

UFPb
CCT

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

DEM

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECANICA
PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO UNIVERSIDADE/EMPRESA
CURSO INTEGRADO

CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO

CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO

Rua Aprígio Veloso, s/n - Telefone: (083) 321.7222 - Ramais 620 e 611.
Campina Grande - Paraíba

CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
CAMPUS-II - CAMPINA GRANDE / PB

RELATÓRIO - FINAL

ESTÁGIO SUPERVISIONADO (PO6045X)

TRABALHO APRESENTADO POR:

WELLINGTON DE CARVALHO LEAL

MATRÍCULA Nº. 7911100-8

LOCAL DO ESTÁGIO: C.C.B. - POLO-PETROQUÍMICO DE CAMAÇARI -
BAHIA

ORIENTADOR: JOSÉ QUIRINO DA SILVA

SUPERVISORES NA EMPRESA: JOSÉ CARLOS SFALCIN
JAIME GARCIA DA SILVA

CAMPINA GRANDE (PB), 09 DE JANEIRO DE 1.984



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

Campina Grande(Pb), 12 de janeiro de 1.984

ILM^o. SR.

COORDENADOR DO CURSO DE GRADUAÇÃO
DE ENGENHARIA MECÂNICA DO CCT-UFPB

N E S T A

Em anexo, envio a Vossa Senhoria, o relatório referente ao meu estágio su
pervisionado, realizado na COMPANHIA DE CELULOSE DA BAHIA - C.C.B., tendo
como orientador o Professor JOSÉ QUIRINO DA SILVA e supervisores na empres
a o Engenheiro JOSÉ CARLOS SFALCIN e o supervisor mecânico JAIME GARC
CIA DA SILVA.

Atenciosamente

Wellington de Carvalho Leal

WELLINGTON DE CARVALHO LEAL



companhia de celulose da bahia

D E C L A R A Ç Ã O

Declaramos para os devidos fins que o Sr. WELLINGTON DE CARVALHO LEAL, estudante do Curso de Engenharia Mecânica, estagiou nesta Empresa, no período de 22.03.83 a 19.08.83, nas áreas do Projeto Fibra e Manutenção Mecânica, tendo um bom desempenho nas tarefas ao mesmo atribuídas.

W. Guimarães
Companhia de Celulose da Bahia

Camaçari, 19 de agosto de 1983.

CAMAÇARI-BA (FÁBRICA)
VIA ALFA S/Nº - ÁREA IND. NORTE - COPEC
TEL.: (071) 932 1066
CAIXA POSTAL Nº 0002
TELEX (071) 1588 - CEBA - BR
CEP. 42 800

SALVADOR - BA. (ESCRITÓRIO)
RUA PINTO MARTINS, 11
ED. COMENDADOR PEDREIRA, S/ 305
TEL.: 243 4311
TELEX: (071) 1103 - CEBA - BR
CEP. 40.000

RIO DE JANEIRO - RJ
AV. ALMIRANTE BARROSO, 63
ED. CIDADE DO RIO DE JANEIRO S/1317
TEL.: (021) 262 7219
CEP. 20.031

A G R A D E C I M E N T O S

Tenho a agradecer:

Primeiramente a Deus, por ter me concedido condições físicas e psicológicas para suprir todas as barreiras e realizar este gratificante trabalho.

Aos meus pais e irmãos que sempre me apoiaram e incentivaram em todos os momentos.

A COMPANHIA DE CELULOSE DA BAHIA - C.C.B., por ter me oferecido a chance de realizar este estágio e mostrar o meu trabalho.

A EUGÊNIA UCHOA LIMA e família, por tudo.

A GERALDO DE OLIVEIRA BARRETO e família.

A BASÍLIO COELHO.

Aos professores: JOSÉ DA SILVA QUIRINO e MANASSÉS DA COSTA AGRA, que sempre me orientaram em todos os momentos que necessitei.

Finalmente a todos os demais professores, amigos e profissionais da COMPANHIA DE CELULOSE DA BAHIA - C.C.B., que me apoiaram e incentivaram durante o estágio.


S U M Á R I O

No capítulo 1, é feita uma apresentação da C.C.B. (COMPANHIA DE CELULOSE DA BAHIA), de sua matéria prima, ou seja, o sisal, como também uma descrição do seu processo produtivo para a obtenção do produto final, a celulose do sisal.

O capítulo 2, descreve as atividades do estágio, realizadas no órgão denominado PROJETO FIBRA, órgão este responsável pelas fazendas de plantio do sisal da C.C.B.. Portanto, serão descritos os trabalhos de pesquisas realizadas nestas fazendas, localizadas no interior do Estado da Bahia, mais precisamente na FAZENDA MARIA PRETA, situada em Santa Luz - Bahia. Os trabalhos de pesquisas, foram relacionados com testes de teor de umidade da mucilagem (bagaço liberado pela folha do sisal após seu desfibramento), para a utilização da mesma como combustível de caldeiras, e os resultados destes estão plotados neste capítulo do relatório. Foi feito também uma descrição dos equipamentos utilizados nestes testes, para uma maior facilidade de compreensão dos procedimentos nos mesmos.

O capítulo 3, trata da parte do estágio realizada na DIVISÃO DE MANUTENÇÃO (DIMAN), na área industrial da C.C.B. no Polo-Petroquímico de Camaçari-Bahia. Foram descritos teoricamente alguns equipamentos mecânicos e elétricos da área industrial da empresa, a fim de proporcionar uma maior facilidade de entendimento das atividades do estágio. Finalmente foram descritos os trabalhos de manutenção e ou montagem nos referidos equipamentos, realizados pela Divisão de Manutenção Mecânica durante o estágio.

LISTA DE SIMBOLOS

 Válvula de Controle

 Válvula de Gaveta

..... Linha de Tubulação

Í N D I C E

C A P Í T U L O 1

1.1 - A Companhia de Celulose da Bahia (C.C.B.).....	02
1.2 - Celulose.....	03
1.3 - Descrição do Processo Industrial.....	04
1.3.1 - Manuseio de Sisal.....	04
1.3.2 - Cozimento.....	04
1.3.3 - Lavagem.....	05
1.3.4 - Branqueamento.....	06
1.3.5 - Soda Cáustica.....	06
1.3.6 - Dióxido de Cloro.....	07
1.3.7 - Processo de Branqueamento.....	07
1.3.7.1 - Cloração.....	07
1.3.7.2 - Extração Alcalina.....	07
1.3.7.3 - Dióxido de Cloro I.....	07
1.3.7.4 - Extração Alcalina II.....	08
1.3.7.5 - Dióxido de Cloro II.....	08
1.3.7.6 - Tratamento com SO ₂	08
1.3.8 - Depuração.....	08
1.3.9 - Secagem e Enfardamento.....	08
1.3.10 - Evaporação.....	09
1.3.11 - Caldeira de Recuperação.....	09
1.3.12 - Caustificação.....	10
1.3.13 - Forno de Cal.....	10

C A P Í T U L O 2

2.1 - Introdução.....	11
2.2 - Descrição dos equipamentos.....	11

2.2.1 - Introdução.....	11
2.2.2 - Prensa Desaguadora.....	11
2.2.3 - Moinho Desfibrador Vertical.....	12
2.2.4 - Balança de Precisão de Pratos.....	13
2.2.5 - Estufa Elétrica.....	13
2.3 - Atividades.....	13
2.3.1 - Introdução.....	13
2.3.2 - Ensaio Desenvolvidos.....	14
2.3.3 - Procedimentos e Cálculos Utilizados na Determinação da Percentagem de Umidade numa Amostra de Mucilagem.....	15
2.3.4 - Resultados obtidos.....	16

C A P Í T U L O 3

3.1 - Introdução.....	20
3.2 - Descrição dos Equipamentos.....	20
3.2.1 - Introdução.....	20
3.2.2 - Compressores.....	21
3.2.2.1 - Definição.....	21
3.2.2.2 - Classificação.....	21
3.2.3 - Válvulas.....	23
3.2.3.1 - Definição.....	23
3.2.3.2 - Classificação.....	23
3.2.4 - Purgadores de Vapor.....	31
3.2.4.1 - Definição.....	31
3.2.4.2 - Principais Tipos de Purgadores.....	31
3.2.5 - Tubulações.....	34
3.2.5.1 - Definição.....	34
3.2.5.2 - Acessórios Para Tubulações.....	34
3.2.5.3 - Considerações Gerais Sobre Tubulações.....	36
3.2.6 - Digestor Contínuo.....	37
3.2.7 - Picadores de Sisal.....	37

3.2.8 - Bombas Centrífugas.....	37
3.2.8.1 - Definição.....	37
3.2.8.2 - Classificação das Bombas Centrífugas.....	38
3.2.9 - Caldeiras de Vapor.....	39
3.2.9.1 - Definição.....	39
3.2.9.2 - Tipos Fundamentais de Caldeiras de Vapor.....	39
3.3 - Atividades.....	40
3.3.1 - Introdução.....	40
3.3.2 - Manutenção de Bombas Centrífugas.....	40
3.3.3 - Manutenção de Transportadores de Correia Contínua.....	43
3.3.4 - Manutenção em Tubulações.....	43
3.3.5 - Manutenção de Válvulas.....	44
3.3.6 - Manutenção de Redutores de Velocidades.....	44
3.3.7 - Manutenção de Picadores de Sisal.....	46
3.3.8 - Instalações de Motores Elétricos e Equipamentos Mecânicos	46
3.3.9 - Outras Atividades.....	47
 Conclusão Geral.....	 48
 Bibliografia.....	 49
 Apêndice.....	 50

I N T R O D U Ç Ã O G E R A L

Este relatório trata das atividades do estágio integrado realizado na C.C.B. (COMPANHIA DE CELULOSE DA BAHIA), localizada no Polo-Petroquímico de Camaçari-BAHIA. Esta é uma indústria pioneira na utilização do sisal como matéria prima para a celulose, pois as demais indústrias do ramo utilizam a madeira. Por este motivo, ainda estão sendo desenvolvidos vários trabalhos de pesquisas, para a otimização do processo produtivo deste tipo de celulose, já tendo sido conseguidos muitos resultados satisfatórios. O estágio foi dividido em duas etapas, a primeira com atividades de pesquisas realizadas nas fazendas da C.C.B. (localizadas no interior do estado da Bahia), e a segunda com trabalhos de manutenção nos equipamentos mecânicos e elétricos da área Industrial da empresa (no POLO-PETROQUÍMICO de Camaçari), atividades estas que serão descritas e discutidas no desenvolvimento deste relatório.

C A P Í T U L O 11.1 - "A COMPANHIA DE CELULOSE DA BAHIA" (C.C.B.)

