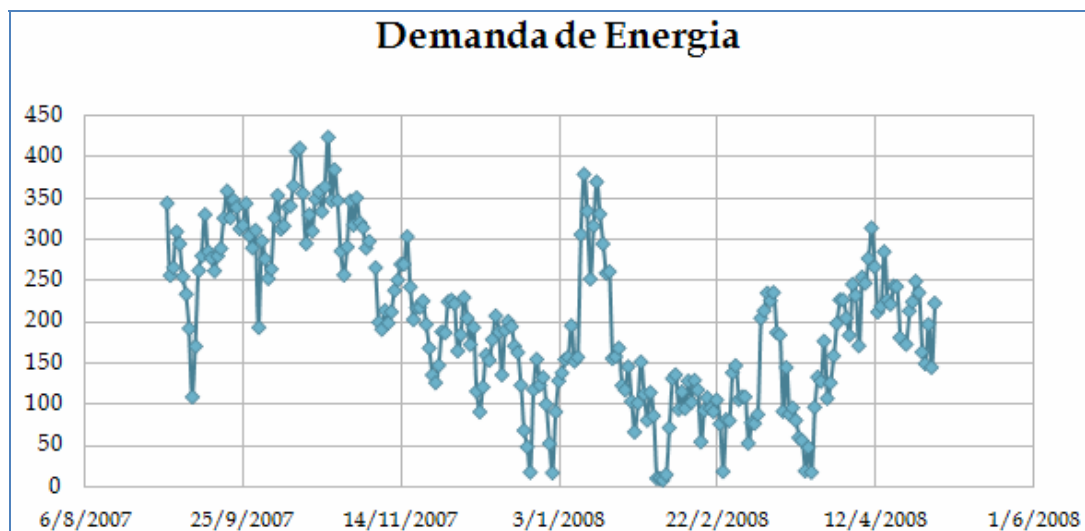
O problema foi escolhido devido a uma diretriz do GPD(Gestão Pela Diretriz) custos que verificou a existência de um custo na tarifa de energia elétrica e um consumo energético elevado na Unidade 08, com possibilidade de melhoria no seu rendimento total.

Na fase de identificação foram observados: o consumo de energia e a demanda. Foram levantados gráficos do histórico destes parâmetros, pois desta forma podemos traçar uma média no consumo considerando vários fatores determinantes. Podemos verificar o histórico destes parâmetros nas figuras 13 e 14.



**Figura 13-Consumo de energia da unidade 08 no período de um ano**

Como mostrado na figura 13, o consumo de energia não é aproximadamente constante durante dias e meses do ano. Este consumo é elevado entre os meses de julho a outubro, diminuindo aos valores mínimos nos meses de janeiro e fevereiro. Os picos circulados na figura indicam que ocorreram possíveis anomalias de leitura ou equipamentos com motores grandes possivelmente foram ligados.



**Figura 14-Demanda de energia da unidade 08 no período de um ano**

A demanda tem um comportamento semelhante ao consumo, o que já era de se esperar. Como a demanda de energia de toda a fábrica localizada no Sítio Gavião é fixa e este valor não é tão influenciado pela unidade 08, foi necessária uma maior atenção no consumo.

### Estratificação

Na estratificação do consumo de energia foi verificada que os setores tinham as seguintes distribuições de consumo:

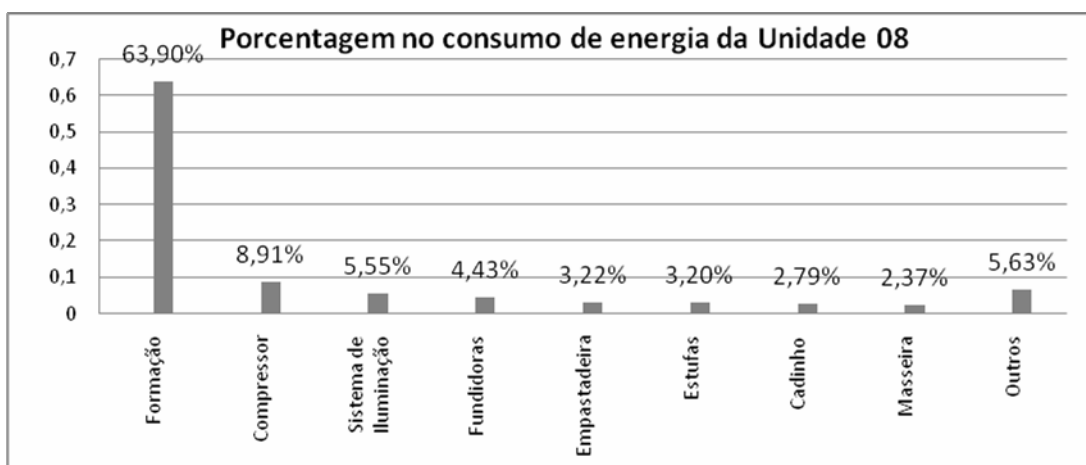


Figura 15-Estratificação do consumo de energia na Unidade 08

Observando então o somatório dos dados de menor influência na figura 15 acima temos:

<b>Formação</b>	<b>63,4% do consumo total</b>
<b>Restante da Fábrica</b>	<b>36,6% do consumo total</b>

Tabela 3 – Distribuição do consumo de energia da Unidade 08

A meta a ser alcançada no final do projeto foi de 10% do valor pago no consumo de energia. Foram utilizados dois indicadores para o acompanhamento desta meta, a taxa R\$/Ah produzido e a taxa R\$/elemento produzido. Isto foi necessário devido o fato de um só indicador pode trazer embutido as diferenças na produção de elementos diferentes.

Lembrando que o valor mostrado na figura 16 da taxa antes do trabalho é uma média dos 4 meses do ano de 2008, exceto o mês de fevereiro e março por se tratar de anomalia na produção.

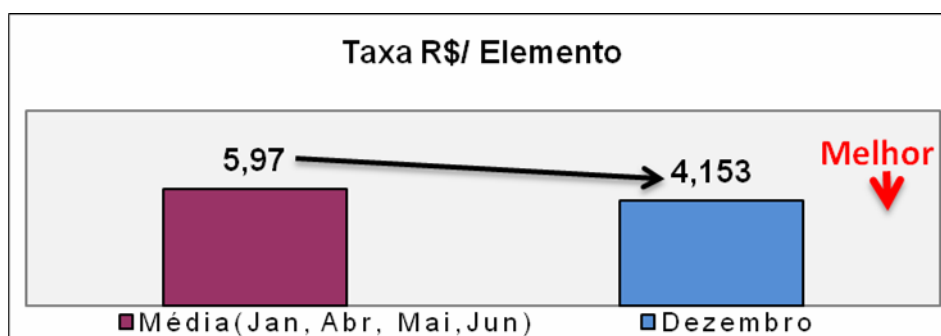
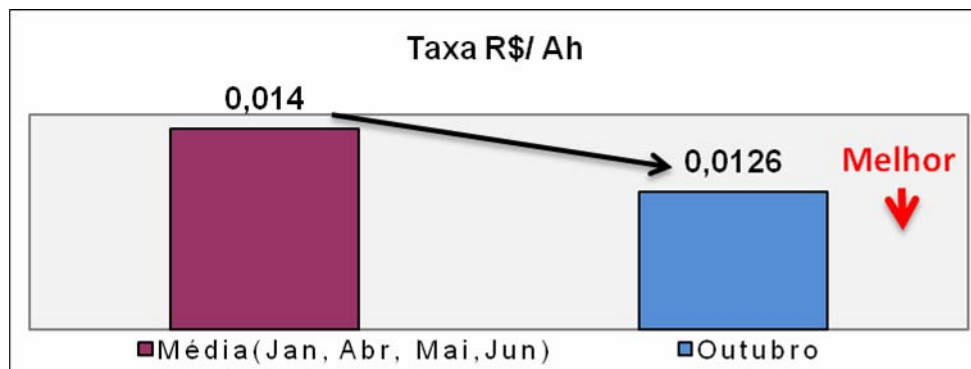


