

Campina Grande (PB), 09 de Maio de 1.964

ILMO. SR.

COORDENADOR DO CURSO DE GRADUAÇÃO
DE ENGENHARIA MECÂNICA DO CCP-UEPB

N E S T A

Em anéxo, envio a Vossa senhoria, o relatório referente
ao meu estágio supervisionado, realizado na COMPANHIA DE
CELULOSE DA BAHIA - C.C.B., tendo como orientador o Pro-
fessor JOSÉ QUIRINO DA SILVA e patrono na empresa o Che-
fe da Manutenção Mecânica MAURI AUGUSTO COPELTI.

Atenciosamente

Nivaldo Raimundo de Melo

NIVALDO RAIMUNDO DE MELO



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

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

RELATÓRIO - FINAL

ESTÁGIO SUPERVISIONADO (PO6045X) *ENTECIRADO.*

TRABALHO APRESENTADO POR:

NIVALDO RAIMUNDO DE MELO

MATRÍCULA Nº 7821302-8

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

ORIENTADOR: JOSÉ QUIRINO DA SILVA

PATRONO NA EMPRESA: MAURI AUGUSTO COPETTI

CAMPINA GRANDE (PB), 09 DE MAIO DE 1.984

AGRADECIMENTOS

Tenho a agradecer:

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

Aos meus pais e irmãos que sempre me apoiaram e incentivaram em todas as circunstâncias.

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 WELLINGTON DE CARVALHO LEAL, por tudo.

A AUGUSTO CESAR MOREIRA e família.

Ao professor: JOSÉ DA SILVA QUEIROZ, que sempre me orientou em todos os momentos que necessitei.

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



companhia de celulose da bahia

D E C L A R A Ç Ã O

Declaramos para os devidos fins que o Sr. NIVALDO RAIMUNDO DE MELO, estudan
te do Curso de Engenharia Mecânica, pela UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA,
estagiou nesta COMPANHIA no período de 03.08.83 a 16.02.84, com bom apro-
veitamento em todas as áreas em que desenvolveu atividades.

Camaçari, 16 de fevereiro de 1984.

com. K. S. Guimarães

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

0.0.003.0 - OUT/81

S I M P L E S

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, realizada na DIVISÃO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL (DIPAI), na área de UTILIDADES. Portanto, serão descritos teoricamente alguns equipamentos mecânicos, 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 Industrial durante o estágio.

O capítulo 3, trata da parte do estágio realizada no setor de montagem, na área industrial da C.C.B. no Polo-Petroquímico de Camaçari-Bahia. Acompanhei a montagem de um novo sistema de lavagem de sisal na fábrica, da seleção de pessoal, até o teste do referido sistema.

Í N D I C E

CAPÍTULO 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	05
1.3.3 - Lavagem	06
1.3.4 - Branqueamento	07
1.3.5 - Soda Cáustica	07
1.3.6 - Dióxido de Cloro	07
1.3.7 - Processo de Branqueamento	08
1.3.7.1 - Cloração	08
1.3.7.2 - Extração Alcalina	08
1.3.7.3 - Dióxido de Cloro	08
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	09
1.3.8 - Depuração	09
1.3.9 - Secagem e Enfardamento	09
1.3.10 - Evaporação	10
1.3.11 - Caldeira de Recuperação	10
1.3.12 - Caustificação	11
1.3.13 - Forno de Cal	11

CAPÍTULO 2

2.1 - Introdução	12
2.2 - Descrição dos Equipamentos	12
2.2.1 - Introdução	12
2.2.2 - Caldeira de Recuperação	13

2.2.3	- Caldeira de Vapor	13
2.2.3.1	- Definição	13
2.2.3.2	- Tipos Fundamentais de Caldeiras de Vapor	14
2.2.4	- Compressores	14
2.2.4.1	- Definição	14
2.2.4.2	- Classificação	15
2.2.5	- Bombas Hidráulicas	16
2.2.5.1	- Definição	16
2.2.5.2	- Tipos	16
2.2.6	- Válvulas	16
2.2.6.1	- Definição	16
2.2.6.2	- Classificação	17
2.2.7	- Purgadores de Vapor	21
2.2.7.1	- Definição	21
2.2.7.2	- Principais Tipos de Purgadores	21
2.3	- Atividades	23
2.3.1	- Introdução	23
2.3.2	- Manutenção de Bombas Centrífugas	23
2.3.3	- Manutenção de Válvulas	31
2.3.4	- Manutenção de Redutores de Velocidade	32
2.3.5	- Instalações de Motores Elétrico e Equipamentos Mecânicos	33
2.3.6	- Outras Atividades	34

CAPÍTULO 3

3.1	- Introdução	36
3.2	- Descrição dos Equipamentos	36
3.2.1	- Introdução	36
3.2.2	- Lavadores de Sisal	36
3.2.3	- Batedeira de Bucha	37