"A Companhia de Celulose da Bahia", localiza-se no Polo-Petroquímico de Camaçari, na Rua Alfa s/n Área Industrial Norte - COPEC, a cerca de 60 Km de Salvador - Bahia. Esta indústria tem como produto final a celulose do sisal, sendo portanto pioneira na produção de celulose usando esta matéria prima, pois as demais indústrias do ramo utilizam a madeira. A capacidade produtiva nominal da C.C.B. é da ordem de 220 toneladas/dia e sua matéria-prima é comprada de terceiros ou cultivada nas fazendas do plantio do sisal, tornando-a assim um agro indústria. Estas fazendas, que são de sua propriedade, localizam-se no interior do estado da Bahia e nelas estão o plantio e as usinas de desfibramento do sisal, como também alguns laboratórios onde são realizadas pesquisas para aproveitamento do suco (caldo liberado pela folha do sisal durante o desfibramento) e da mucilagem (bagaço resultante da polpa da folha do sisal desfibrado) do mesmo.

A indústria em Camaçari, é dividida em vários departamentos, entre os quais se encontram os seguintes: Departamento do Projeto Fibra (responsável pelas fazendas e as atividades nelas desenvolvidas), Departamento de Engenharia (responsável pelo desenvolvimento e modificação de projetos), Departamento de Planejamento (responsável pelo planejamento de manutenção e pelo almoxarifado da indústria), Departamento de Segurança (responsável pela segurança da indústria e dos seus funcionários), Departamento de Manutenção (responsável pela manutenção dos equipamentos da indústria) e outros.

A celulose produzida pela C.C.B. é vendida para as fábricas de papel do Nordeste e das demais regiões do País, como também para o exterior.

1.2 - C E L U L O S E

A Celulose é um carboidrato abundante na natureza, constitui cerca de 1/3 de toda a matéria vegetal existente.

Suas moléculas alongadas agrupam-se em fibras e são componentes básicos das paredes das células dos vegetais superiores. É responsável pela consistência e tenacidade da madeira, bem como pela resistência a tração das fibras vegetais.

A celulose é um polímero da glicose constituindo uma longa cadeia de moléculas de glicose unidas por ligações moleculares.

Ao construir as paredes celulares, a celulose forma um sistema contínuo com espaços intercalados por poros. Nos espaços depositam-se constituintes amorfos sendo os mais importantes as hemiceluloses e a lignina e que apresentam problemas na purificação da celulose por não ser facilmente solúveis.

Atualmente existem processos industriais de purificação da celulose, dando origem estas as chamadas pastas químicas.

Sob o ponto de vista específico de qualidade do produto obtido, o sisal proficia a elaboração de pastas celulósicas que por suas características físico-mecânicas, gozam de características específicas.

Como celulose de fibra longa de alta resistência ao rasgo, ao estouro, de média resistência e auto-ruptura e altíssima capacidade de drenagem, o sisal permite a fabricação de um tipo de celulose de que o Brasil apresenta forte dependência, visto que a celulose de eucalipto da qual já somos grande produtores, possuem fibra curta, não apropriada a fabricação de certos tipos de papel.

A pequena produção de celulose de fibra longa entre nós, é obtida a partir da Araucaria Augustipia (hoje quase em extinção) observando-se que as variedades exóticas introduzidas para o mesmo fim, Pinus Caribaen, Pinus Taeda e outras exigem um período de 12 a 15 anos para seu corte.

Utilizar portanto, a fibra de sisal como matéria-prima de uso perma-

mente, é somente um problema de definir uma equação favorável no seu custo de produção e industrialização nas áreas agrícolas.

1.3 - DESCRIÇÃO DO PROCESSO INDUSTRIAL

A C.C.B., usa como matéria prima o sisal para obter a celulose com o processo à soda caústica.

1.3.1 - MANUSEIO DE SISAL

O sisal produzido nas áreas agrícolas são estocados neste local em forma de fardos.

O transporte das fazendas até a fábrica é efetuado em caminhões. Cada caminhão, após ser pesado em uma balança instalada na entrada da fábrica, é dirigido para a área de estocagem e manuseio de sisal.

A descarga de caminhões é feita manualmente. Uma parte dos fardos é estocado em pilhas e a outra parte será destinado a produção, estes são colocados sobre as esteiras transportadoras de velocidade variável que levam os fardos até o tambor abridor de fardos, antes de entrarem nas correias alimentadoras são retiradas as cordas que amarram os mesmos.

No abridor de fardos, que consiste em um tambor rotativo, os fardos de sisal são desmanchados.

As fibras de sisal soltas, são transportadas do abridor de fardos até os pré-impregnadores por meio de correias transportadoras.

1.3.2 - C O Z I M E N T O

As fibras soltas de sisal são tratadas com solução de soda quente dentro dos dois pré-impregnadores. A pressão existente é a pressão atmosférica e a temperatura de 90°C, após esta operação é descarregado o sisal embebido em solução de soda e levado até o impregnador de baixa pressão, por meio de

um elevador.

Do impregnador o sisal passa para o alimentador de baixa pressão e depois vai para o pré-aquecimento, efetuado no impregnador de alta pressão, onde é adicionado vapor de 2,5 kg/cm².

Do impregnador de alta pressão, o sisal e o licor preto passam para o alimentador de alta pressão e entram no digestor contínuo, onde a pressão é de \pm 6 a 9 kg/cm² e a temperatura de 165°C a 170°C.

No digestor o material fibroso é delignificado, isto é, a lignina que é a substância cimentante das fibras é dissolvida. O tempo de retenção pode variar de 60 a 90 minutos, conforme o tipo de celulose desejado.

Após o cozimento a celulose passa através da zona de lavagem onde é adicionado licor preto de lavagem.

O licor preto que lava a celulose, é depois extraído das pe neiras centrais do digestor, indo uma parte para o processo e a outra parte para a evaporação.

A celulose é descarregada pelo fundo do digestor, após passar pela zona de resfriamento. Este resfriamento é obtido por meio do licor que sai do 1º filtro a vácuo rotativo do setor de lavagem de massa escura.

Do digestor a massa vai para o tanque de descarga (Blow tank).

1.3.3 - L A V A G E M

Do tanque de descarga, a massa é bombeada para o setor de lavagem de massa escura.

A massa aqui lavada por meio de filtros rotativos, Dorr-Oliver, com o princípio de contra corrente, isto é, a água de lavagem é colocada acima do 2º filtro lavador, o licor que sai através da manta de celulose é bombeada para o 1º filtro

lavador e o licor que sai deste filtro é bombeado para a zona de resfriamento do digestor.

Estes dois filtros funcionam com vácuo obtido pela perna vácuométrica.

Do 2º filtro lavador, a massa vai para a torre de alta consistência.

1.3.4 - BRANQUEAMENTO

A celulose assim obtida seria muito escura para alguns tipos de papéis, portanto, é necessário que ela seja submetida ao processo de branqueamento.

O processo de Branqueamento usado na C.C.B. é o de 5 estágios DC. EDE.

OBS: DC = dióxido cloro
E = extração alcalina (soda)

Os produtos químicos usados no branqueamento são:

- . ácido sulfúrico
- . Cloro
- . Dióxido de Cloro
- . Ácido sulfuroso (solução aquosa de SO_2)

O cloro em forma líquida é estocado em 2 tanques com capacidade de 30 toneladas cada, apoiados sobre balanças. A pressão de trabalho destes tanques é de 5,5 a 7,0 kg/cm^2 .

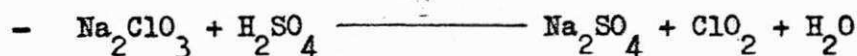
O cloro líquido é gaseificado por meio de um gaseificador ou evaporador de cloro, pois é na forma gasosa que o cloro é usado no branqueamento. A gaseificação é obtida por meio de aquecimento.

1.3.5 - SODA CÁUSTICA

A soda chega na forma líquida concentrada a 50% e é usada no cozimento como também no branqueamento, esta é armazenada em um tanque de onde sai para o processo.

1.3.6 - DIÓXIDO DE CLORO

É produzido na fábrica a partir do clorato de sódio, conforme equação abaixo:



A preparação do dióxido de cloro em solução, é feita em reatores com processo semi-automático. Os reatores operam sob vácuo, para evitar vazamentos.

(Vácuo 50 mm² de coluna de água).

1.3.7 - PROCESSO DE BRANQUEAMENTO

O branqueamento da celulose é feito da seguinte maneira:

1.3.7.1 - CLORAÇÃO (DC)

A massa, após acidificada em ácido sulfúrico, é tratada com dióxido de cloro em solução e água clorada. Possui uma ação oxidante sobre a lignina.

1.3.7.2 - EXTRAÇÃO ALCALINA (E)

A massa clorada, depois de lavada no filtro rotativo lavador é tratada com uma solução de soda cáustica e vapor para retirar em solução as cloro-ligninas formadas.

1.3.7.3 - DIÓXIDO DE CLORO I (D_I)

Depois de lavada, a massa que sai da extração alcalina é tratada com uma solução de dióxido de cloro e vapor para oxidar ulteriormente os resíduos de lignina e branquear assim a celulose.

1.3.7.4 - EXTRAÇÃO ALCALINA II (E_{II})

Depois de lavada, a massa que sai do tratamento com dióxido de cloro é tratada novamente com solução de soda cáustica e vapor.

1.3.7.5 - DIÓXIDO DE CLORO II(D_{II})

Aqui a massa é novamente tratada com solução de dióxido de cloro.

1.3.7.6 - TRATAMENTO COM SO₂

Este tem como função eliminar os traços de cloro eventualmente presentes na celulose branqueada.

1.3.8 - D E P U R A Ç Ã O

A massa branqueada deve ser liberada das partículas que não forem delignificadas no processo de cozimento e das impurezas.

No caso da C.C.B., como o Material fibroso é o sisal que dá pouco rejeito após o cozimento, a depuração por isto foi instalada após o branqueamento.

Aqui a celulose é submetida a dois tipos de depuradores e se lectifire (peneira) hidrociclones.

A massa depurada passa por um filtro rotativo engrossador, indo para uma torre de estocagem de alta consistência.

1.3.9 - SECAGEM E ENFARDAMENTO

Esta é a última operação da linha de preparação da celulose. Da torre de estocagem de alta consistência, a celulose é novamente diluída e por meio de uma bomba vai para uma caixa de alimentação da máquina de secagem.

A celulose em suspensão sai da caixa da máquina e forma um

lençol em cima da tela desaguadora, para através de uma série de rolos que extraem o líquido contido no lençol de celulose, saindo no último rolo com uma consistência aproximada de 40 a 42%, para logo após entrar no sistema de secagem.

Este é constituído de 62 rolos secadores, aquecidos por vapor com pressão de $2,5 \text{ kg/cm}^2$. A folha de celulose na saída do último cilindro secador possui uma consistência de aproximadamente 90% e 10% de umidade.