Figura 16-Meta em R\$/Elemento produzido





**Figura 17-Meta em R\$/Ah**

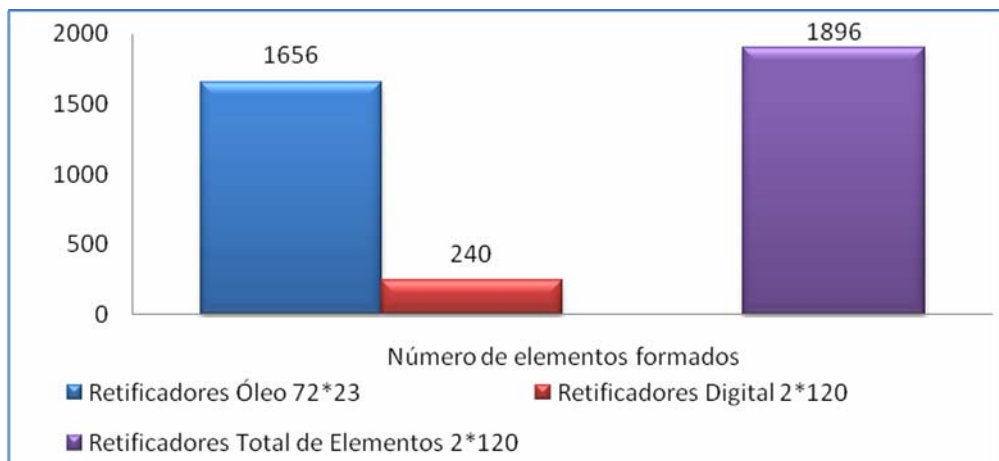
Após estabelecidas as metas a serem atingidas, foi definido o local no qual se trabalharia para o melhor resultado, no caso foi a formação que é o setor de maior consumo da unidade fabril.

### 7.2.2-Observação

Na fase de observação do problema, verificou-se que haviam perdas no processo de formação de baterias, estas são principalmente devido a:

1. Retificadores com caráter tipicamente indutivo(baixo fator de potência);
2. Retificadores a óleo, velhos e mal conservados;
3. Falha no acompanhamento dos planos de formação;
4. Grande quantidade de perdas em cubas contendo água.

Então, para verificar a parcela maior nas perdas foram verificados a quantidade de elementos formados. Estes possuem como possibilidade o de formação em retificadores eletrônicos e a óleo, na figura 18 segue a quantidade de elementos formados.



**Figura 18-Elementos formados na Unidade 08**

Como é visto a figura 18, a quantidade de elementos formados nos retificadores a óleo é bem maior que nos retificadores eletrônicos, isto devido o fato de ter uma maior quantidade destes em operação.

Com isso foi decidido analisar o consumo geral de energia no retificador a óleo e suas perdas. Na figura 19, é detalhado um destes bem como as perdas em cada parte do processo.

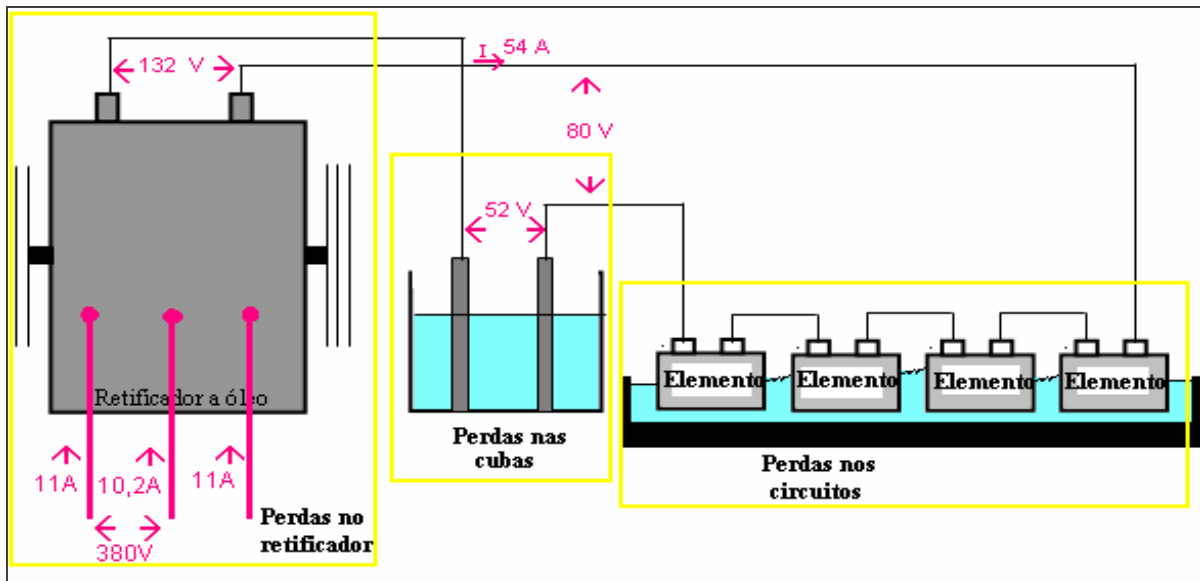


Figura 19-Detalhes no processo de formação de elementos no retificador a óleo

Como foi detalhado na figura 19, ocorrem perdas em três partes do processo principalmente: **no retificador, nas cubas e nos circuitos de elementos.**

Através deste fato, decidiu-se quantificar tais parâmetros, e assim agir diretamente no ponto de maior perda de energia.

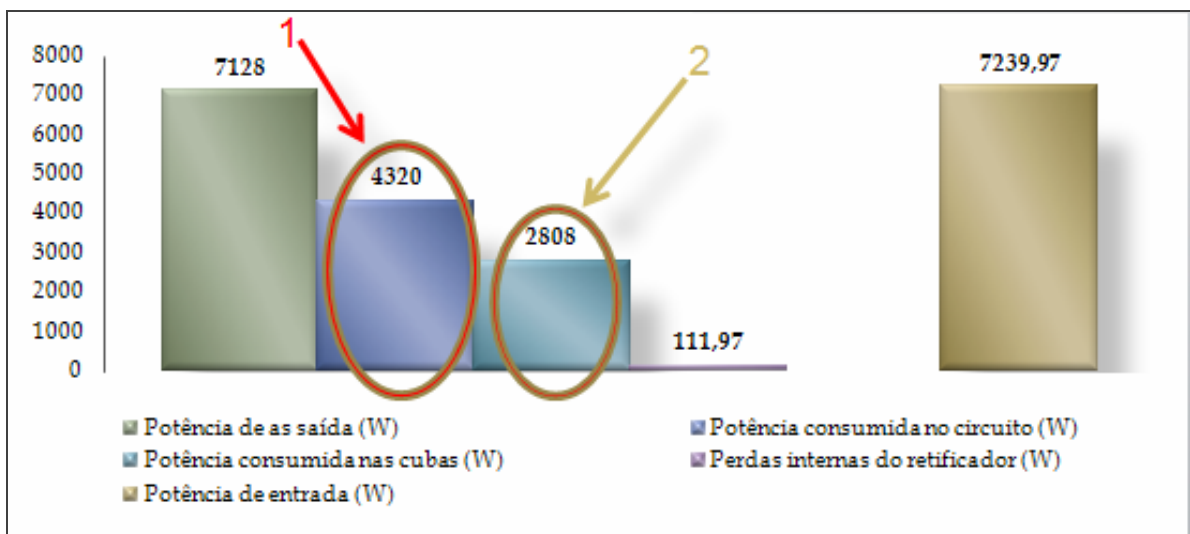


Figura 20-Estratificação do consumo de energia médio em retificadores a óleo

As setas de número 1 e 2 na figura 20, indicam o maior consumo de energia, sendo que nas cubas(consumo médio 2808) a energia é totalmente dissipada na forma de calor, pois estas têm função exclusiva de controle da passagem de corrente. A energia consumida no circuito também é muito grande, podendo ser realizadas melhorias, a seta de número 1 indica esta parcela.