3.2.4 - Digestor Contínuo	37
3.2.5 - Picadores de Sisal	38
3.2.6 - Tubulações	38
3.2.6.1 - Definição	38
3.2.6.2 - Acessórias para Tubulações	38
3.2.6.3 - Considerações Gerais Sobre Tubulação	40
3.3 - Atividades	41
3.3.1 - Introdução	41
3.3.2 - Montagem do Sistema de Lavagem de Sisal	41
3.3.3 - Recuperação e Montagem da Batedeira de Bucha para Peste	43
3.3.4 - Manutenção em Tubulação	44
3.3.5 - Manutenção de Transportadores de Correia Con- tínuo	45
3.3.6 - Manutenção de Picadores de Sisal	45
3.3.7 - Outras Atividades	46
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 realizado na área industrial da empresa (no Polo-Petroquímico de Camaçari-Bahia), do qual, foram desenvolvidos trabalhos de manutenção nos equipamentos mecânicos, atividades estas que serão descritas e discutidas no desenvolvimento deste relatório.

C A P Í T U L O 1

1.1 - "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 de 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 de sisal desfibrado) do mesmo.

A indústria em Camaçari, é dividida em vários departamentos, entre os quais se encontram os seguintes: Departamento de 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 fábri-

cas 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, constitue cerca de 1/3 de toda a matéria vegetal existente. Suas moléculas alongadas agrupam-se em fibras e são compoentes 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 da qualidade do produto obtido, o sisal proficia a elaboração de pastas celulosicas que por suas características físico-mecânicas, gozam de características específicas.

Como celulose de fibra longa de alta resistência ao ras-go, 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 apro

priada a fabricação de certos tipos de papel.

A pequena produção de celulose de fibra longa entre nós, é obtida a partir da Araucaria Augustiplia (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 permanente, 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 cáustica.

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 fabrica é efetuado em caminhões. Cada caminhão, após ser pesado em uma balança instalada na entrada da fábrica, é dirigido para área de estocagem e manuseio de sisal.

A descarga de caminhões é feita manualmente. Uma parte dos fardos é estocado em pilhas, através de empilhadeiras e a outra parte será destinado a produção diaria, 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 quatros lavadores de si-

sal, porque o sisal produzido nas fazendas, apresenta um teor considerável de sujeiras.

As fibras de sisal lavadas, são transportadas dos lavadores de sisal até os pré-impregnadores por meio de correias transportadoras, antes porém, passaram por dosadores, para não sobrecarregar os pré-impregnadores.

O sisal adquirido a terceiros, terão de ser cortados por picadores de sisal, para atingir dimensão uniforme.

As fibras de sisal picadas, são transportadas do picador de sisal até os pré-impregnadores por meio de correias transportadoras, antes porém, passaram por dosadores, para que não sobrecarregue os pré-impregnadores.

1.3.2 - C O Z I M E N T O

As fibras soltas e ou picadas 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 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 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.

O licor preto que lava a celulose, é depois extraído das peneiras 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 - LAVAGEM

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 o 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 de cloro

EDE = extração alcalina (soda)

Os produtos químicos usados no branqueamento são:

- ácido sulfúrico
- Cloro
- Dióxido de Cloro
- Ácido sulfuroso (solução aquosa de SO₂)

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/cm².

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 - CLORACÃO (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 - EXTRACÃO 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 (DI)

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 - EXTRACÃO ALCALINA II (EII)

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 (DII)

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 - DEPURAÇÃO

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

No caso da C.C.B., como 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 selectifire (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 kg/cm². A folha de celulose na saída do último cilindro secador

possue uma consistência de aproximadamente 90% e 10% de umidade.

O lerçol é cortado longitudinalmente e transversalmente para formar folhas e depois prensadas, empacotadas e amarradas em fardos de 200 Kg, antes de ser prensadas, a ressa é pesada.

1.3.10- EVAPORAÇÃO

Aqui o licor preto é evaporado utilizando-se vapor de 2,5 Kg/cm², operação efetuada nos evaporadores, nos quais o licor entra com 12 a 13% de sólidos totais e sai com 63% sólidos.

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

1.3.11- CADEIRA 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 carboneto de sódio (Na_2CO_3). Este sai da fornalha em forma de cirzas fundidas 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 de 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, ob-
tendo-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 ro-
tativo afim de retirar a soda cáustica eventual-
mente presente, logo a seguir é enviado para o
forno de cal.

1.3.13- FORNO DE CAL

O carbonato de cálcio obtido da caustificação, en-
tra no forno de cal, que é do tipo giratório usa-
do na indústria de cimento, e aqui o carbonato de
cálcio por meio de combustão (queima de óleo) divi-
de-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 22.1 - INTRODUÇÃO

Este capítulo relata as atividades do estágio realizado na Divisão de Utilidades da C.C.B., isto é, na área industrial de maior importância para a fábrica, em virtude, de ser instalada, nesta área, os equipamentos mecânicos de grande utilidades para a indústria, isto é, Caldeira de Força, Caldeira de Recuperação, Turbo Gerador, Forno de Sal, Caustificação, Evaporação, Compressor de Ar, entre outros.