O lençol é cortado longitudinalmente e transversalmente para formar folhas e depois prensadas, empacotadas e amarradas em fardos.

1.3.10 - EVAPORAÇÃO

Aqui o licor preto é evaporado utilizando-se vapor de $2,5 \text{ kg/cm}^2$, operação efetuada nos evaporadores, nos quais o licor entra com 12 a 13% de sólidos totais e sai com 63% de sólidos.

Este licor preto concentrado ou forte é bombeado para a caldeira de recuperação.

1.3.11 - CALDEIRA DE RECUPERAÇÃO

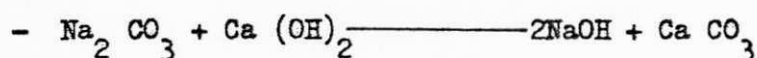
O licor preto é injetado dentro da fornalha da caldeira de recuperação através de bicos oscilantes e depois submetido a queima.

Aqui o licor preto composto de lignina (carbono, hidrogênio e oxigênio) e soda cáustica é queimada. A soda cáustica contida no licor, durante o processo de queima é transformado em carbonato de sódio ($\text{Na}_2 \text{CO}_3$). Este sai da fornalha em forma de cinzas fundida e vai para um tanque dissolvedor, onde o líquido forma o chamado licor verde. As substâncias orgânicas queimadas produzem o vapor necessário a fábrica. Os gases da combustão antes de passarem a chaminé, entram nos

precipitadores eletrostáticos, onde são retiradas as partículas de carbonato de sódio.

1.3.12 - CAUSTIFICAÇÃO

Aqui o licor verde é tratado com leite de cal, obtendo-se:



O licor branco, isto é, o produto obtido no setor da caustificação é usado novamente no cozimento do sisal.

Depois de decantado o licor branco, adicionado de soda cáustica é bombeado para os tanques de estocagem.

O carbonato de cálcio é enviado para um filtro rotativo afim de retirar a soda cáustica eventualmente presente, logo a seguir é enviado para o forno de cal.

1.3.13 - FORNO DE CAL

O carbonato de cálcio obtido da caustificação, entra no forno de cal, que é do tipo usado na indústria de cimento, e aqui o carbonato de cálcio por meio de combustão (queima de óleo) divide-se em dióxido de cálcio.



Este dióxido de cálcio dissolvido em água produz o leite de cal usado na caustificação para tratar o licor verde.

C A P Í T U L O 2

2.1 - I N T R O D U Ç Ã O

Este capítulo trata das atividades do estágio realizadas nas fazendas da C.C.B., mais precisamente na Fazenda Maria Preta, localizada no interior da Bahia próximo à cidade de Santa Luz, a cerca de 300 km de Salvador. Esta fazenda é administrada pelo Projeto Fibra, órgão localizado na indústria em Camaçari, que tem como objetivo o desenvolvimento, modernização, ampliação e manutenção do plantio de sisal e das usinas desfibradoras do mesmo, como também o desenvolvimento de pesquisas para o aproveitamento do suco e da mucilagem do sisal. A mucilagem está sendo pesquisada para ser aproveitada como adubo, ração animal e combustível de caldeira, enquanto o suco para servir como adubo e componente de produtos farmacêuticos. Entretanto, as atividades do estágio foram relacionadas com as pesquisas de aproveitamento da mucilagem do sisal para combustível de caldeiras, como será observado na descrição dos trabalhos realizados.

2.2 - D E S C R I Ç Ã O D O S E Q U I P A M E N T O S

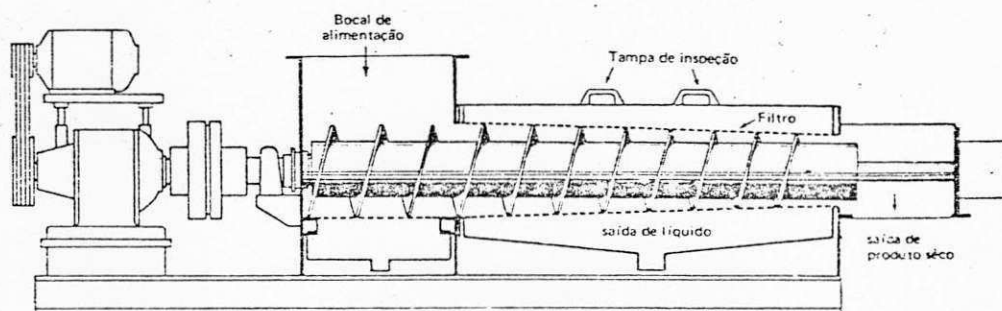
2.2.1 - I N T R O D U Ç Ã O

A fim de proporcionar um melhor entendimento dos trabalhos de pesquisas realizados durante o estágio, serão descritos alguns equipamentos utilizados para a consecução destas pesquisas.

2.2.2 - P R E N S A D E S A G U A D O R A

É um equipamento mecânico, composto por um corpo de aço (parte aço inoxidável e parte aço-carbono) no qual está localizada um bocal para alimentação do produto a ser prensado,

um eixo circular com uma rosca helicoidal, acionado por um re dutor de velocidade acoplado a um motor elétrico, uma saída para o líquido, uma saída para o produto desaguado e uma tampa superior de proteção removível. Envolvendo a rosca helicoidal, a prensa apresenta ainda, um filtro de chapa de aço inoxidável, responsável pela drenagem e conseqüentemente separação entre o líquido e a massa sólida a ser prensada (ver figura abaixo).



2.2.3 - MOINHO DESFIBRADOR VERTICAL

É um equipamento mecânico composto de uma carcaça de aço, no interior da qual trabalha um rotor vertical acionado por um motor elétrico. Ao redor do rotor são distribuídos uniformemente vários martelos oscilantes de aço, que tem a finalidade de lançar os cavacos de sisal (pedaços da folha de sisal picada) contra uma camisa de aço perfurada que funciona como filtro, separando o suco da mucilagem e da fibra do sisal, realizando assim o desfibramento do mesmo. O moinho vertical após desfibrar o sisal, separa sua fibra do suco e da mucilagem, fornecendo cada um destes componentes por uma saída diferente.

2.2.4 - BALANÇA DE PRECISÃO DE PRATOS

É um instrumento de pesagem de precisão, utilizado quando se deseja uma pequena margem de erro nas leituras dos resultados. Geralmente utiliza-se este equipamento em pesquisas, em virtude da necessidade de obtenção de resultados precisos, ou seja, sem discrepâncias consideráveis.

2.2.5 - ESTUFA ELÉTRICA

É um equipamento elétrico de aquecimento resistivo, composto por uma câmara ao redor da qual as resistências ficam uniformemente distribuídas, uma camada de isolante térmico entre a câmara e as paredes externas de sua caixa, um dispositivo de controle de temperatura e uma porta para abrir e fechar a câmara. Uma estufa elétrica pode ser utilizada para vários fins, entre os quais está a eliminação da umidade, ou seja, evaporação da água que se encontra misturada a uma determinada massa sólida.

2.3 - ATIVIDADES

2.3.1 - INTRODUÇÃO

Para efeito de conhecimento como também um mais rápido entrosamento com as atividades desenvolvidas pelo Projeto Fibra nas fazendas da C.C.B., o estágio foi iniciado com atividades de leituras ou consultas em: relatórios de testes anteriormente realizados, catálogos de fabricantes de equipamentos, relatórios de estudos sobre a origem e evolução no decortamento do sisal, manuais de operação das usinas desfibradoras, manual da prensa desaguidora da usina 27 e do fluxo de alternativas da C.C.B. para o processo de obtenção de fibra de sisal para o fabrico de celulose (este fluxo pode ser visto no apêndice). Após estas atividades de leituras e consultas, anteriormente descritas, realizadas no escritório do Projeto Fibra, na fábrica em Camaçari, foram iniciadas as viagens se

manais à Fazenda Maria Preta, para as realizações dos ensaios com a prensa desaguadora da usina 27, ensaios estes que serão descritos a seguir.

2.3.2 - ENSAIOS DESENVOLVIDOS

Como foi dito anteriormente, as pesquisas desenvolvidas na Fazenda Maria Preta, foram relacionadas com o aproveitamento da mucilagem do sisal como combustível de caldeiras. As pesquisas constaram no desaguamento, ou seja, secagem e determinação da umidade da mucilagem, que deveria sair dos moinhos desfibradores com cerca de 80% de umidade (em peso), para em seguida passar por uma prensa desaguadora sair com cerca de 55% de umidade e finalmente secar até cerca de 22% de umidade ao calor do sol, espalhado em um pátio calçado com paralelepipedos. Esta porcentagem de umidade final na mucilagem deveria ser atingida, para que os testes posteriores de peletização da mesma, testes estes realizados no IPT (Instituto Paulista de Tecnologia) em São Paulo, fossem bem sucedidos. A peletização consiste numa operação de transformação da mucilagem em pellets ou briquetes.

Transformada a mucilagem em pellets, os mesmos eram submetidos a um teste de desgaseificação, ou seja, eram insinerados para liberarem os gases que servem como combustível de caldeiras. Na execução dos testes de desaguamento da mucilagem eram sempre seguidos os seguintes passos.

- 1º - Captação de uma amostra da mucilagem saída dos moinhos desfibradores e determinação do teor ou percentagem de umidade na mesma.
- 2º - Alimentação, através de um transportador de correia contínua, da prensa desaguadora com a mucilagem saída dos moinhos desfibradores.
- 3º - Captação de uma amostra da mucilagem desaguada, na saída da prensa e determinação da sua percentagem de umidade.

- 4º - Transporte da mucilagem saída da prensa para o pátio de secagem ao sol e sua espalhagem no referido pátio.
- 5º - Secagem durante um determinado tempo, o necessário, da mucilagem.
- 6º - Captação de uma amostra da mucilagem espalhada no pátio e determinação de sua percentagem de umidade. Se a percentagem de umidade estivesse em torno de 22%, procedia-se o ensacamento da mucilagem e o envio da mesma para o IPT. Caso contrário, ou seja, se a percentagem de umidade estivesse muito acima de 22%, deixava-se a mucilagem permanecer no sol até que fosse atingido este valor.

2.3.3 - PROCEDIMENTOS E CÁLCULOS UTILIZADOS NA DETERMINAÇÃO DA PERCENTAGEM DE UMIDADE NUMA AMOSTRA DE MUCILAGEM

A percentagem de umidade de uma amostra de mucilagem, retirada da saída do moinho desfibrador, da saída da prensa desaguidadora ou do pátio de secagem, era determinada seguindo-se sempre os seguintes passos e utilizando-se os respectivos cálculos.