### 7.2.3-Análise

Na fase de análise do problema foram levantadas causas relevantes com a ajuda do engenheiro de processo, do responsável pela assistência técnica(ambos da Unidade 08) e do engenheiro eletricitista da Unidade 04.

Causas	Confirmado?		Tratamento	
	SIM	NÃO	VER E AGR	CAUSA E EFEITO
1. Grande quantidade de perdas nas cubas.	X			X
2. Conexões apresentam perdas	X		X	
3. Perdas devido ao mal dimensionamento de alguns planos de formação	X			X
4. Existem perdas no ajuste dos circuitos	X			X
5. Existem perdas devido ao uso incorreto nos planos com parada.	X		X	
6. O fator de potência dos retificadores da formação é baixo.	X			X
7. Existem perdas devido a falta de manutenção dos retificadores a óleo	X		X	
8. Os condutores são mal dimensionados, causando perdas		X		
9. Perdas devido ao uso incorreto de retificadores	X		X	
10.				
11.				

**Tabela 4 – Brainstorming do projeto de gestão de custos energéticos(eficiência energética)**

Levantado as causas para o aumento no consumo e custo da parcela de energia da unidade 08, foi possível iniciar a análise do projeto e iniciar ações de fácil implantação e em curto prazo. Em quatro destas causas se aplicaram ações quase que imediatas como é visto na tabela 4.

O acompanhamento destas ações foi realizada por meio de formulário específico.

Problema	Causa	Ação	Responsáv	LPP's nº	Acompanhamento	MÊS/ SEMANAS			
						setembro/outubro			
						18/set	25/set	2/out	9/out
Conexões apresentam perdas.	Oxidação do cobre.	Estanhar novas peças de cobre utilizadas na formação de elementos.	Erinaldo		P				
					E	◀	◀	◀	
					VISTO DO CHEFE/GERENTE				
Existem perdas devido ao uso incorreto nos planos com parada.	O não desligamento do retificador.	Orientar os operadores de como agir nestes tipos de planos.	Cícero		P				
					E	▲			
					VISTO DO CHEFE/GERENTE				
Existem perdas devido a falta de manutenção dos retificadores.	Dificuldade de condução da corrente elétrica.	Lixar e reapertar todas as conexões em retificadores colocados na manutenção.	Cícero		P				
					E		▲		
					VISTO DO CHEFE/GERENTE				
Perdas devido ao uso incorreto dos retificadores	Aumento de perdas diminuindo o rendimento do retificador.	Ajustar o número máximo de elementos sempre que possível.	Cícero		P				
					E	▲			
					VISTO DO CHEFE/GERENTE				

**Tabela 5 – Folha de acompanhamento de ações do Ver e Agir(Gestão de Custos Energéticos)**

A primeira ação mostrada na tabela 5, estanhar novas peças de cobre utilizadas na formação de elementos, não foi realizada, devido à dificuldade de estanhar peças antigas. Para este caso ficou a indicação de comprar conexões com este tratamento.

Já as outras ações foram concluídas dentro do prazo, suas causas foram comprovadas e os problemas existentes resolvidos, sinalizando uma diminuição no consumo de energia. O "P" na coluna de acompanhamento indica o prazo para o final da ação e o "E" indica a execução da tarefa. Os triângulos na execução "E", indicam como está o prazo para a ação: azul(dentro do prazo) e vermelho(forá do prazo).

As causas mais complexas foram levadas ao diagrama de causa e efeito com utilizando a ferramenta dos porquês até chegar a uma causa que se imagina ser a raiz do problema.

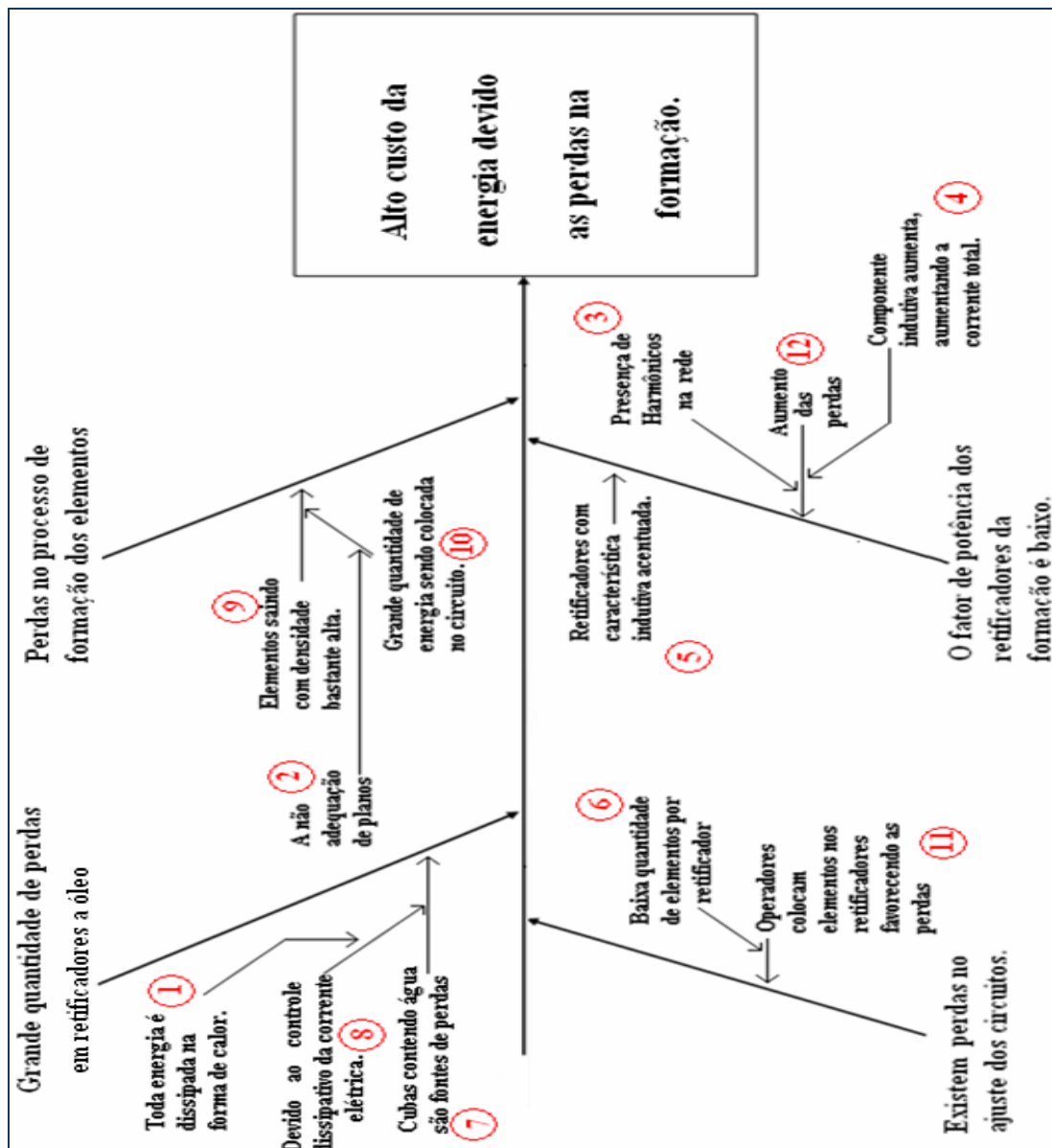


Figura 21-Estratificação do consumo de energia médio em retificadores a óleo

Com a construção do diagrama de Causa e Efeito, foram obtidas seis causas raízes. Foram as seguintes:

- 1) Toda energia dissipada na forma de calor;
  - i. Isso ocorre nas cubas contendo água(figura 22);
  - ii. Desperdício de água e barrilha(sal);
  - iii. Consumo de chumbo, constituinte das barras.
- 2) A não adequação de planos;

- i. Os planos de formação, sem pausa(geralmente 3 pausas de 2h cada), passam mais tempo consumindo energia(figura 23);
- ii. Possibilidade de melhoria nos planos de formação em geral.