O órgão responsável pela manutenção da indústria, chama-se DIMAI (Divisão de Manutenção Industrial) e, é dividido em três áreas: Mecânica, Elétrica e Civil, sendo que o estágio foi realizado na área Mecânica, 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 teste 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. Para tanto a C.C.B., mantém um quadro permanente de mecânicos qualificados, divididos em turnos, conforme organograma no apêndice.

2.2 - DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS2,2.1 - INTRODUÇÃO

Com o intuito de facilitar a compreensão das atividades de manutenção corretiva realizadas duran-

te o estágio, serão descritos alguns equipamentos mecânicos existentes na área industrial da C.C.B. nos quais foram executados trabalhos de manutenção.

2.2.2 - CALDEIRA DE RECUPERAÇÃO

De conformidade com a fonte supridora de calor, as Caldeiras de Recuperação se dividem em:

2.2.2.1 - Caldeiras de Recuperação de calor sensível dos gases quentes residuais de processos industriais, sejam de industriais químicas, metalúrgicas ou petroquímicas.

2.2.2.2 - Caldeiras de Recuperação de calor e produtos químicos em fabricas de celulose.

2.2.2.3 - Caldeiras de Recuperação em ciclos combinados turbina a gás- turbina a vapor.

O segundo grupo que é a parte que nos interessa, reúne as caldeiras de grandes significado econômico. Estas unidades recuperam não só o calor das matérias combustíveis que sobram na fabricação de celulose como também os produtos químicos que intervêm no processo. É uma das aplicações notáveis da recuperação, porque representa:

1. economia de combustível
2. economia de produtos químicos.

2.2.3 - CALDEIRA DE VAPOR

2.2.3.1 - 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, perfeita ente inte

grades, para permitir a obtenção de maior rendimento térmico possível.

2.2.3.2 - 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 transforma continuamente em vapor.

Há dois tipos fundamentais de caldeira de vapor que são:

1º Tipo: Caldeira 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.

2.2.4 - COMPRESSORES

2.2.4.1 - Definição

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

2.2.4.2 - 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.

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, articulado diretamente ou por meio de haste e cruzete, 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.

2.2.5 - BOMBAS HIDRÁULICAS

2.2.5.1 - Definição

Bombas Hidráulicas são equipamentos mecânicos empregados para transferência de líquidos de um ponto para outro, fornecendo-lhes um acréscimo de energia. Essa energia não é só de pressão, como comumente se pensa; há também uma parcela de energia de velocidade.

2.2.5.2 - Tipos

Sumariamente, poder-se-ia classificar as bombas em:

BOMBAS HIDRÁULICAS

- (- Simples estágio
- (- Centrífugas (
- ((- Multi-estágios
- (
- ((- Pistão
- (- Alternativas (- Êmbolo
- ((- Diafragma
- (
- ((- de Engrenagens
- ((- de Palhetas
- (- Rotativas (
- ((- de Parafusos
- ((- de Lóbulos

2.2.6 - VÁLVULAS

2.2.6.1 - 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.

2.2.6.2 - 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 é perpendicularmente ao sentido de escoamento do fluido.

b. VÁLVULA BORBOLETA

Consiste de uma aleta metálica adaptada no interior da tubulação do processo. Controla-se a vazão alterando-se o ângulo de abertura dessa aleta.

c. VÁLVULA DE FACHO

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.

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).

d. VÁLVULA DE GLOBO

Nestas válvulas, o fechamento é feito por meio de um tampão que se ajusta contra a sede da mesma, cujo orifício está geralmente em posição paralela ao sentido do fluxo. Estas válvulas apresentam várias vantagens em relação aos outros tipos, tais como: pode trabalhar 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.

e. 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:

e.1- VÁLVULAS RETENÇÃO DE LEVANTAMENTO

Onde o fechamento é feito por um tampão, semelhante ao das válvulas de globo, cuja haste desliza em uma guis interna.

e.2- VÁLVULAS RETENÇÃO DE PORTINHOLA:

Na qual o fechamento é feito por uma portinhola articulada que se assenta no orifício da válvula.

e.3- VÁLVULAS RETENÇÃO DE ESPERA:

Semelhante às válvulas de levantamento, sendo porém o tampão substituído por uma esfera.

e.4- VÁLVULAS DE PÉ:

Utilizadas para manter a escorva nas linhas de sucção das bombas.

e.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 válvulas de bloqueio.

f. VÁLVULAS DE DIAFRAGMA:

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

g. VÁLVULAS DE ALÍVIO:

g. VÁLVULAS DE SEGURANÇA E ALÍVIO:

São válvulas que controlam a pressão a montante, abrindo-se automaticamente, quando esta pressão ultrapassa um determinado valor para a 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 regulagem, ou de um contrapeso externo de posição ajustável.