- 1º - Pesagem, numa balança de precisão, de um pratinho de vidro e anotação do seu valor = X.
- 2º - Captação, com o referido pratinho de vidro, de uma amostra da mucilagem, pesagem da mesma com o pratinho e anotação do valor = Y = X + Z (onde Z = peso da amostra de mucilagem úmida).
- 3º - Colocação do pratinho de vidro com a amostra de mucilagem em uma estufa elétrica, a uma temperatura em torno de 100°C, para provocar a evaporação da umidade da amostra.
- 4º - Retirada da estufa, após um determinado espaço de tempo, da amostra, pesagem, anotação do valor, observação da variação do peso da mesma e recolocação na câmara da estufa.

5º - Repetição do 4º passo até que seja observada a estabilização do peso da amostra. Daí anota-se o valor do peso da amostra de mucilagem seca com o prato = $K = X + W$ (onde W = peso da amostra da mucilagem seca).

6º - Cálculo da percentagem de umidade através da seguinte regra de três:

100% de umidade

$$Z = Y - X$$

X% de umidade

$$K - Y = P \text{ (Peso da umidade que evaporou).}$$

Onde só se tem o "X" como incognita, que é exatamente o valor da percentagem de umidade da amostra no início do teste.

2.3.4 - RESULTADOS OBTIDOS

Em virtude da realização de vários testes de determinação da percentagem de umidade em amostras de mucilagem, e, pela semelhança dos procedimentos nos mesmos, será dado apenas um exemplo de como foi obtido o valor desta percentagem em um dos testes realizados, através do quadro 1. Em seguida serão dados os valores finais de alguns testes realizados, através dos quadros 2 e 3.

QUADRO 1

Resultados parciais e final de um teste para determinação da percentagem de umidade de uma amostra de mucilagem saída dos moinhos desfibradores.

TEMPO (Minutos)	PÊSO (mg)
0	49.000
10	47.410
20	45.700
30	44.370
40	44.060
50	43.310
60	42.900
70	42.400
80	42.020
90	41.950
100	41.920
110	41.920

O peso do pratinho de vidro foi: $X = 38.980 \text{ mg}$

O peso do pratinho + amostra úmida foi: $Y = X + Z = 49.000 \text{ mg}$

O peso do pratinho + amostra sêca foi: $K = X + W = 41.920 \text{ mg}$

Dai:

100% de umidade

$$Z = Y - X = 10.020 \text{ mg}$$

$X\%$ de umidade

$$P = Y - K = 7.080 \text{ mg}$$

$$X = 70,6\%$$

Logo o valor da percentagem de umidade da amostra de mucilagem neste teste foi de 70,6%.

QUADRO 2

Resultados finais de alguns testes para determinação da percentagem de unidade de algumas amostras de mucilagem.

PERCENTAGEM DE UMI- DADE DA MUCILAGEM ' SAÍDA DOS MOINHOS(%)	PERCENTAGEM DE UMI- DADE DA MUCILAGEM' SAÍDA DA PRENSA NA 1ª PASSAGEM (%)	PERCENTAGEM DE UMI- DADE DA MUCILAGEM SAÍDA DA PRENSA NA 2ª PASSAGEM (%)
86,90	63,13	-
86,90	65,54	-
86,90	70,05	49,28
82,94	72,50	56,44
82,94	72,50	58,33
82,94	74,12	58,77
82,94	73,72	57,25
87,08	76,36	58,07

OBS:

Observa-se que em alguns testes, repassou-se a mucilagem na prensa desaguadora, em virtude de não se ter conseguido a percentagem de unidade desejada, na primeira passada.

QUADRO 3

Resultados finais de alguns testes com amostras de mucilagem do pátio de secagem final ao sol.

PERCENTAGEM DE UMIDADE (%)
26,80
18,47
23,50
22,60
23,60

OBSERVAÇÃO:

As variações obtidas nas leituras dos testes de determinação do teor de umidade da mucilagem do sisal, são provocadas pelo índice pluviométrico, na região do plantio do mesmo, pois, quanto maior for este índice maior será o teor de água na folha do sisal. Daí esta ser a maior dificuldade encontrada durante a realização das pesquisas, para se obter o teor de umidade final desejado.

C A P Í T U L O 3

3.1 - INTRODUÇÃO

Este capítulo relata a segunda parte do estágio, a qual foi realizada na área de manutenção industrial da C.C.B.. O órgão responsável pela manutenção da companhia, no Polo-Petroquímico de Camaçari, chama-se DIMAN (Divisão de Manutenção) e, é dividido em três áreas: Civil, Elétrica e Mecânica, sendo que o estágio foi realizado nesta última. Até o momento do término do estágio, a C.C.B. não contava com um plano de manutenção preventiva definido, em virtude dos seus poucos anos de funcionamento. No entanto o referido plano já estava em fase de planejamento, estudos e testes para se adequar aos equipamentos mecânicos existentes na área industrial da fábrica. Portanto, as atividades realizadas durante o estágio, foram de manutenção corretiva, ou seja, de inspeção, observação e correção de defeitos surgidos em equipamentos mecânicos. Geralmente, estes defeitos eram solucionados na oficina mecânica ou na própria área, pelos mecânicos da indústria. Porém, a solução de alguns problemas que surgiram, requereram a contratação de empresas de prestação de serviços, por falta, na ferramentaria da companhia, de equipamentos e ferramentas necessárias.

3.2 - DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

3.2.1 - INTRODUÇÃO

Com o intuito de facilitar a compreensão das atividades de manutenção corretiva realizadas durante o estágio, serão descritos alguns equipamentos mecânicos existentes na área industrial da C.C.B., nos quais foram executados trabalhos de manutenção.

3.2.2 - COMPRESSORES

3.2.2.1 - DEFINIÇÃO

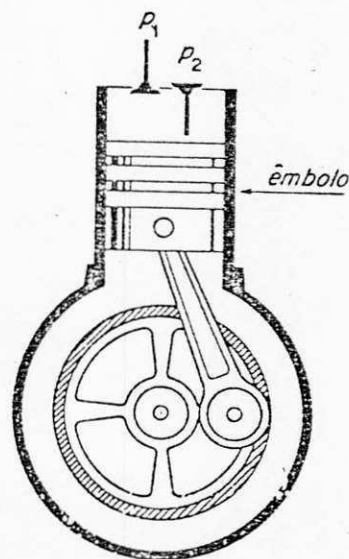
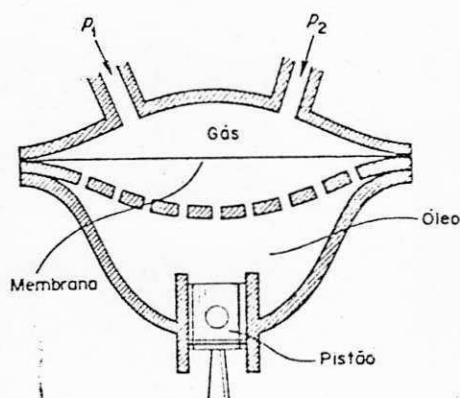
Compressores são equipamentos mecânicos industriais, cuja função é elevar a energia utilizável dos fluidos elásticos, pelo aumento de sua pressão.

3.2.2.2 - CLASSIFICAÇÃO

De acordo com a natureza do movimento principal dos compressores, pode-se classificá-los de uma maneira geral em:

a. COMPRESSORES ALTERNATIVOS:

Estes compressores podem ser de êmbolo ou de membrana, como mostra as figuras abaixo:

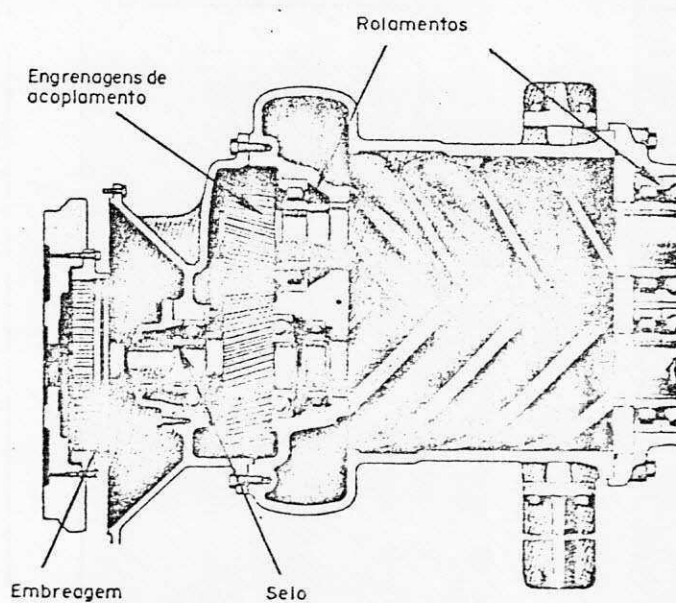


Os compressores de êmbolo são constituídos fundamentalmente de um receptor cilíndrico, no interior do qual se desloca, em movimento retilíneo alternativo, um êmbolo ou pistão, acionado por meio de um sistema biela manivela, articula do diretamente ou por meio de haste e cruzeta,

com o pistão. A entrada e saída do fluido no cilindro, são comandadas por meio de válvulas, localizadas na tampa do cilindro ou no próprio êmbolo. Nos compressores alternativos de membrana, esta pode ser movimentada diretamente ou indiretamente por meio de óleo, que é comprimido através de um pistão secundário, acionado normalmente por um sistema rotativo ou em alguns casos por um sistema alternativo direto utilizando motores eletromagnéticos.

b. COMPRESSORES ROTATIVOS:

Neste tipo de compressor a massa fluida é comprimida através da rotação de: engrenagens (de dentes retos ou helicoidais), palhetas, pêndulo, pistão rotativo, etc. A figura abaixo mostra um compressor rotativo de engrenagens helicoidais.



3.2.3 - VÁLVULAS

3.2.3.1 - DEFINIÇÃO

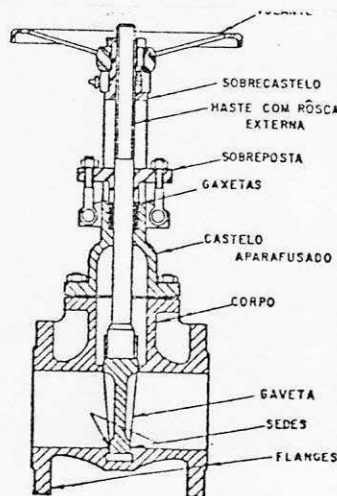
Válvulas são dispositivos destinados a estabelecer, controlar e interromper o fluxo em uma tubulação, sendo portanto os acessórios mais importantes, mais caros e em cuja especificação, escolha e localização deve-se tomar mais cuidados, porque podem provocar grandes perdas de carga no sistema e gerar vazamentos.