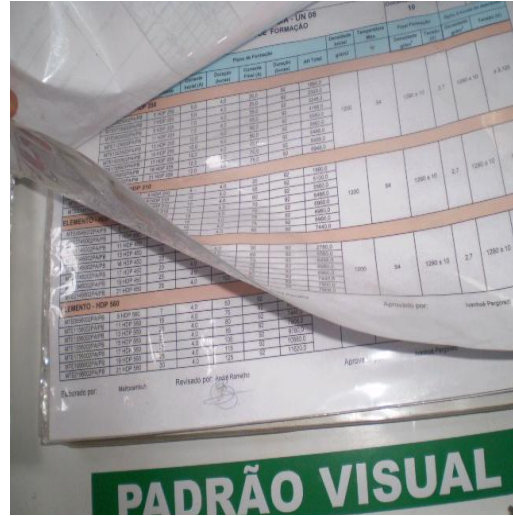


Figura 22-Cubas para o controle da corrente

Figura 23-Planos de formação para a bateria tracionária

- 3) Presença de harmônicos na rede(THI>30%);
  - 4) Componente indutiva aumenta, aumentando a corrente total;
  - 5) Retificadores com característica indutiva acentuada;
  - 6) Baixa quantidade de elementos por retificador(figura 24).
- i. Os retificadores utilizavam poucos elementos por retificador, sendo necessário vários retificadores para a formação de elementos com plano semelhante, diminuindo o rendimento total do retificador.

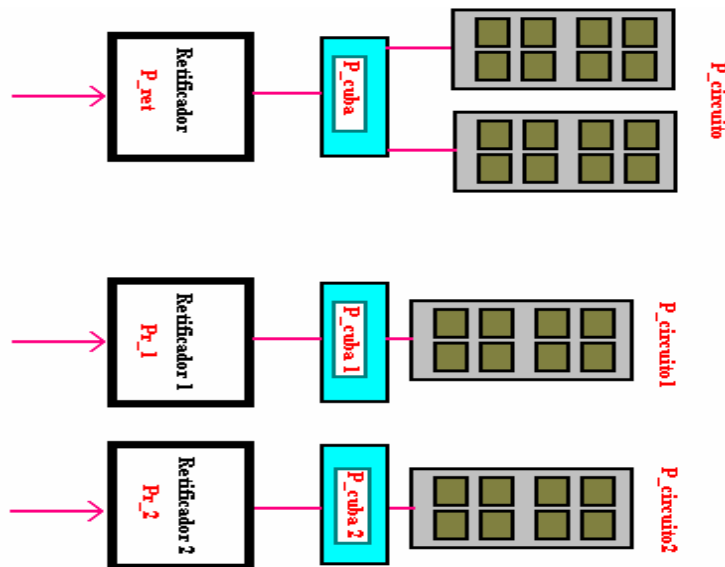
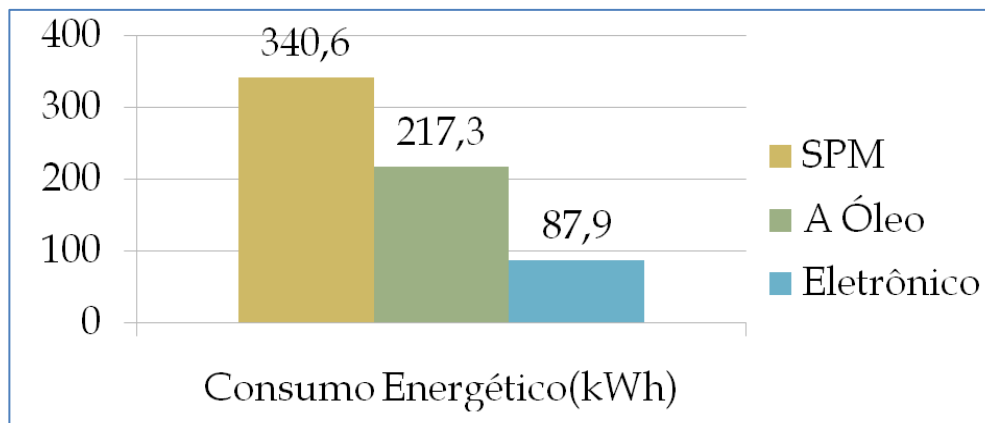


Figura 24-Distribuição dos elementos nos retificadores

### ***Análise do rendimento dos retificadores***

Para realizar a análise do rendimento nos retificadores utilizados na Acumuladores Moura para bateria tracionária, foram realizados testes, observando o valor de energia na entrada de cada um dos retificadores na formação de elementos 7HDP310, em sua entrada utilizando o SAGA 4000, para o registro dos dados.

No comparativo destes retificadores conseguimos os seguintes dados:



**Figura 25-Energia de entrada nos retificadores para formação de elementos 7HDP310**

Onde o retificador SPM(Sistema Moura Pulsante) é um retificador desenvolvido pela Moura, utilizado na formação de bateria automotiva e com rendimento superior ao retificador a óleo. Mas não foi isso que ocorreu quando foram realizados testes de formação, seu consumo foi bem e ainda a taxa de  $PbO_2$  medida na placa positiva após a formação foi muito baixa, no limite inferior aceita por norma do setor de qualidade interna da empresa.

O retificador a óleo, consumiu cerca de 36% a menos que o retificador SPM, indicando ser necessário um ajuste nos parâmetros deste retificador para a formação de elementos tracionários.

Mas para o caso dos retificadores eletrônicos, com chaveamento tiristorizado no controle da corrente, o consumo foi muito inferior aos demais, indicando ser o melhor caminho para a substituição dos retificadores a óleo. O consumo deste sobre o retificador SPM foi de aproximadamente 25%. A mesma comparação realizada ao retificador a óleo mostra uma redução de aproximadamente 60%.

### ***Análise dos planos de formação***

Como primeiro passo se observou a densidade do eletrólito no final do processo era bastante elevada, pois nos "planos por densidade", como eram chamados os planos retirados com a medição deste parâmetro no eletrólito, não havia o ajuste correto para

terminar a formação dos elementos. Então, resolveu-se modificar o ajuste da mesma na formação com a adequação do parâmetro através da temperatura. Os resultados com a análise de PbO<sub>2</sub> são mostrados a seguir.

Elemento	68 horas	84 horas	87 horas
Densidade	1280	1290	1300
9HDPB255	88,55%	88,3%	89,3%
13HDP255	87,2%	91,9%	91,4%

**Tabela 6 – Densidade e PbO<sub>2</sub>, analisados na diminuição da densidade do eletrólito**

Como pode ser visto na tabela 6, a quantidade de PbO<sub>2</sub> formado com a mudança de 1290g/l para 1300g/l é bastante pequena, realizando um consumo excessivo de energia sem necessidade, melhor dizendo, prejudicando a qualidade do produto.