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).

h. 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 super-

posto na mesma haste, para diminuir o esforço necessário à operação e assim facilitar o controle.

i. 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.

2.2.7 - PURGADORES DE VAPOR

2.2.7.1 - Definição

Purgadores de vapor são dispositivos automáticos que separam e eliminam o condensado, ar e outros gases incondensáveis (CO₂ por exemplo) formados nas tubulações de vapor e nos aparelhos de aquecimento, sem deixar escapar o vapor.

2.2.7.2 - Principais Tipos de Purgadores:

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

1. PURGADORES DE BOIA

Consiste de uma caixa com entrada de vapor e uma saída de condensado. A saída de 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 de vapor, liberando-o.

2. PURGADORES DE PANELA 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 válvula 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.

3. PURGADORES TERMOESTÁTICO 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.

4. 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.

Quando o condensado ou o ar chega ao purgador, empurrados pela pressão de 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 veloci

dade passando por baixo do disco, cria uma zona de baixa pressão (TEOREME 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 de vapor força então o disco para baixo.

2.3 - ATIVIDADES:

2.3.1 - INTRODUÇÃO

Para efeito de conhecimentos como também um mais rápido entrosamento com as atividades desenvolvidas na área de UTILIDADES, do setor industrial da C.C.B., o estágio foi iniciado com atividades de leituras ou interpretação de fluxogramas, catálogos de fabricantes de equipamentos, manual de operação da caldeira de recuperação, manual de operação da turbina a vapor. Logo após, uma adaptação melhor com a referida área, foi desenvolvidas diversas atividades, das quais 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 pre-determinada na instalação ou manutenção de um equipamento mecânico.

2.3.2 - MANUTENÇÃO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS

Vamos descrever somente a manutenção de bombas centrífugas, em virtude da C.C.B., possuir nos seus equipamentos hidráulicos, grandes quantidades do mencionado tipo de bombas.

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

1. INSPEÇÕES PERIÓDICAS

As bombas devem ser inspecionadas diariamente, como medida preventiva de maiores problemas. O operador das bombas deve comunicar ao encarregado da área, qualquer anormalidade observada no funcionamento. Para tanto, existe no quadro de funcionários para estes fins, que são os inspetores de equipamentos, que verifica periodicamente o comportamento do engaxetamento e as temperaturas dos mancais. Uma elevação brusca de temperatura constitui indicio de anormalidade; uma temperatura de funcionamento sempre elevada pode ser normal em certos casos. Também os ruídos constituem sinais de alerta muito úteis. Verifique se as sobrepostas se movimentam livremente; limpe e lubrifique os prisioneiros das sobrepostas e suas porcas. São observados as caixas de gayetas para verificar se existe vazamentos excessivos que não possam ser corrigidos com ajustagem das sobrepostas.

2. LOCALIZAÇÃO DE DEFEITOS

Os defeitos mais típicos que podem ocorrer em uma bomba, bem como sua causas, estão relacionados a seguir.

a. A bomba não fornece líquido:

- A bomba não foi escorvada
- A velocidade é insuficiente
- O sentido de rotação está trocado
- As passagens do rotor estão parcialmente obstruídas
- A altura de descarga é superior à máxima admissível pela bomba
- A altura de sucção é excessiva.

- b. A capacidade da bomba é insuficiente:
- Entrada de ar na tubulação de sucção.
 - A velocidade é insuficiente.
 - A altura de descarga é superior à especificada.
 - A altura de sucção é excessiva.
 - As passagens do rotor estão parcialmente obstruídas.
 - Defeitos mecânicos:
 1. Rotor danificado
 2. Anéis de desgaste desgastados.
 - A válvula de pé é muito pequena ou está obstruída.
 - A válvula de pé ou a ponta da tubulação de sucção não estão suficientemente imersos.
- c. A pressão da descarga é insuficiente:
- A velocidade é insuficiente.
 - O líquido encerra ar ou gases.
 - Defeitos mecânicos:
 1. Rotor danificado
 2. Anéis de desgaste desgastados.
- d. A bomba perde escorva após a partida:
- A tubulação de sucção possui entradas de ar.
 - A altura de sucção é excessiva.
 - O líquido encerra ar ou gases.
- e. A bomba sobrecarrega seu acionador:
- A velocidade é excessiva.
 - Líquido bombeado, peso específico ou viscosidade diferentes dos considerados na seleção da bomba.
 - As sobrepostas estão excessivamente apertadas, determinando atrito excessivo no engastamento.

1. Defeitos mecânicos:

2. Defeitos mecânicos: 1. Rotor danificado

f. A bomba vibra:

- A bomba está desalinhada em relação ao aci
nador.
- A fundação não é suficientemente rígida.
- O rotor está parcialmente obstruído, causan
do desequilibragen.
- Defeitos mecânicos:
 1. Eixo empenado
 2. Conjunto girante prendendo
 3. Mancais gastos.
- Existe ar ou vapor no líquido.