3.2.3.2 - CLASSIFICAÇÃO

Os principais tipos de válvulas são:

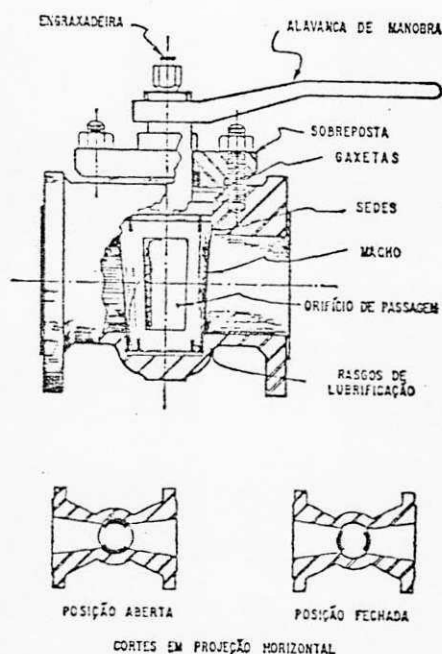
a. VÁLVULA DE GAVETA:

É o tipo de válvula mais importante e de uso mais geral. São utilizadas no bloqueio de linhas de água, vapor, ar comprimido, óleos e líquidos em geral, em qualquer pressão e temperatura. O seu fechamento é feito pelo movimento de uma peça chamada gaveta, que se desloca paralelamente ao orifício da válvula e perpendicularmente ao sentido de escoamento do fluido. A figura abaixo mostra uma válvula de gaveta.



b. VÁLVULA DE MACHO:

Este tipo de válvula é utilizado no bloqueio de gases (em qualquer diâmetro, temperatura e pressão), como também no bloqueio rápido de água, vapor e líquidos em geral (em pequenos diâmetros e baixas pressões). São recomendadas ainda para serviços com líquidos que deixem sedimentos ou que tenham sólidos em suspensão. O fechamento destas válvulas é feito pela rotação de uma peça chamada macho, na qual há um orifício broqueado, no interior do corpo da válvula, como mostra a figura abaixo.

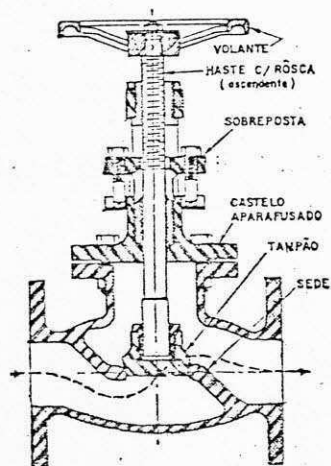


De acordo com o formato do macho, temos ainda duas variações deste tipo de válvula, que são: válvulas de esfera (onde o macho é uma esfera) e válvulas de 3 ou 4 vias (onde o macho é em T, L ou cruz).

c. VÁLVULA DE GLOBO:

Nestas válvulas, o fechamento é feito por meio de um tampão que se ajusta contra a sede da mes

ma, cujo orifício esta geralmente em posição pa
ralela ao sentido do fluxo, como mostra a figu-
ra abaixo.



Estas válvulas apresentam várias vantagens em relação aos outros tipos, tais como: podem tra
balhar em qualquer posição de fechamento (válvulas de regulagem), dão uma vedação maior que as válvulas de gaveta, algumas são a prova de fogo por terem vedação metal com metal, dependendo do material não metálico do tampão podem ser utilizados em fluidos corrosivos, etc.

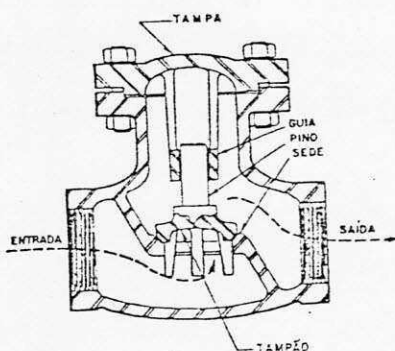
As válvulas de globo apresentam algumas variações, tais como: válvulas angulares (com os bocais de entrada e saída a 90° um do outro), válvulas sem sede (variante das válvulas angulares, na qual o tampão é um êmbolo que desliza dentro do corpo da válvula), válvulas em Y (que tem a haste a 45° com o corpo) e válvulas de agulha (nas quais o tampão é substituído por uma peça cônica chamada agulha).

d. VÁLVULAS DE RETENÇÃO:

São válvulas que só permitem um sentido de fluxo para o fluido, fechando-se automaticamente por diferença de pressões, exercidas pelo fluido em consequência do próprio escoamento, caso haja tendência à inversão do sentido do fluxo. Estas válvulas podem ser de cinco tipos:

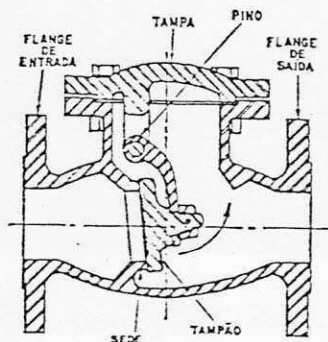
d.1 - VÁLVULAS DE RETENÇÃO DE LEVANTAMENTO:

Onde o fechamento é feito por um tampão, semelhante ao das válvulas de globo, cuja haste desliza em uma guia interna, como mostra a figura abaixo.



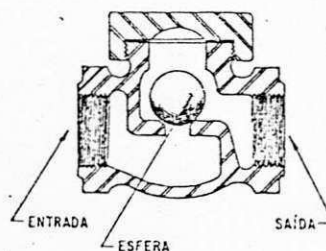
d.2 - VÁLVULAS DE RETENÇÃO DE PORTINHOLA:

Na qual o fechamento é feito por uma portinhola articulada que se assenta no orifício da válvula, como na figura abaixo.



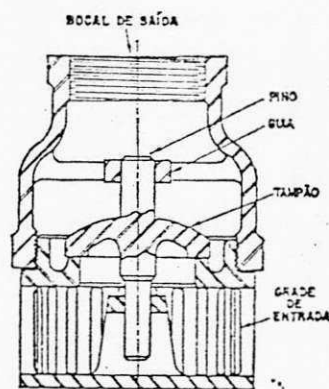
d.3 - VÁLVULAS DE RETENÇÃO DE ESFERA:

Semelhante às válvulas de levantamento, sendo porém o tampão substituído por uma esfera, como mostra a figura abaixo.



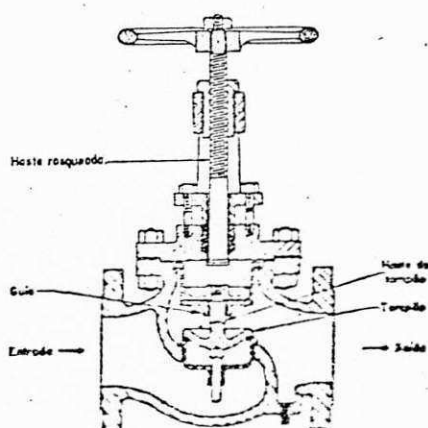
d.4 - VÁLVULAS DE PÉ:

Utilizadas para manter a escorva nas linhas de sucção das bombas. A figura abaixo mostra uma válvula deste tipo.



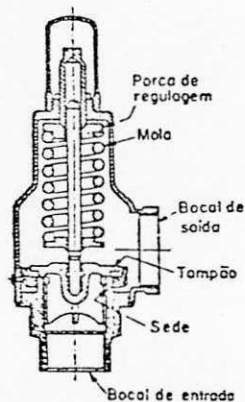
d.5 - VÁLVULAS DE RETENÇÃO E FECHAMENTO:

Semelhante às válvulas de globo com o tampão capaz de deslizar sobre a haste. Na posição aberta, funcionam como válvulas de retenção e levantamento, e na posição fechada funcionam como válvula de bloqueio. A figura seguinte mostra uma válvula deste tipo.



e. VÁLVULAS DE SEGURANÇA E ALÍVIO:

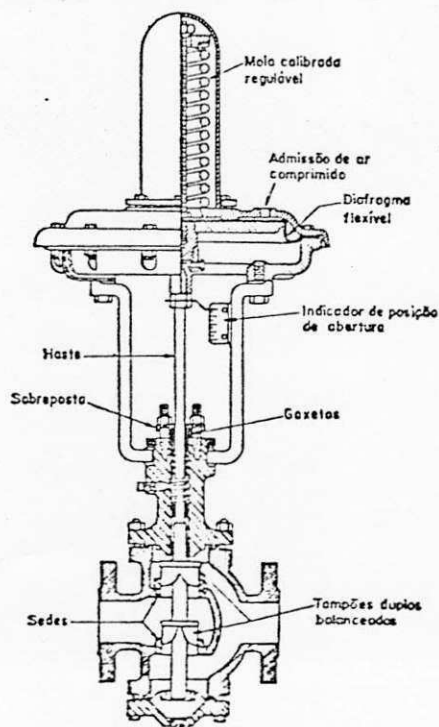
São válvulas que controlam a pressão a montante, abrindo-se automaticamente, quando esta pressão ultrapassa um determinado valor para o qual a válvula foi ajustada. São de construção semelhante à das válvulas de globo angulares. Seu tampão de fechamento é mantido forçado contra a sede pela ação de uma mola com parafuso de regulação, ou de um contrapeso externo de posição ajustável. Na figura abaixo está representada uma destas válvulas.



Chama-se estas válvulas "de segurança" quando as mesmas são destinadas a trabalhar com fluidos elásticos (vapor, ar e gases), e "de alívio" quando destinadas a trabalhar com fluidos incompressíveis (líquidos).

f. VÁLVULAS DE CONTROLE:

São válvulas usadas em combinação com instrumentos automáticos e comandadas a distância por estes instrumentos, para controlar a vazão ou a pressão de um fluido. A operação destas válvulas é sempre motorizada, a maioria das vezes por meio de um diafragma sujeito à pressão de ar comprimido, que faz variar a posição de abertura da válvula, pela ação de um instrumento automático de comando de pressão. Este tipo de válvula tem muita semelhança com as válvulas de globo, possuindo frequentemente dois tampões superpostos na mesma haste, para diminuir o esforço necessário à operação e assim facilitar o controle. Ver figura abaixo.