O segundo passo foi verificar a adequação de todos os planos a um padrão semelhante, e neste caso, seria a passagem para os "planos com parada". Onde, estes planos de formação conduziria como benefícios a diminuição no uso de ácido para reposição do eletrólito e um controle preciso no tempo de formação dos elementos, facilitando a logística.

Foram obtidos os seguintes dados na formação de elementos:

BATERIA	9HDP255(sem parada)	
Ah	PbO <sub>2</sub>	% a mais de energia
3880	87,8%	1,1
4840	91,9%	26
5020	91,35%	30
BATERIA	9HDP560(com parada)	
Ah	PbO <sub>2</sub>	% a mais de energia
5808,2	90%	0

**Tabela 7 – Comparativo dos planos de formação**


Comprovando que o uso dos planos com parada são mais eficientes.

#### **7.2.4-Plano de ação**

Foi proposto um plano de ação visando um planejamento do tempo e prazo para execução das ações. Com o plano de ação existe a possibilidade de verificar possíveis



falhas, minimizando os desperdícios de produtividade do gestor, maximizando o lucro no projeto.

No.	AÇÃO	RESPON-SÁVEL	INÍCIO	FIM	COMENTÁRIOS	S
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <b>PLANO DE AÇÃO:</b>  <b>Redução em no mínimo 10% no Custo da Energia Elétrica na Unidade 08</b> </div> <div style="text-align: right;"> <b>SETOR:</b> Unidade 08         </div> <div style="text-align: right;"> <b>DATA:</b> 22-out-08         </div> <div style="text-align: right;"> <b>Pág.: 1 de 1</b>  <b>Visto:</b> </div> </div>						
1	Ajuste da densidade do eletrólito pela temperatura	Cícero Henrique / Rodrigo Lula	18-ago-08	18-ago-08	Os elementos estavam saindo com densidade acima do permitido na expedição(1310g/l) podendo causar corrosão de grade e aumentando o consumo de energia.	
2	Instalação de Medidores de Energia	Cícero Henrique	13-set-08	13-set-08	Foram instalados medidores de energia para verificar o quanto de energia temos na entrada da unidade 08.	
3	Diminuir as Perdas nas Cubas ao Menor Valor Possível.	Cícero Henrique	18-ago-08	13-set-08	Foi realizado o estudo de perdas nas cubas e verificou-se que as perdas diminuem com a proximidade das barras.(Diminuição de 8cm possibilita a a diminuição de cerca de 2 refletores)	
4	Redução das perdas realizando o ajuste de quantidade de elementos por retificador.	Cícero Henrique	15-set-08	25-set-08	Foi instruído aos operadores e ao inspetor de qualidade que sempre que possível utilizar a quantidade máxima de elementos por retificador(conseguindo assim uma maior eficiência).	
5	Informar aos operadores o procedimento correto de realizar paradas no plano com paradas.	Cícero Henrique	15-set-08	25-set-08	Foi percebido por medições que os operadores não desconectavam o circuito corretamente no plano com paradas.	
6	Realizar a Mudança nos Planos de Formação para 36,5%(11 tipos) dos Elementos Formados, para Planos com Paradas.	Cícero Henrique / Rodrigo Lula	25-out-08	08-dez-08	Verificou-se que com isso tenhamos um ganho de cerca de R\$ 35.265,50 ao ano.	
7	Instalação de Novos Retificadores.	Cícero Henrique	05-nov-08	25/112008	Intalação para a primeira semana de dezembro.	

**Tabela 8 – Plano de ação do projeto.**

### 7.2.5-Execução

Como pode ser visto, praticamente todas as ações foram finalizadas e o resultado pode ser percebido no decorrer dos meses. Foram realizadas 5 reuniões em geral, com o objetivo de implementação dos procedimentos para a realização das ações.

Restou uma ação a ser realizada, por motivos diversos.

### 7.2.6-Acompanhamento do Indicador

Como pode ser visto na figura 26, o indicador da redução do consumo a partir das ações do ver e agir, são visíveis.

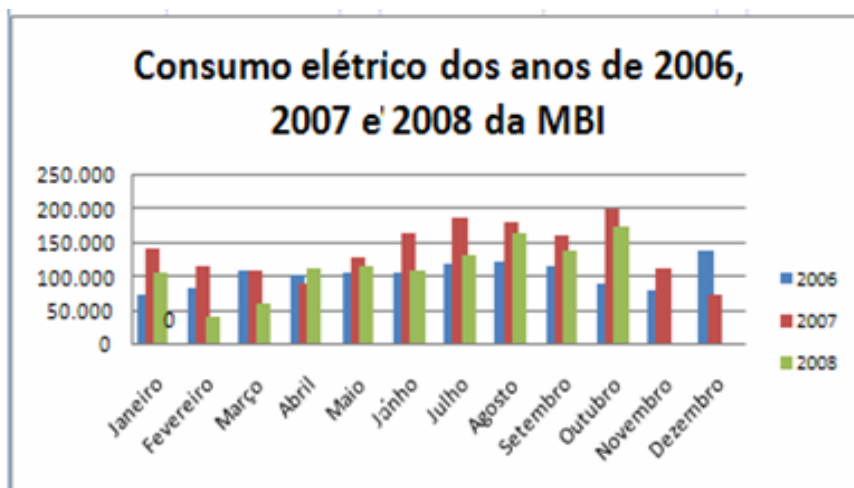


Figura 26-Histórico do consumo de energia na unidade 08

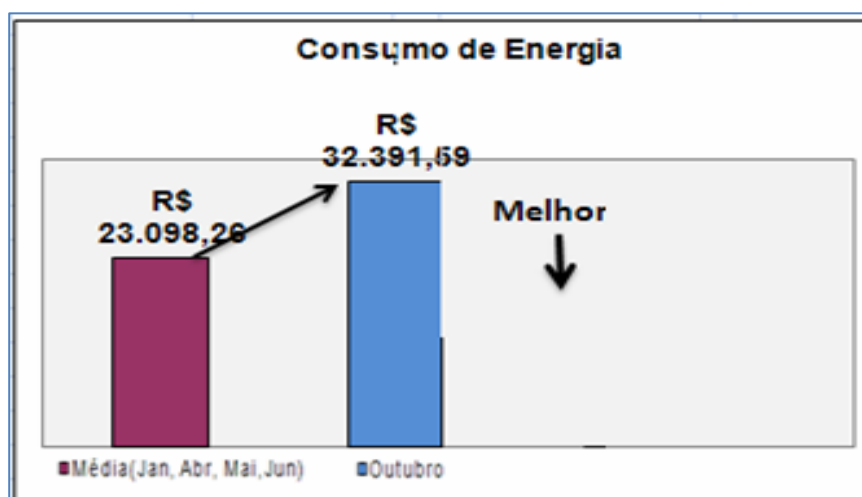


Figura 27-Custo do consumo de energia(média→mês de outubro)

Como pode ser visto nas figuras 26 e 27, o consumo de energia ficou maior do início ao final do projeto, e conseqüentemente, o custo aumentou durante este período. Isto ocorreu devido o aumento natural da produção, que é sazonal, mas os verdadeiros indicadores são representados a seguir, nas figuras 28 e 29.