3. VERIFICAÇÃO DO NIVELADOR DE ÓLEO

O dispositivo nivelador de óleo mantém o nível de óleo constante na caixa dos rolamentos, suprindo apenas a quantidade necessária a restabelecer o nível. O dispositivo não precisa ser reabastecido enquanto houver óleo no reservatório transparente.

4. 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: perdas de car
gas, queda da pressão de recalque, diminuição
da altura manométrica de recalque e até mesmo ausência total de recalque. Portanto, quando um destes sintomas estiverem presentes numa bomba centrífuga, deve-se inspecionar e se necessário trocar o rotor da mesma.

5. MANUTENÇÃO DOS EIXOS E SUAS BUCHAS

Sempre que desmontar uma bomba, é examinado cuidadosamente seu eixo na região onde encaixa o cubo do rotor, por baixo das buchas e no encaixe dos rolamentos. O eixo pode ser danificado pela ferrugem ou corrosão devido ao vazamento ao longo do eixo sob o cubo ou sob a bucha. Os rolamentos cujos anéis internos, por estarem mal ajustados aos eixos, giram em relação a estes, também causam danos. São verificados se o rasgo da chaveta do eixo apresenta distorções. O aquecimento excessivo ou corrosão podem soltar o rotor de eixo, impondo esforços anormais às chavetas e seus rasgos. Substituindo os eixos que se apresentem empenados ou torcidos. As buchas do eixo sujeitas a desgaste deverão ser substituídas se este for muito pronunciado, a ponto de não permitir mais uma vedação por parte do engaxetamento. Buchas de eixo arranhadas ou apresentando trechos desgastados danificam os anéis de gaxeta novos logo que são instalados. Além disso, podem chegar a produzir cargas axiais anormais no eixo de encoste, devido à acomodação das gaxetas nas molas produzidas pelo desgaste nas buchas e pelo deslocamento dos anéis sob o aperto da sobreposta.

6. MANUTENÇÃO DOS ROLAMENTOS

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.

dos 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.

i.) Troca de Rolamentos

Os rolamentos geralmente são prensados nos eixos, o que torna necessário o uso de um extrator para removê-los. As garras devem puxar o rolamento pelo seu anel interno, a fim de que o esforço necessário à desmontagem não seja transmitido pelas esferas. Sempre que as demais peças montadas sobre o eixo o permitirem, os rolamentos podem ser extraídos com o auxílio de um anel rasgado e uma prensa de coluna.

NOTA: A menos que se tome todo o cuidado ao desmontar um rolamento, ele pode ser danificado a ponto de ficar inservível. Sempre verificando os rolamentos logo após a desmontagem, observando a existência de folga ou ocorrência de avarias. Recomenda-se instalar rolamentos novos sempre que possível, após as desmontagens, pois, fre-

quentemente, os danos causados ao rolamento quando da desmontagem só são percebidos quando a bomba é colocada novamente em serviço.

Para que funcionem satisfatoriamente, os rolamentos devem ter seus anéis internos firmemente presos aos eixos, para que não girem sobre estes. Também é importante que o encaixe do anel externo na caixa não permita movimento relativo livre.

Há dois métodos de uso geral para fixação dos rolamentos aos eixos das bombas.

1. Aquecer o rolamento para dilatar seu anel interno, que se contrairá após a montagem, sobre o eixo.

2. Forçar o rolamento sobre o eixo.

O primeiro método é preferível, devendo o aquecimento ser feito em banho de óleo ou em forno elétrico de temperatura uniforme, mantida entre 93 a 121°C. A montagem deve ser feita rapidamente.

No caso de se preferir forçar o rolamento sobre o eixo, pode-se usar uma prensa de coluna ou um simples martelo. Fazendo a montagem numa prensa de coluna, uma bucha, um anel ou um par de calços de igual espessura para apoiar o anel interno (e apenas este) na mesa da prensa. Tomando-se devido cuidado, é possível se montar os rolamentos nos eixos com auxílio de um martelo. As pancadas devem ser desferidas sobre o centro de um bloco de madeira, ou de uma chapa grossa apoiados sobre um tubo de diâmetro adequado ao anel interno do rolamento.

Qualquer que seja o processo empregado, deve-se ter o cuidado de evitar que o rolamento seja montado torto em relação ao eixo. Verifique se o rolamento foi prensado até tocar no batente do eixo, por meio de um apalpador.

7. 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 da gaxeta 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.

8. OUTRAS ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO NAS BOMBAS

Além das atividades de manutenção em bombas centrífugas anteriormente descritas, ainda executa-se, quando necessário, algumas outras, tais como limpezas da voluta e do rotor, escorvamento, troca da voluta, troca da sobreposta, serviços de alinhamento bomba-motor, etc.

2.3.3- 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: haste, gaxetas, sobreposta, 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:

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

2.3.4 - MANUTENÇÃO DE REDUTORES DE VELOCIDADE

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

i) 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.

ii) INSPEÇÃO, MANUTENÇÃO E TROCA DOS ROLAMENTOS E DAS ENGRENAGENS 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 pedações 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 desgastados 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 de 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.

iii) 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.