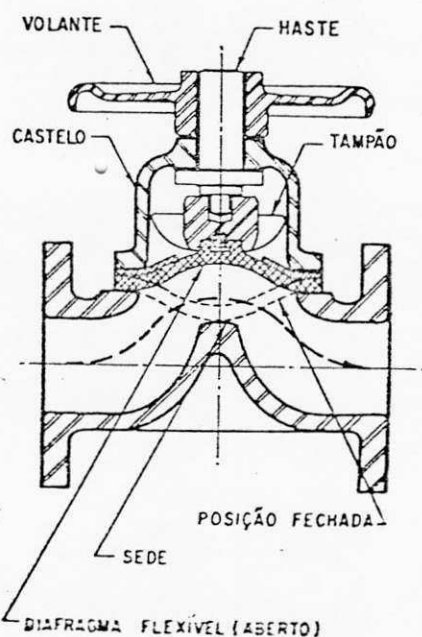


g. VÁLVULAS REDUTORAS DE PRESSÃO:

São válvulas automáticas utilizadas para regular a pressão a jusante, fazendo com que esta pressão mantenha-se dentro de limites pre-estabelecidos.

h. VÁLVULAS DE DIAFRAGMA:

São válvulas sem gaxeta, muito usadas para fluidos corrosivos, tóxicos, inflamáveis ou que apresentam outros perigos. Seu fechamento é feito por um diafragma flexível que é apertado contra a sua sede, como mostra a figura abaixo.



i. VÁLVULAS DE BORBOLETA:

Usadas principalmente para tubulações de grande diâmetro e baixa pressão, onde não é exigida uma vedação perfeita, para serviços com água, ar, gases e materiais pastosos. O fechamento destas válvulas é feito por uma peça chamada de borboleta.

3.2.4 - PURGADORES DE VAPOR

3.2.4.1 - DEFINIÇÃO

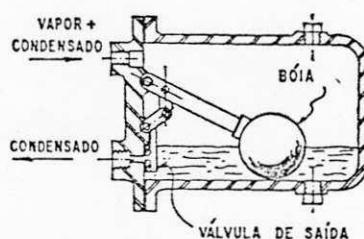
Purgadores de vapor são dispositivos automáticos que separam e eliminam o condensado, o ar e outros gases incondensáveis (CO_2 por exemplo) formados nas tubulações de vapor e nos aparelhos de aquecimento, sem deixar escapar o vapor.

3.2.4.2 - PRINCIPAIS TIPOS DE PURGADORES:

Os principais e mais utilizados tipos de purgadores de vapor são:

a. PURGADORES DE BOIA:

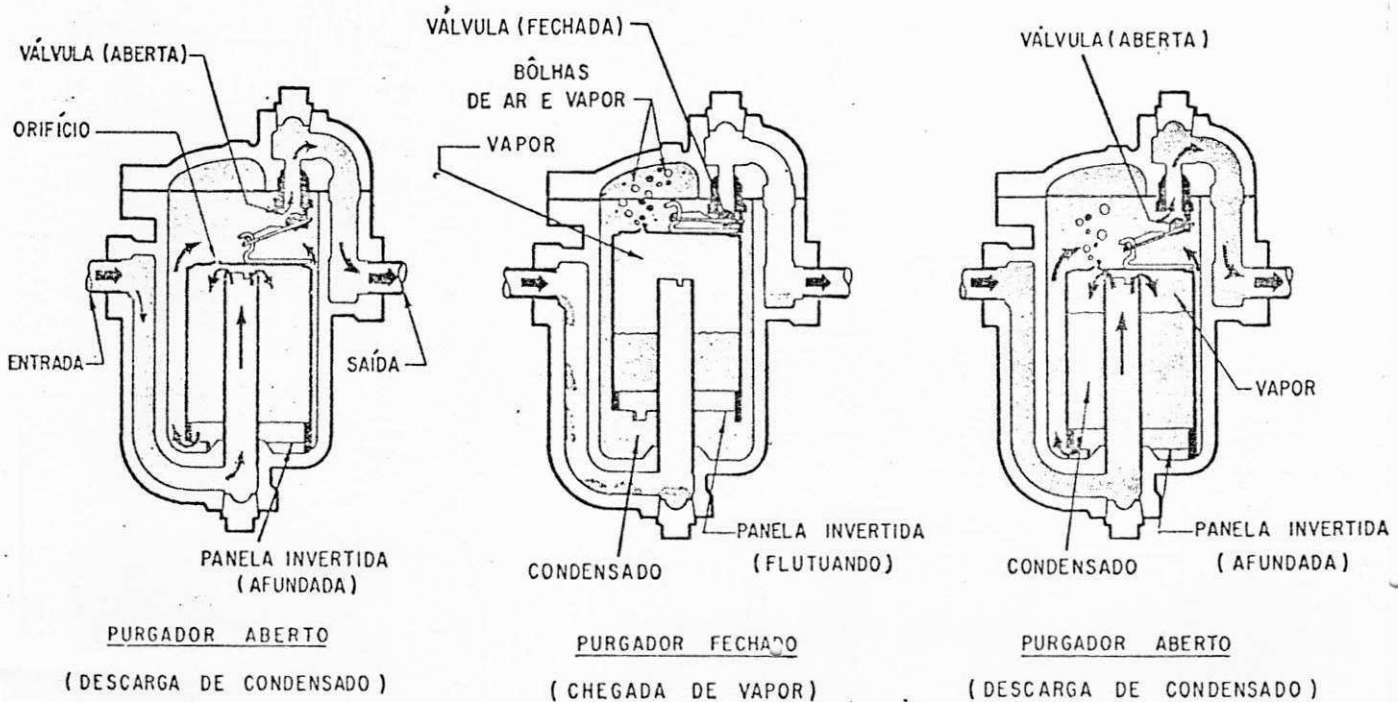
Consiste de uma caixa com uma entrada de vapor e uma saída de condensado. A saída do condensado é fechada por uma válvula acionada pela boia no interior do purgador. Quando o nível de condensado atinge um determinado valor, a boia abre a válvula de saída do mesmo, liberando-o. Ver figura abaixo.



b. PURGADORES DE PANEIA INVERTIDA:

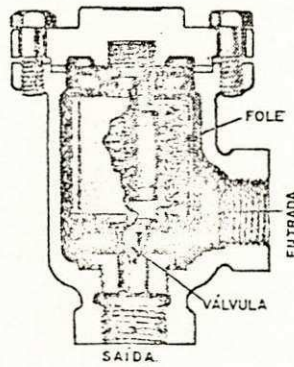
Consiste de uma caixa com entrada de vapor e saída de condensado, dentro da qual existe uma panela com o fundo para cima, comandando a válv

vula que fecha a saída do condensado. Quando o condensado enche o purgador, a panela baixa, abrindo a válvula de saída do mesmo e liberando o. Ver figura abaixo.



c. PURGADORES TERMOSTÁTICO DE FOLE:

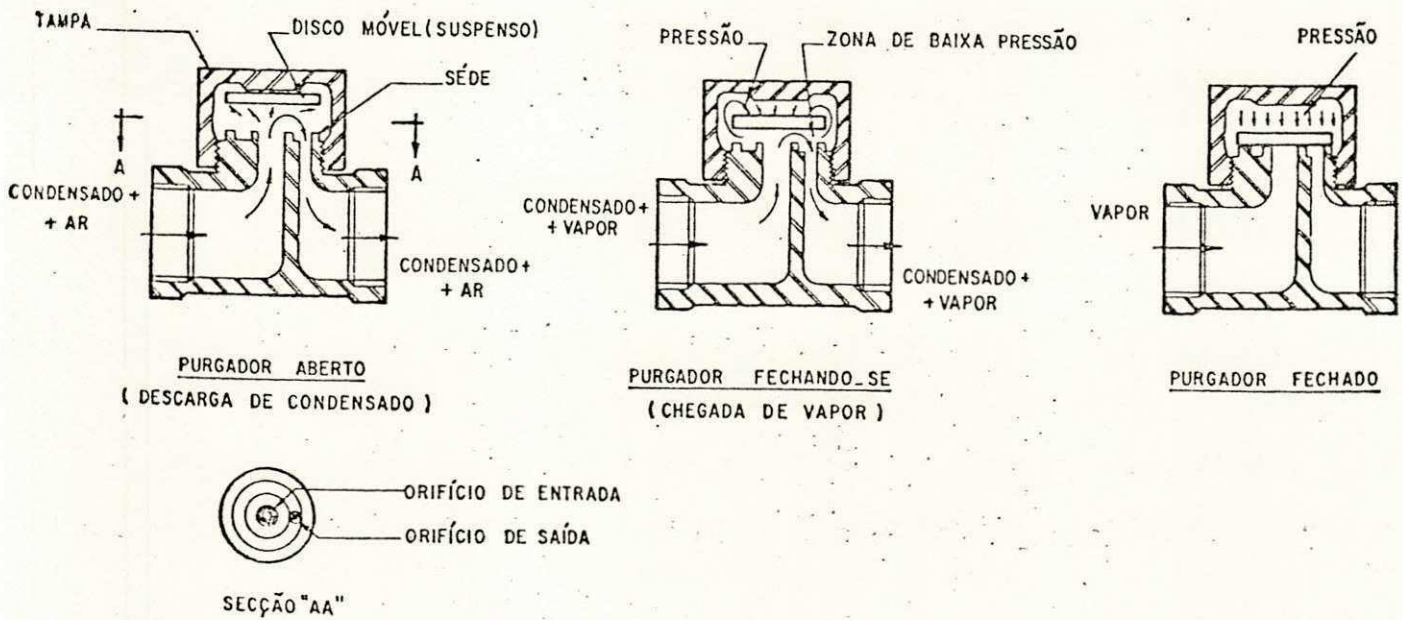
Consiste de uma caixa contendo no interior um pequeno fole, que comanda a válvula de saída do condensado. Este tipo de purgador funciona pela diferença de temperatura que existe para a mesma pressão, entre o vapor e o condensado. O vapor, por ser mais quente, vaporiza o líquido dentro do fole que se dilata fechando a válvula e impedindo a saída do vapor. O condensado e o ar por serem mais frios, contraem o fole abrindo a válvula para a saída dos mesmos. A figura seguinte apresenta um purgador deste tipo.



d. PURGADORES TERMODINÂMICO:

Consiste de uma pequena câmara, no interior da qual trabalha um disco móvel, que abre ou fecha simultaneamente as passagens que dão para a entrada de vapor e para a saída de condensado.

Ver figura abaixo.



Quando o condensado ou o ar chega ao purgador, empurrados pela pressão do vapor, levantam o disco e escapam para fora. Chegando o vapor, a princípio ele escapa também; mas logo em seguida, o jato de vapor em alta velocidade passando por baixo do disco, cria uma zona de baixa pressão (Teorema de BERNOULLI) e o disco abaixa-se, tendendo a fechar a saída do vapor. Assim que o disco começa a se abaixar, o vapor passa para a câmara acima do mesmo, e a pressão do vapor força então o disco para baixo.

3.2.5 - TUBULAÇÕES

3.2.5.1 - DEFINIÇÃO

Tubulação é um conjunto de tubos e seus diversos acessórios, existente principalmente, pelo fato do ponto de geração ou armazenagem dos fluidos, estar em geral distante do ponto de utilização.