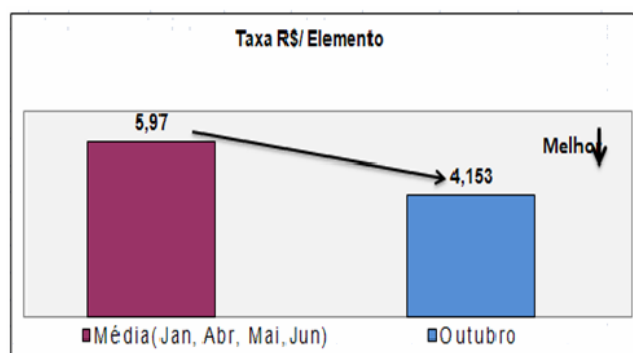


Figura 28-Taxa R\$/Elemento (média→mês de outubro)

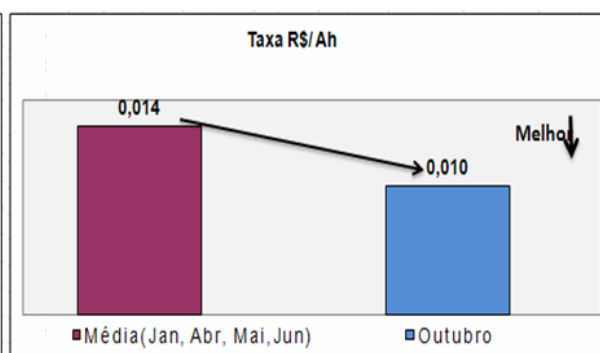


Figura 29-Taxa R\$/Ah(média→mês de outubro)

Com isso, é possível ver que os indicadores mostram uma redução expressiva no consumo de energia, sendo a taxa de R\$/Ah o fator mais predominante para observar este fato.

### **7.2.7-Resultado final**

Até o mês de outubro a redução nos gastos com energia elétrica teve a seguinte característica:

<b>Período</b>	<b>Economia Total(R\$) – Com relação a média</b>
Agosto 2008	13.836,92
Setembro 2008	11.083,12
Outubro 2008	14.894,81
<b>Total</b>	<b>39.794,85</b>

**Tabela 9 – Economia do Masp em 3 meses.**

Com a utilização dos retificadores eletrônicos, este resultado pode ser mais expressivo. Mas, como o retorno do capital ocorre em cerca de um ano e oito meses, não é necessário contabilizar tal investimento ainda não instalado.

### **7.3-Padrinho e Auditor de 5'S**

Este projeto tem como objetivo fundamental estimular os colaboradores da área de fundição a realizar práticas de 5'S, melhorando o ambiente de trabalho e realizando a organização e o aprimoramento de práticas no trabalho. Como auditor, foi importante o papel de observar práticas e procurar conduzir a fábrica(Unidades 01 e 08), a práticas de melhoria contínua no 5'S, ainda aproveitando para difundir conhecimentos adquiridos nos vários setores.

#### **7.3.1-Padrinho de 5'S, grupo "OS PANKAS"**

O principal objetivo de um líder(padrinho) é de estimular a equipe a realizar o seu trabalho com a maior satisfação. Isto foi realizado com sucesso, pois o grupo da área de fundição de grades é o mais afetado pelas condições de trabalho e a tentativa de melhoria é muito dificultada pela própria característica local. Então, tomou-se como foco neste trabalho as seguintes tarefas:

- organizar e conduzir reuniões;

- promover a organização do grupo;
- organizar trabalhos de melhorias no dia-dia;
- identificar através de fotos as melhorias realizadas.

Com esse trabalho foram realizadas oito reuniões, com o grupo. Foram conseguidas cerca de 25 ações e algumas delas de impacto na produtividade e segurança dos trabalhadores, pois a prática de melhoria visando a segurança e meio ambiente foram estimuladas. O grupo conseguiu uma melhoria expressiva, com o primeiro lugar na SIPATMA(Semana de Incentivo a Prevenção de Acidentes de Trabalho e Meio Ambiente) e com boa participação no enfeite de natal realizado a partir de materiais descartáveis.

### **7.3.2-Auditor Interno de 5'S**

Durante o trabalho de auditor interno, foram realizadas três auditorias na unidade 01 e uma na unidade 08. A intenção de realizar estas auditoria foram de melhorar o 5'S da fábrica, principalmente de maneira visual.

Com isso, foram difundidos conhecimento e observadas as falhas existentes para a procura de uma melhoria contínua no 5'S. Para isso foi criado um chamado comitê de 5'S, onde os auditores discutiam pontos positivos e negativos para serem observados na área e repassados ou corrigidos.

Desta forma foi visível a cada auditoria a melhoria de todo o ambiente de trabalho, deste os escritórios até mesmo a áreas de produção com muita sujeira(como nos moinhos), ajudando ainda a projetos como o TPM(do inglês, "Manutenção Produtiva Total").

### **7.4-Manutenção elétrica**

A manutenção na unidade 08 é formada por um chefe de manutenção(líder) e os mantenedores. A intenção de um estagiário da área elétrica seria completar a lacuna existente neste setor, já que o chefe de manutenção é engenheiro mecânico, e ainda conduzir novas idéias que pudessem desenvolver o trabalho já realizado.

Com o aperfeiçoamento do conhecimento, resolveu-se levar a manutenção a um planejamento, no início verificando as SM's(Serviço de Manutenção), e realizando a alimentação de um banco de dados, assim existindo a possibilidade de verificar os

equipamentos através de seleção, definindo a prioridade e prazo de manutenção em cada um.

Entre as responsabilidades assumidas pelo estagiário no período, foram:

- Preventiva elétrica nas subestações:  
Com o desligamento de todos os equipamentos, realizando limpeza, reaperto de conexões e parafusos, verificação de trincas e/ou fissuras em isoladores, isolação de partes.
- Manutenção elétrica em geral:  
Auxiliar mantenedores em relação a manutenção e operações envolvendo sistema elétrico em geral;
- Instalação de equipamentos:  
Foram realizadas ações que visavam a instalação de equipamentos em geral. Analisadores de energia como o UPD 200, para medição na entrada do fornecimento para cada uma das subestações, foram instalados e configurados para o uso interno. Projeto de dimensionamento de condutores, utilizando a tabela 34 da NBR5410, para instalação de condutores, leitos e calhas.

Nas figuras 30 e 31 são mostrados alguns equipamentos submetidos a manutenção:



**Figura 30-Retirada de retificadores com defeito**



**Figura 31-Retificador aberto, para detecção de defeitos.**

Vários eram os equipamentos que apresentavam defeito, mas os retificadores são aqueles que apresentam maior incidência, juntamente com a resistência em fundidoras. Na figura 31 é mostrado a retirada de retificadores a óleo, procedimento que apresenta grande dificuldade devido o peso e a localização. É necessário um *munk* para retirada dos mesmos. O fim de curso com problemas e as bobinas queimadas foram os problemas mais comuns.

O planejamento para a manutenção de retificadores é algo que não ocorria na unidade fabril e, foi necessário numerar os retificadores, verificando possíveis quebras, realizando a observação de quais os retificadores podem apresentar sintomas de falha. Um destes indicadores é o aumento excessivo de temperatura e a dificuldade de mudança da corrente.

A instrução do responsável pelo serviço de manutenção foi uma prática importante, pois devido a falta de conhecimento não era realizada de maneira eficiente, e folgas e possibilidades de pontos quentes no interior do equipamento foram detectados e indicados para o conhecimento do mesmo.

### **7.5-Implantação da NR-10**

Devido a exigências do MTE(Ministério do Trabalho e Emprego), a empresa resolveu agir na implementação de condições para atender a norma. Isto deveria ter ocorrido no final do ano de 2006 e devido o atraso, existe urgência na sua implantação.

Segundo texto da própria norma: "10.1.1. Esta Norma Regulamentadora (NR) estabelece os requisitos e condições mínimas objetivando a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade.", ou seja, o objetivo principal é a segurança dos trabalhadores em intervenção em locais com eletricidade.