2.3.5 - 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, afim 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 equipamentos 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 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 apresente vibrações. Caso ocorra vibrações deve-se proceder a um realinhamento dos eixos, até que se atinja uma condição ideal de trabalho para os equipamentos.

2.3.6 - OUTRAS ATIVIDADES

Além dos trabalhos de manutenção executados durante o estágio e anteriormente descritos, foram realizados outros, tais como: troca de diafragma de uma bomba alternativa, substituição do compressor de ar do trocador de calor, troca da gaxeta do soprador de fuligem da caldeira de recuperação, invertido posições dos batedores do moinho de carvão

da caldeira de recuperação, troca da mangeira de refrigeração do bancal do soprador de fuligem da caldeira de recuperação, colocado uma válvula de globo na linha de água do forno de cal, desmontagem da rosca sem-fim de alimentação do forno de cal para inspeção, montagem da rosca sem-fim de alimentação do forno de cal, na qual pude constatar o problema de folga negativa, isto é, interferência, na qual observei e participei na montagem de uma polia com diâmetro inferior ao do eixo, troca da válvula de retenção do compressor de ar, desmontagem das tubulações de um dos peços, para troca de eletrodos e aprofundar as tubulações de 72 para 88 metros, desmontagem e montagem das válvulas de alta descargas do compressor de ar, para verificação de possíveis danificações, foi trocado os discos das referidas válvulas, acompanhei a instalação de jogo de correias de acionamento motor-compressor, acompanhei o desenvolvimento para eliminar a folga nas bielas de alta e baixa pressão do compressor de ar, elaborei, um guia de acompanhamento de ocorrência dos peços artesanos, o qual chamei de "análise operacional dos peços artesanos", acompanhei o teste de funcionamento de um novo compressor de ar, elaborei um mapa de controle de manutenção, para as bombas da divisão de utilidades, o qual contém todas as bombas, divididas em áreas, para acompanhamento diário e outras.

C A P Í T U L O 3

3.1 - INTRODUÇÃO

Este capítulo trata da segunda parte do estágio realizado na C.C.B., na qual desenvolver trabalhos, nos setores de montagem pesada, assim como manutenção na caldeiraria da fábrica, como também na oficina mecânica.

Em relação a montagem pesada, onde passei a maior parte do tempo disponível, acompanhei e coordenei, importante montagem industrial, na qual citarei: a montagem do sistema de lavagem de Sisal. Neste período, a indústria teve uma parada programada, para manutenção preventiva e outra não programada, por falta de matéria prima, por estas razões, as montagens pesadas da fábrica, teve grande índice de aproveitamento.

Nesta área, também desenvolver diversas atividades de manutenção, na qual, tive a oportunidade de supervisionar a recuperação de uma "Batedeira de Bucha", o qual, selecionei, os mecânicos necessários para a recuperação do referido equipamento.

3.2 - DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

3.2.1 - INTRODUÇÃO

A fim de proporcionar um melhor entendimento do porque dos projetos para as montagens, como também da manutenção, realizadas durante este período de estágio, serão descritos alguns equipamentos, nos quais foram executadas montagens, assim como, executados trabalhos de manutenção.

3.2.2 - LAVADORES DE SISAL

Lavadores de sisal são equipamentos mecânicos constituídos fundamentalmente por: um tanque retangular de aço, com bocal na parte inferior do mes-

no, que serve de dreno para escoamento da água suja, isto é, contaminada com a lavagem do sisal, e um sistema de alimentador de água, rotores (acionado por um moto-redutor) na qual são fixadas garfos, cuja função é direcionar e forçar o sisal um contra o outro. Em virtude dos lavadores atualmente projetados na C.C.S., serão o pioneiro no ramo teve vários problemas, ao realizar teste de adaptação nos mesmos, contudo, com modificações e aperfeiçoamentos introduzidos nos mesmos, os projetistas, espera em breve, alcançar resultados positivos.

3.2.3 - BATEDEIRA DE BUCHA

Batedeiras de buchas são equipamentos mecânicos constituídos por um cilindro ocô, com pinos pontudos, acionados por um motor elétrico, com finalidade de abrir as fibras longas de sisal, para que os exaustores em números de dois, tirem as sujeiras dos mesmos.

3.2.4 - DIGESTOR CONTÍNUO

O Digestor é um equipamento mecânico específico para o fabrico da celulose, sendo responsável pela 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 mais 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, envolva por uma carcaça protetora

de chapas de alumínio.

3.2.5 - PICADORES DE SISAL

Os picadores de sisal são equipamentos mecânicos constituídos fundamentalmente por: rotor (acionado por um motor elétrico) no qual são fixadas as facas de corte, dois rolos (um dentado e outro ranhurado acionado por um moto-reductor) cuja função é direcionar e ferçar 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 fixadas 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.