3.2.5.2 - ACESSÓRIOS PARA TUBULAÇÕES

Os acessórios utilizados nas tubulações e suas respectivas finalidades, podem ser vistos a seguir:

ACESSÓRIOS

- Curvas de raio longo
- Curvas de raio curto de 22°,
- Curvas de redução 1/2°, 45°,
- Joelhos 90° e 180°
- Joelhos de redução

FINALIDADES:

Permitir mudanças de direção em tubos.

ACESSÓRIOS:

- Tês normais (90°)
- Tês de 45°
- Tês de redução
- Peças em Y
- Cruzetas
- Cruzetas de redução
- Selas
- Anéis de reforços

FINALIDADES:

Fazer derivações em tubos

ACESSÓRIOS:

- Reduções concêntricas
- Reduções excêntricas
- Reduções bucha

FINALIDADES:

Permitir mudanças de diâmetro em tubos

ACESSÓRIOS:

- Luvas
- União
- Flanges
- Nipples
- Virolas

FINALIDADES:

Ligações de tubos entre si

ACESSÓRIOS:

- Tampões

- Bujões
- Flanges cegos

FINALIDADES:

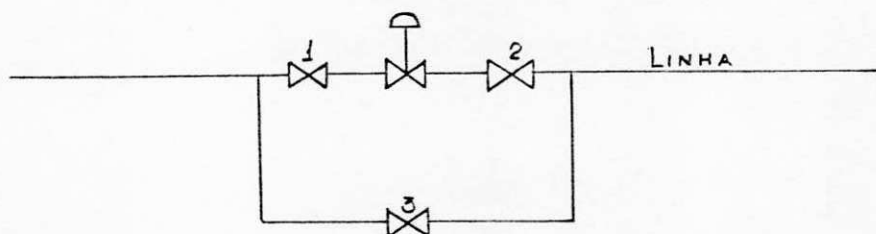
Fazer o fechamento da extremidade de um tubo.

3.2.5.3 - CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE TUBULAÇÕES:

Além destes acessórios de tubulações anteriormente descritos e que são facilmente encontrados no comércio, existem outros que não são encontrados e que devido a sua necessidade nas instalações de tubulações, devem ser fabricados na caldeiraria da própria indústria.

A execução da união entre os acessórios e os tubos em uma instalação de tubulações, pode ser através de solda, flanges ou encaixes.

Quando o fluxo de um fluido numa tubulação não pode ser interrompido e no decorrer da mesma estão instalados determinados acessórios sujeitos à manutenção, digamos uma válvula, é necessário a instalação de um desvio, chamado by-pass, que permita a manutenção do referido acessório, sem que o fluxo na linha seja interditado. Ver figura abaixo.



3.2.6 - DIGESTOR CONTÍNUO

O Digestor é um equipamento mecânico específico para o fabrico da celulose, sendo responsável pelo cozimento da mesma. O cozimento da celulose no Digestor, é realizado através da combinação de um sistema de injeção de vapor e licor (solução com 50% de soda cáustica + 50% de água) em pontos uniformemente distribuídos do mesmo, com um sistema de meximento da mistura (fibra de sisal + licor + vapor) através de um equipamento rotativo (vulgarmente chamado de pirulito devido ao seu formato) acionado por um redutor de velocidade acoplado a um motor elétrico. As paredes do Digestor são isoladas termicamente, através de uma camada de lã de vidro, envolta por uma carcaça protetora de chapas de alumínio.

3.2.7 - PICADORES DE SISAL

Os picadores de sisal são equipamentos mecânicos constituídos fundamentalmente por: um rotor (acionado por um motor elétrico) no qual são fixadas as facas de corte, dois rolos (um dentado e outro ranhurado acionados por um moto-reductor) cuja função é direcionar e forçar o sisal contra as facas do rotor, um transportador de correia contínua (acionado por um moto-reductor) que alimenta o picador e por uma estrutura de aço onde são fixados os componentes anteriores e a contra-faca de corte. Em virtude dos picadores atualmente fabricados serem projetados para picar madeira, a C.C.B. teve que realizar vários trabalhos de adaptação nos mesmos, para utilizá-los na operação de picar fibras de sisal.

3.2.8 - BOMBAS CENTRÍFUGAS

3.2.8.1.- DEFINIÇÃO

São máquinas geratrizes cuja finalidade é realizar

o deslocamento de um líquido por escoamento, o qual é succionado no centro do rotor, cujas pás é apropriada para transferir a energia mecânica do eixo em energia cinética ao fluido, o qual flui para a periferia entre os espaços das pás e deixam a periferia do rotor com grande velocidade, sendo coletado pela carcaça que geralmente apresentam um canal para recolher o líquido.

3.2.8.2 - CLASSIFICAÇÃO DAS BOMBAS CENTRÍFUGAS

As bombas centrífugas podem ser classificadas segundo os seguintes critérios:

a. Quanto ao tipo de rotor:

a.1 - Rotor radial:

a.1.1 - Aberto

a.1.2 - Semi-aberto

a.1.3 - Fechado

a.2 - Rotor de fluxo misto:

Onde a pá é de dupla curvatura e a entrada do fluxo é axial e a saída é radial.

a.3 - Rotor axial ou hélice:

Onde o fluido entra e sai na direção axial.

a.4 - Rotor tipo turbina:

Onde o rotor se assemelha a um disco plano com ranhuras fresadas, radiais, de ambos os lados da extremidade do disco.

b. Quanto ao tipo de carcaça:

A carcaça pode ser bipartida no sentido vertical ou no sentido horizontal. As bombas de grande

des dimensões possuem a carcaça bipartida horizontalmente, enquanto que as pequenas, verticalmente.

c. Quanto a alimentação:

O líquido entra pelo centro da carcaça e sai pela periferia, tangencialmente. A posição de descarga das bombas pode variar para 45° ou 90° com a vertical.

d. Quanto ao número de estágios:

As bombas centrífugas podem ser de simples ou de múltiplo estágio, dependendo da pressão que se deseja fornecer ao fluido. Para pressões acima de 200 m.c.a. se utiliza as bombas de múltiplo estágio. Constan de dois ou mais rotores presos a um mesmo eixo, ligados em série, de modo que a saída de uma voluta é ligada à entrada da carcaça do estágio seguinte.

3.2.9 - CALDEIRAS DE VAPOR

3.2.9.1 - DEFINIÇÃO

Caldeira é um trocador de calor complexo que produz vapor a partir de energia térmica (combustível), ar e fluido vaporizante, constituída por diversos equipamentos associados, perfeitamente integrados, para permitir a obtenção do maior rendimento térmico possível.

3.2.9.2 - TIPOS FUNDAMENTAIS DE CALDEIRAS DE VAPOR

Essencialmente uma caldeira de vapor é constituída por vaso fechado à pressão com tubos, onde se introduz água, que pela aplicação de calor se trans-

forma continuamente em vapor.

Há dois tipos fundamentais de caldeira de vapor, que são:

1º TIPO: CALDEIRAS TUBOS DE FUMAÇA:

Também conhecidas por multitubulares ou fogo-tubulares, nas quais os gases da combustão (fumos quentes) atravessam toda a caldeira pelo interior dos tubos, cedendo calor à água contida no corpo envolvendo os tubos.

2º TIPO: CALDEIRAS DE TUBO DE ÁGUA

Também chamadas de aquitubulares, nas quais os fumos atravessam toda a caldeira externamente aos tubos cedendo calor à água contida no interior dos tubos e corpos.

3.3 - ATIVIDADES

3.3.1 - INTRODUÇÃO

Serão descritas nesta secção, as atividades desenvolvidas durante o estágio, pela Divisão de Manutenção Mecânica da C.C. B., na sua área industrial. Determinadas atividades foram executadas mais de uma vez, daí, a necessidade de descrevê-las de uma maneira bem geral, em virtude de sempre seguir-se uma metodologia igual e pré-determinada na instalação ou manutenção de um equipamento mecânico.

3.3.2 - MANUTENÇÃO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS

A manutenção de uma bomba centrífuga envolve um ou mais dos seguintes trabalhos:

a. VERIFICAÇÃO DO NÍVEL DE LUBRIFICAÇÃO:

Deve-se verificar constantemente o nível do lubrificante (graxa ou óleo) nos mancais do rolamentos das bombas centrífugas e se necessário corrigi-lo.

b. TROCA DO ROTOR

O rotor de uma bomba centrífuga deve ser trocado, quando se encontra com um ou mais dos seguintes defeitos: diâmetro diferente do especificado, material diferente do especificado, quebra ou diminuição das espessuras provocadas durante o trabalho. Se o rotor de uma bomba apresenta uma destas irregularidades, as consequências são sentidas no funcionamento da bomba e pode ser uma das seguintes: perda de carga, queda da pressão de recalque, diminuição da altura manométrica de recalque e até mesmo ausência total de recalque. Portanto, quando um destes sintomas estive-rem presentes numa bomba centrífuga, deve-se inspecionar¹ e se necessário trocar o rotor da mesma.

c. AJUSTE OU TROCA DE GAXETAS: (OU SELOS MECÂNICOS)

As gaxetas de uma bomba centrífuga devem ser ajustadas, quando estão com um vazamento excessivo ou insuficiente do líquido com o qual a bomba trabalha, ou seja, quando não apresentam um gotejamento considerável e necessário para resfriar e conseqüentemente evitar a queima das gaxetas como também possíveis danos no eixo ou luva do eixo da bomba. Este ajuste é realizado apertando-se, no caso de gotejamento excessivo, ou folgando-se, no caso de gotejamento insuficiente, os parafusos da junta sobreposta das gaxetas. Caso não se consiga, através do ajuste, o gotejamento necessário do fluido com o qual a bomba trabalha, conclui-se que as gaxetas estão estragadas e torna-

se necessária a troca das mesmas. Na troca das gaxetas, 'retira-se a sobreposta e as gaxetas velhas, depois coloca-se as gaxetas novas e a sobreposta, para em seguida, com a bomba em funcionamento, proceder-se ao ajuste das mesmas, de maneira semelhante à explicada anteriormente. No caso de bombas centrífugas com selos mecânicos, as recomendações anteriores são válidas, ou seja, quando os mesmos estão apresentando um gotejamento excessivo ou insuficiente, devem ser ajustados, e, caso, não seja solucionado o problema, devem ser trocados por outros novos.

d. INSPEÇÃO, MANUTENÇÃO E TROCA DOS ROLAMENTOS DOS MANCAIS:

A inspeção do rolamento de um mancal de uma bomba centrífuga, ou outro equipamento qualquer, pode ser feita colocando-se a mão ou um termômetro sobre o mancal para detectar a temperatura do mesmo, e através de um bastão de madeira ou estetoscópio para detectar a intensidade do ruído e vibração que é provocado pelo rolamento, durante o funcionamento do equipamento. Caso a temperatura e ou ruídos e vibrações estejam acima das faixas normais, deve-se fazer uma inspeção mais rigorosa, verificando-se inicialmente se a lubrificação do mancal está correta, em nível e qualidade, corrigi-la se necessário, colocar o equipamento em funcionamento e observar como se comporta. Se após estas correções, aparecerem os mesmos problemas, deve-se desmontar o mancal e o rolamento, para verificar a existência ou não de um ou mais dos seguintes defeitos: 'engripamento das pistas e ou partes rolantes, ovalização das partes rolantes, quebraduras, etc. Detectado um ou mais dos defeitos citados, analisa-se a intensidade dos mesmos e julga-se a necessidade ou não da troca dos rolamentos.

e. OUTRAS ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO NAS BOMBAS CENTRÍFUGAS:

Além das atividades de manutenção em bombas centrífugas anteriormente descritas, ainda executa-se, quando necessário, algumas outras, tais como: limpeza da voluta e do rotor, escorvamento, troca do eixo e ou da luva do eixo da bomba, troca da voluta, troca da sobreposta, etc.