Então, como primeiro passo foi recomendado garantir as condições mínimas de segurança em intervenções nas instalações elétricas. A sequência de ações realizadas na fábrica foi a seguinte:

- 1) Verificação de documentação necessária para ficar em dia com o MTE;

- a. Foi exigido dos funcionários entrega de seus certificados de conclusão do curso(técnico ou graduação), na área elétrica, os tornando capacitados e habilitados(CREA em dia na área elétrica);
- b. Ocorreu a habilitação de funcionários através do curso básico de NR-10, tornando responsáveis por intervenções seguras. Com o conhecimento em práticas de segurança, prevenção de acidentes, primeiros socorros, análise preliminar de risco e relatório de trabalhos.
- c. Foram alimentados prontuários, com vários documentos entre eles:
  - Cópia dos certificados dos cursos técnicos/graduação dos funcionários na área elétrica;
  - Cópia dos certificados dos cursos de Conhecimentos Básicos em NR-10 e SEP(Sistema Elétrico de Potência);
  - Cópia dos procedimentos realizados nas intervenções em instalações elétricas;
  - Planta elétrica da unidade fabril;
  - Manual de uso de EPI's(Equipamentos de Proteção Individual) e EPC's(Equipamentos de Proteção Coletiva);
  - Formulários utilizados(Análise Preliminar de Risco, Relatório de Intervenção);
  - Declaração reconhecendo o responsável pela unidade fabril em intervenções nas instalações elétricas, com o reconhecimento de firma de ambas as partes(Empresa e funcionário);

2) A observação de áreas com risco iminente de acidentes na área elétrica;

Foram observadas falhas na instalação e relataras, visando a segurança de trabalhadores e público em geral. Os responsáveis tornaram-se cientes de problemas e planejaram melhorias para o cumprimento de ações, foram várias, dentre elas pode-se citar:

- Transformador a óleo fora dos padrões exigidos pela NBR5410. Sem aterramento, parede corta fogo e saída externa;

- Barramentos dos quadros elétricos expostos, sendo necessário o uso de policarbonato para evitar contato direto;
  - Grande quantidade de fios sem isolamento, devido as condições do processo de produção.
- 3) Fotografar possíveis pontos de melhoria e relatar a prestador de serviço, responsável pela implantação da norma;
- Barramentos expostos ao meio ambiente(figura 32):
  - Quadro elétrico obstruído(figura 33);



**Figura 32-Barramentos expostos ao meio ambiente**



**Figura 33-Quadro elétrico obstruído**

- 4) Realizar a descrição da instalação elétrica;
- Foram numerados os quadros elétricos e identificados locais que poderiam ser potenciais de acidentes, e repassados para a segurança industrial. No caso da numeração dos quadros foi para iniciar o projeto de planta elétrica de todas as unidades presentes no Sítio Gavião.
- 5) Liderar funcionários no planejamento de intervenções na área elétrica, intervindo quando necessário, principalmente na falta de um mantenedor com capacitação para realizar a atividade.

## **7.6-Assistência Técnica**

A assistência técnica é um setor que presta serviços ao setor comercial da unidade 08. Devido a grande quantidade de dúvidas no uso das baterias pelos



consumidores, este setor também é responsável pela visita a clientes, oferecendo cursos e dicas de uso do produto.

Algumas baterias quando apresentavam problemas em campo(uso por parte dos consumidores), eram enviadas a fábrica e análises mais minuciosas eram realizadas. Estas análises são de fundamental importância para conhecer características do produto. Principalmente constituição, estado e como estava sendo usada. Foram abertos alguns elementos e nas figuras 34 e 35, temos fotografias que servem para levar a informação ao cliente do problema, e se for o caso, indicar que o seu pedido de garantia não pode ser concedido.



**Figura 34-Placa positiva com grande quantidade de sulfato de chumbo**



**Figura 35-Solda do pólo negativo com grande quantidade de sulfato de chumbo**

Como pode ser visto nas figuras 34 e 35, temos uma grande quantidade de sulfato de chumbo. Quando verificamos isto em toda a placa positiva e no pólo é um sinal que o elemento não recebeu água pura(pratica recomendada ao cliente) durante uma grande quantidade de tempo, ou seja, houve a evaporação do eletrólito devido a uma descarga elevada ou carregamento com um carregador superdimensionado, aumentando a temperatura do elemento. A falta de eletrólito é um dos principais motivos da perda de garantia dos clientes neste tipo de bateria.

Além destas análises realizadas, foi proposta a funcionários, o planejamento e conhecimento maior de todos os clientes. Pois assim, facilita a observação de possíveis falhas na compra da bateria, ajudando a engenharia da unidade. Desta maneira também é possível identificar a troca de bateria, ajudando a logística no trabalho de planejamento da produção.

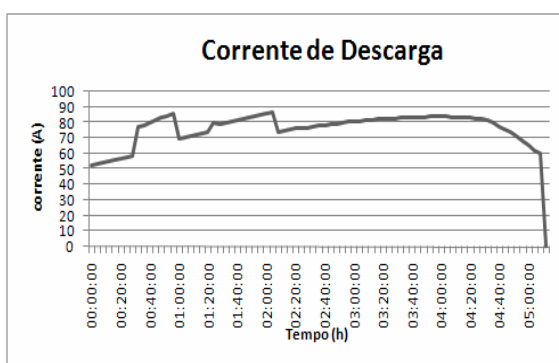
## 7.7-Perfis de Carregamento

Devido a necessidade de melhoria do produto, foi posto em questão por clientes a dificuldade de algumas baterias não atenderem suas necessidades de fornecimento de energia. Com isso a diretoria da empresa via a necessidade de desenvolvimento de projetos na Unidade 08, que fizessem com que o produto final, ou seja, a bateria conseguisse aceitar um carregamento de maneira mais eficiente, pois assim, garantia o fornecimento de energia que era especificado.

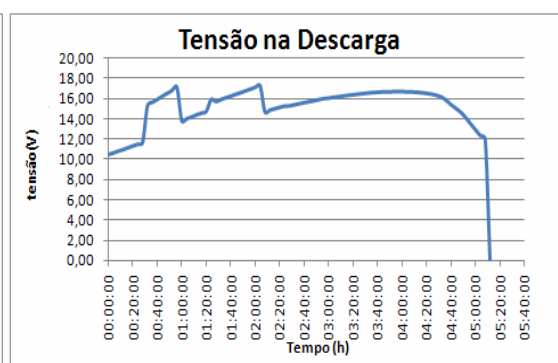
Partindo desta idéia foi desenvolvido um trabalho de aceitação de carga. Algumas medidas foram tomadas, como a inclusão de alguns componentes na massa que serve de elemento ativo das placas. Isto não sendo suficiente, fez com que a empresa decidisse investigar outros fatores que podiam agravar a situação de não aceitação de carga pela bateria. Um destes fatores foi o carregamento.

Para análise de carregamento seria necessário conhecer o carregador, bem como a forma com que eles carregam a bateria. Sua estrutura física e capacidade de carregamento é outro fator importante para a aceitação de carga. Assim, foram analisados três carregadores e realizados testes de carga e descarga, visando o conhecimento do melhor carregador, bem como da curva que mais se aproxima da ideal no carregamento de baterias.

Primeiro devido a pequena quantidade de recursos utilizamos cubas com água para permitir a descarga de baterias, e registramos os valores de tensão e corrente através do *datalogger*. Na figuras 35 e 36, temos as curvas de carregamento de acumuladores na descarga utilizando cubas.