3.2.6 - TUBULAÇÕES

3.2.6.1 - 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.

3.2.6.2 - 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 160°
- 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:

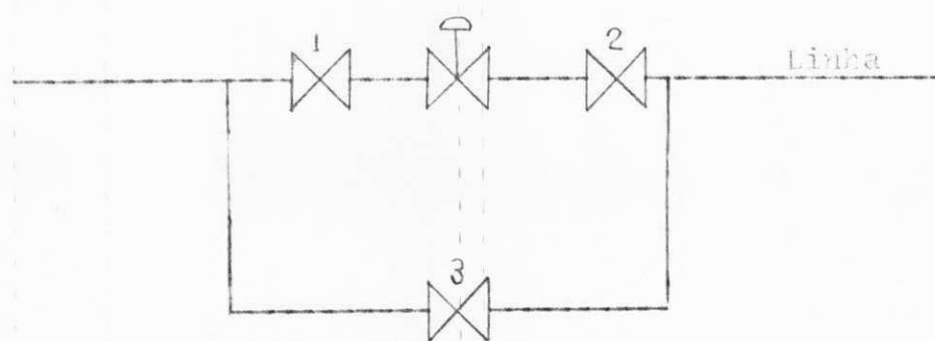
Fazer o fechamento da extremidade de um tubo.

3.2.6.3 - 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 permite a manutenção de referido acessório, sem que o fluxo na linha seja interdito. Ver figura abaixo.



3.3 - ATIVIDADES

3.3.1 - INTRODUÇÃO

Serão descritas nesta seção, as atividades desenvolvidas no setor de: Montagem Pesada, Caldeiraria e Oficina Mecânica da C.C.B., na área industrial. Determinadas atividades, por mim acompanhadas ou desenvolvidas, durante o estágio, foram de vital importância com relação a experiência adquirida no setor de montagem.

3.3.2 - MONTAGEM DO SISTEMA DE LAVAGEM DE SISAL

Para iniciar qualquer montagem, é necessário seguir os preparativos para a montagem, preparativos estes, serão descritos abaixo:

- Seleção do pessoal para referida montagem
- Limpeza da área da montagem
- Verificação e remoção dos equipamentos para área de montagem
- Verificação e remoção das ferramentas para área de montagem
- Leitura e interpretação dos desenhos para verificação de prováveis modificações

Para a montagem do Lavador de Sisal, a C.C.B. contratou uma empreiteira, da qual encaminhou pessoal para que a C.C.B., selecionassem a equipe de: mecânicos montadores, caldeireiros, soldadores, maçariqueiros, além de ajudantes. O critério usado, para selecionar, foram os seguintes: experiências anteriores, além de entrevista com os candidatos. Já selecionados, toda equipe, faz uma limpeza na área de montagem e posteriormente remoção dos equipamentos e ferramentas necessários para montagem diária.

Para tanto, o setor de planejamento (SEPLAN), apre

sentou um cronograma para a montagem, vê no apêndice, do qual seguimos a contento o referido cronograma.

A civil nos entregou o prédio de 3 (tres) pavimentos que foram distribuídos como segue:

Pavimento 1 - Painel de controle e acionamentos dos quatros Lavadores de Sisal

Pavimento 2 - Estruturas dos Lavadores de Sisal

Pavimento 3 - Transportador de arraste, que arrasta o sisal para os Lavadores.

Ver Fluxograma no apêndice.

As minhas atividades relacionadas a montagem foram as seguintes:

- Exigir sequência no cronograma
- Selecionar desenhos de acordo com a montagem diária
- Lê ou interpretar desenhos a pedido dos mecânicos montadores
- Ser o porta voz dos mecânicos montadores perante os Engenheiros projetista
- Debater diariamente, durante as reuniões, as atividades da montagem do dia anterior.

Logo após o término da montagem, teve início o teste de desempenho dos Lavadores de Sisal, e podemos constatar que: os mesmos teriam que sofrer diversas modificações mecânicas, que tanto os montadores quanto os projetista, esperavam tal resultados, em virtude, de tal equipamento, ser o primeiro numa fabrica de celulose, e que todos os equipamentos pioneiros, estão sujeitos a prováveis modificações.

3.3.3 - RECUPERAÇÃO E MONTAGEM DA BATEDEIRA DE BUCHA PARA TBS P3

A C.C. S., através do Projeto Fibra, fez um investimento, adquirindo uma Batedeira de Bucha, cuja finalidade é tirar a sujeira das fibras longa de sisal, produzido em suas fazendas. Para tanto, o projeto me solicitou, perante a Divisão de Manutenção Industrial (DIMAI), com intuito de coordenar a recuperação e pre-montagem da Batedeira de Bucha.

Receber o equipamento mecânico, quase que desmontado, faltando apenas a estrutura da Batedeira para desmontar. As primeiras dificuldades sentidas, foi a falta de desenhos para a montagem do referido equipamento, contudo, recebi um album com fotos do sistema montado, no qual, seguir o roteiro de montagem.