3.3.3 - MANUTENÇÃO DE TRANSPORTADORES DE CORREIA CONTÍNUA:

A manutenção rotineira dos transportadores de correia contínua compreende uma ou mais das seguintes atividades: verificação e correção do nível de lubrificação dos rolamentos nos mancais dos roletes e tambores, regulagem da tensão da correia, limpeza do motor elétrico e demais componentes do transportador e verificação do nível de lubrificação do redutor de velocidade. Enquanto que os trabalhos de manutenção corretiva envolve a troca ou recuperação dos seguintes componentes: roletes, rolamentos, tambores (acionados e de retorno), eixos de roletes ou de tambores, motor elétrico, redutor de velocidades e correia transportadora.

3.3.4 - MANUTENÇÃO EM TUBULAÇÕES

As linhas de tubulações industriais, exigem uma frequente e rigorosa manutenção, principalmente quando o fluido que nelas circula, está em alta temperatura e ou pressão, for de natureza corrosiva, ou apresentar outras características (físicas ou químicas) que ofereçam perigo de vida. A manutenção regular das tubulações industriais consiste na inspeção dos seguintes componentes: tubos (espessuras e pinturas), acessórios da tubulação, isolamentos e juntas de vedação. Enquanto que os trabalhos de manutenção corretiva envolve a recuperação ou troca destes equipamentos.

3.3.5 - MANUTENÇÃO DE VÁLVULAS:

Apesar da manutenção dos vários tipos de válvulas terem atividades comuns, em virtude das peças e componentes semelhantes existentes nas mesmas, ainda existem alguns trabalhos específicos na manutenção de cada um dos tipos de válvulas. As atividades comuns estão relacionadas com troca ou recuperação das seguintes peças: hastes, gaxetas, sobrepostas, juntas, parafusos, porcas, volante ou alavanca de manobra e partes do corpo da válvula. Enquanto que os trabalhos específicos executados nos diferentes tipos de válvulas também estão relacionados com troca ou recuperação de peças, tais como:

- o Válvula de Gaveta: Castelo e gaveta.
- o Válvula de Macho: Macho e engraxadeiras.
- o Válvula de Globo: Tampão ou agulha e castelo.
- o Válvula de Retenção: Guia, pino da guia e tampão ou esfera.
- o Válvula de Segurança e Alívio: Mola, porca de regulagem e tampão.
- o Válvula de Controle: Tampões, mola de regulagem e diafragma.

3.3.6 - MANUTENÇÃO DE REDUTORES DE VELOCIDADE

A manutenção dos redutores de velocidade envolve uma ou mais das seguintes atividades:

a. VERIFICAÇÃO DO NÍVEL DE LUBRIFICAÇÃO:

A verificação do nível do lubrificante nos períodos corretos e sua correção, como também a utilização do lubrificante especificado pelo fabricante e a obediência às suas recomendações, é de fundamental importância para o bom funcionamento e tempo de vida de um redutor de velocidades. Portanto, deve-se sempre seguir as recomendações do

catálogo do fabricante do redutor de velocidades.

b. INSPEÇÃO, MANUTENÇÃO E TROCA DOS ROLAMENTOS E DAS ENGENHAGENS DE UM REDUTOR DE VELOCIDADES:

Na inspeção de um redutor de velocidades, caso se verifique vibrações constantes ou cíclicas, ou um aquecimento acima do normal em trabalho, estes fenômenos podem ser causados por defeitos nos rolamentos ou engrenagens do mesmo. A primeira providência a se tomar, para verificar se o problema é de desgaste excessivo ou quebra dos dentes das engrenagens, é drenar um pouco do óleo lubrificante e observar se a quantidade de limalhas no mesmo está excessiva ou se há pedaços de metal um pouco maior. Caso não se consiga detectar o defeito com este procedimento, deve-se abrir a tampa de observação do redutor e verificar se os dentes das engrenagens estão desgastadas ou quebrados. Se detectado um desgaste excessivo ou quebra dos dentes das engrenagens, deve-se proceder a troca das mesmas. No entanto, se após esta inspeção do trem de engrenagens não foi detectado nenhum defeito, deve-se agora proceder a observação dos rolamentos, abrindo-se as tampas dos mancais e verificando-se a causa do problema e a necessidade ou não da troca dos mesmos, para a sua correção. Na desmontagem, troca das engrenagens e rolamentos e posterior montagem, em um redutor de velocidade, deve-se seguir sempre todas as recomendações de ajustagem e regulagens especificadas no catálogo do fabricante deste equipamento.

c. TROCA DOS RETENTORES

Um retentor deve ser trocado quando está apresentando vazamento do óleo lubrificante do equipamento. Este vazamento,

pode ser causado por um ou pela combinação dos seguintes defeitos: relaxamento ou quebra da mola, ressecamento ou corte da borracha do retentor.

3.3.7 - MANUTENÇÃO DE PICADORES DE SISAL

A manutenção regular em picadores de sisal está relacionada com a lubrificação dos rolamentos dos mancais, limpeza, regulação da tensão da correia e troca das facas de corte. A troca das facas é feita quando as mesmas perdem o fio de corte e o sisal começa a enrolar-se no rotor do picador. Para isto, deve-se ter um jogo de facas sobressalentes, que deverá estar sendo amolada, numa retífica, enquanto o outro está sendo utilizado no trabalho. Em virtude destes picadores serem fabricados para picar madeira, e os esforços provocados para picar sisal serem maiores, estes equipamentos necessitam frequentemente de trabalhos de manutenção corretiva, tais como: troca de eixo do rotor, troca de motor elétrico, troca de parafuso das facas e da contra-faca, troca ou regulação da correia de transmissão de potência do motor elétrico para o rotor, troca dos rolamentos dos mancais, reparos nos redutores de velocidades, etc.

3.3.8 - INSTALAÇÕES DE MOTORES ELÉTRICOS E EQUIPAMENTOS MECÂNICOS:

Na instalação de um motor elétrico juntamente com um equipamento mecânico, tais como: bombas centrífugas, redutores de velocidades, variadores de velocidades e outros; é necessário que a base na qual serão instalados seja bem rígida, a fim de assegurar um alinhamento perfeito entre o motor elétrico e o equipamento mecânico, evitando assim a presença de vibrações durante o funcionamento dos mesmos. Geralmente coloca-se sobre esta base de cimento armado uma outra de aço ou ferro fundido para facilitar o alinhamento dos equipamen-

tos e absorver melhor ainda as vibrações provocadas durante o funcionamento.

Estando a base pronta para receber o motor elétrico e o equipamento mecânico, procede-se a instalação destes, nos parafusos da base, para em seguida alinhar os eixos dos mesmos.

Se a transmissão de potência entre o motor elétrico e o equipamento mecânico, for por intermédio de polias e correias, este alinhamento pode ser executado verificando-se o paralelismo entre a polia do motor e do equipamento.

Se a transmissão de potência entre o motor elétrico e o equipamento mecânico for através de um acoplamento, deve-se instalar os mesmos e alinhar os eixos. Este alinhamento, pode ser feito, de início, utilizando-se um pedaço de lâmina de serra para verificar o paralelismo entre as duas flanges do acoplamento, ou mesmo utilizando-se um relógio comparador e ainda um calibrador de folgas.

Para ambos os casos de transmissão de potência, por polias e correias ou por acoplamento, após alinhar-se os eixos do motor elétrico e do equipamento mecânico, deve-se colocá-los em funcionamento e verificar se não apresenta vibrações. Caso ocorra vibrações deve-se proceder a um realinhamento dos eixos, até que se atinja uma condição ideal de trabalho para os equipamentos.

3.3.9 - OUTRAS ATIVIDADES

Além dos trabalhos de manutenção executados durante o estágio e anteriormente descritos, foram realizados outros, tais como: trocas e regulagens das gaxetas do Digestor, montagem e reparos de compressores, teste de líquido penetrante, correções no forno de cal, montagem de redutores de velocidades e outros equipamentos mecânicos, montagem de rolamentos com interferência, reparos em acoplamentos e outros.

C O N C L U S Ã O G E R A L

Ao final do estágio integrado, pode-se sentir sua importância para o engenheiro recém-formado ou mesmo o estudante de engenharia, pois o mesmo proporciona conhecimentos técnicos e burocráticos até então obscuros e que é de fundamental importância para um bom desempenho profissional do engenheiro. Tais conhecimentos, não podem ser adquiridos na Universidade, e sim no convívio diário e direto do engenheiro com os problemas que surgem na indústria, e que devem ser solucionados de maneira rápida e racional, em virtude da necessidade de alto produtividade. Portanto é aconselhável que os estudantes de engenharia mecânica realizem um estágio integrado ao final do seu curso, já que não é obrigatório em virtude dos mesmos poderem conseguir seu diploma de engenheiro com um estágio de tempo mais curto e muito menos proveitoso.

B I B L I O G R A F I A

COSTA, Emílio Cruz da, "COMPRESSORES", São Paulo, Editora Edgard Blucher Ltda, 1978

TELLES, Pedro C. Silva, "TUBULAÇÕES INDUSTRIAIS", Rio de Janeiro, Editora da Universidade de São Paulo, 1968

DRAPINSKI, Janusz, "MANUAL DE MANUTENÇÃO MECÂNICA BÁSICA", São Paulo, Editora Mc Graw-Hill do Brasil Ltda, 1978

Catálogo da FALK DO BRASIL, "REDUTORES DE VELOCIDADES", São Paulo

PERA, Hildo, "GERADORES DE VAPOR DE ÁGUA", São Paulo, Editora da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1966.

A P Ê N D I C E

FLUXOGRAMA DE ALTERNATIVAS DA C.C.B. PARA OBTENÇÃO DE FIBRAS DE SISAL PARA O FABRICO DE CELULOSE.