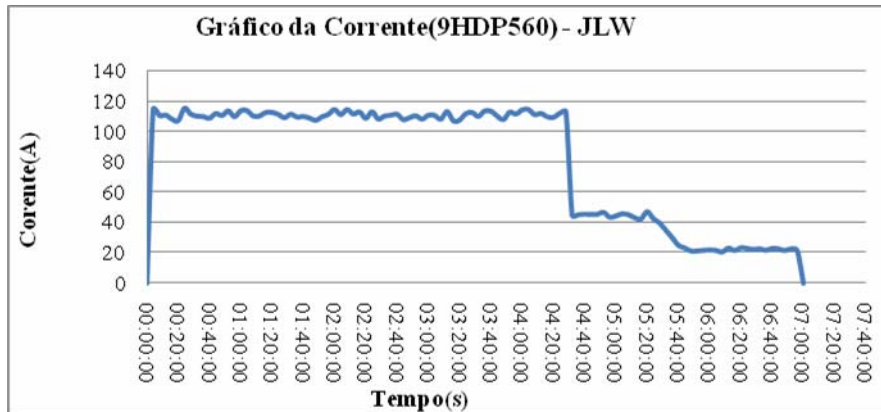
**Figura 36– Corrente de Descarga para Elementos Tracionários**



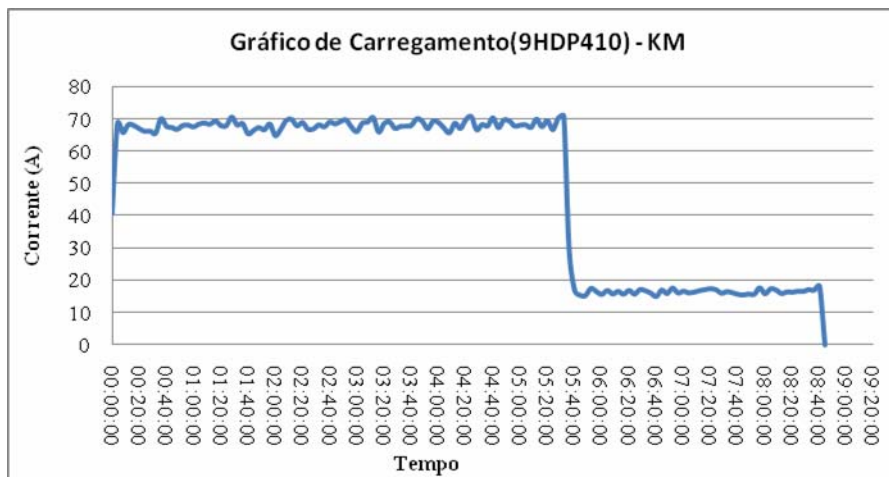
**Figura 37– Tensão de Descarga para Elementos Tracionários**

Após as descargas foram realizadas recargas, visando a obtenção das curvas dos carregadores e a se a capacidade está realmente correta. Nas figuras 38, 39 e 40, temos

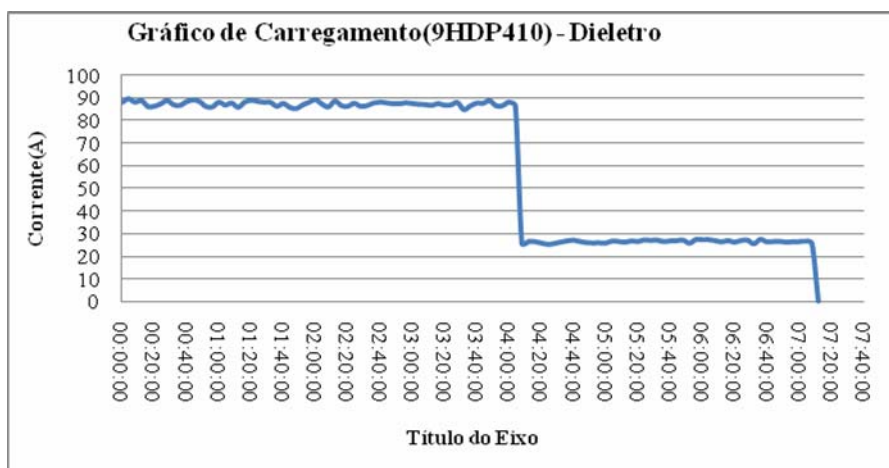
as curvas obtidas nos três carregadores. O carregador que apresenta diferença na forma de onda e na potência é o JLW.



**Figura 38 – corrente de carregamento da bateria 9HDP560 (12º Ciclo)**



**Figura 39 – Curva de carga da bateria 9HDP410**



**Figura 40 – Curva de carga da bateria 9HDP410**

A semelhança das curvas foi verificada com isso, mas a capacidade no fornecimento de energia foi maior no carregador JLW, seguido do Dieletro e por fim o KM.

Com a evolução do conhecimento e com a obtenção de módulos(fontes de tensão e corrente), foi iniciado a aplicação de perfis que são os de possível utilização dos consumidores. Os perfis testados foram de dois estágio, sendo que o ponto de mudança de corrente variou entre 2,42 Volts por elemento a 2,45 Volts por elemento. Com isso, foi verificado que a corrente de primeiro estágio que se apresenta adequada ao carregamento da bateria, seria em torno de 17,5% da corrente nominal de C8(capacidade em 8 horas), com uma tensão de mudança de estágio de 2,43 Volts por elemento, e a corrente utilizada no segundo estágio de carga foi em torno de 4,5%. Utilizando estes parâmetros foi conseguida uma capacidade de 97% do fornecimento da bateria, e co apenas 7,6% de fator de sobrecarga(porcentagem a mais da energia de fornecimento máxima do acumulador), que serve para compensar as perdas internas. O intervalo de tempo para isso foi de aproximadamente 8 horas e meia.

## **8.0- Conclusão**

Como complemento aos conhecimentos adquiridos na universidade no curso de engenharia elétrica, foi desenvolvido o estágio na Acumuladores Moura, unidade 08, o estágio em várias áreas do conhecimento.

Fiquei responsável pela unidade 08 de toda a parte de energia e elétrica, pois assim, foi possível o amadurecimento como profissional. Realizei atividade de gestão, principalmente de pessoas no qual me identifiquei bastante, bem como da minha área de formação, com projetos científicos, como a descoberta de perfis de carregamento da bateria bem como de suas mudanças químicas inerentes e de projeto de aplicação de várias disciplinas verificando a gestão dos custos energéticos, aumentando a eficiência da unidade.

O cumprimento de metas e a organização das atividades vêm a ser algo que servirá muito durante toda minha carreira profissional, ou até mesmo na vida. E o mais importante, as metas que me foram estabelecidas foram conseguidas, como exemplo o projeto de envelopamento de placas e gestão de custos energéticos tem indicadores de todo o resultado.

O relatório que escrevi tem os resultados de cada projeto em seu final e conhecimentos que poderão ser utilizados por alunos na verificação de novas formas de se empenhar a tarefa de um estagiário. Com isso, concluo o curso de engenharia elétrica e agradeço a todos que me incentivaram nesta jornada, difícil, porém gratificante.

## 9.0- Bibliografia

**Falconi, V.** - Gerenciamento da Rotina do trabalho do dia-a-dia, Editora FCO - Belo Horizonte - Brasil – 1994

**Silva, D.C.**. Metodologia de Análise e Solução de Problemas; Curso de especialização em Qualidade Total e Marketing. Florianópolis: Fundação CERTI.UFSC, 1995.

**Andrade, Juliano de;** *Estudo do Mecanismo da Carga Pulsada em Eletrodos Planos e Pb e em Eletrodos Porosos de Baterias Chumbo Ácido* , 2005;

**Zvei:(Instituto Alemão);** *Charger Assignments for traction batteries in vented(PZs) and in valve regulated(PZv)*, 2004;

**Vinal, G. W.,** *Storage Batteries – A General Treatise on the Physics and Chemistry of Secondary Batteries and their Engineering Applications*, 4º Edição, John Wiley & Sons, 1955;