Iniciamos os trabalhos, com a seleção ou escolha dos mecânicos para o referido serviço, já selecionado tudo o pessoal, isto é, mecânicos montadores pintores e ajudantes, fizemos entrega de ferramentas necessárias para desmontagem da estrutura da Batedeira de Bucha, após a desmontagem, verificamos que todos os rolamentos, estavam gripados, por esta razão, na montagem, teríamos que substituí todos os rolamentos. Para dar um melhor aspecto a Batedeira de Bucha, jateamos as peças necessárias para posteriormente, pintar-las.

Na montagem da estrutura, verificamos que os mancais não tinham graxeiros, no qual tivemos que abrir e montar os pinos graxeiros. Recuperamos e montamos a Batedeira de Bucha, no prazo prefixado para o mesmo.

Para montagem da estrutura da Batedeira de Bucha'

na base de teste, solicitei, além do pessoal já efetivados, caldeireiros, soldador, maçariqueiro, para fabricação e montagem das bases do referido equipamento, isto é, base metélica para: Batedeira de Bucha, acionamento da Batedeira de Bucha, Exaustores, além de fabricação da caixa de pó com todo material na sucata da fabrica, A mencionada caixa de pó, tem como finalidade, acumular as sujeiras tiradas pelos exaustores da fibra do sisal. Após a montagem do sistema, testamos, e os mesmos apresentou indice não aceitável de vibrações, por este motivo, tivemos que contratar uma empresa especialista em balanceamento, para diminuir ou amenizar o indice de vibrações nas estruturas. Fizemos então um enrigicimento nas estruturas, além de verificar-nos o alinhamento nos sistemas de acionamentos.

Após a entrega dos equipamentos balanceados, pela CEMAN (empresa especializada em balanceamento), quando a mesma diminuiu o indice de vibrações dos equipamentos, tal indice, ficou dentro das normas exigidas, fizemos nova montagem e posteriormente testamos e, verificamos uma aprovação por unanimidade.

Tal equipamento mecânico, será projetado, em escala maior e em maior dimensão estrutural e, será implantado nas fazendas da C.C.B., além do pátio da indústria.

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 corrosi

va, 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 TRANSPORTADORES DE CORREIA CONTÍNUA

A manutenção rotineira dos transportadores de correia contínua compreende uma ou mais das seguintes atividades: verificações 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: rolete, rolamentos, tambores (acionados e de retorno), eixos de roletes ou de tambores, motor elétrico, redutor de velocidades e correia transportadora.

3.3.6 - MANUTENÇÃO DE PICADORES DE SISAL

A manutenção regular em picadores de sisal está relacionada com a lubrificação dos rolamentos dos mancais, limpeza, regulagem da tensão da correia e troca das facas de corte. A troca das facas de corte 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 utili-

zado no trabalho. Em virtude destes picadores se-
rao fabricados para picar madeira, e os esforços
provoçados para picar sisal serao maiores, estes
equipamentos necessitam frequentemente de traba-
lhos de manutenção corretiva, isto é, troca de ei
xo de roter, troca de motor elétrico, troca de pa
refuses das facas e da contra-faca, troca ou regu-
lagem da correia de transmissão de potência do mo
tor elétrico para o roter, troca dos rolamentos
dos mancais, reparos nos redutores de velocidades
entre outros.

3.3.7 - OUTRAS ATIVIDADES

Outras atribuições, além das montagens como tam-
bém de manutenção, executados durante o periodo
do estágio, nesta área, tais como:

- Acompanhamento através de lista de serviço, na
área de: celulose, planta química, utilidades,
os serviços relacionados com caldeiraria e ofi-
cina mecânica
- Acompanhei e sentir as dificuldades, por falta
de ferramentas, a desmontagem e verificação de
possíveis danos no eixo rotativo (pirulito) do
digester, através do teste do líquido penetrante
e após o reparo, a montagem com as mesmas difi-
culdades.
- Acompanhei a desmontagem das palhetas já desgastadas,
do Elevador de Sisal e consequentemente
montagem de palhetas novas.
- Acompanhei a desmontagem do transportador de
correia contínuo, para alterações de suas estru
turas.
- Acompanhei a fabricação ou modificação e pre-
montagem dos Transportadores de correia contí-

- ...

- Acompanhei a montagem do transportador de correia contínuo, já alterados em suas estruturas.

NOTA: Todas estas atividades mencionadas acima, foi executadas quando a fábrica estava em pa rada programada.

C O N C L U S Ã O G E R A L

Após a realização desta tarefa, fruto do estágio integrado, pode ver que só através da associação da aprendizagem teórico-prática é que podemos realmente alcançarmos um conhecimento mais seguro e digno daquilo que vemos e necessitamos conhecer. 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 alta 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 estágio de tempo mais curto e muito menos proveitoso.

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

Costa, Ennio 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

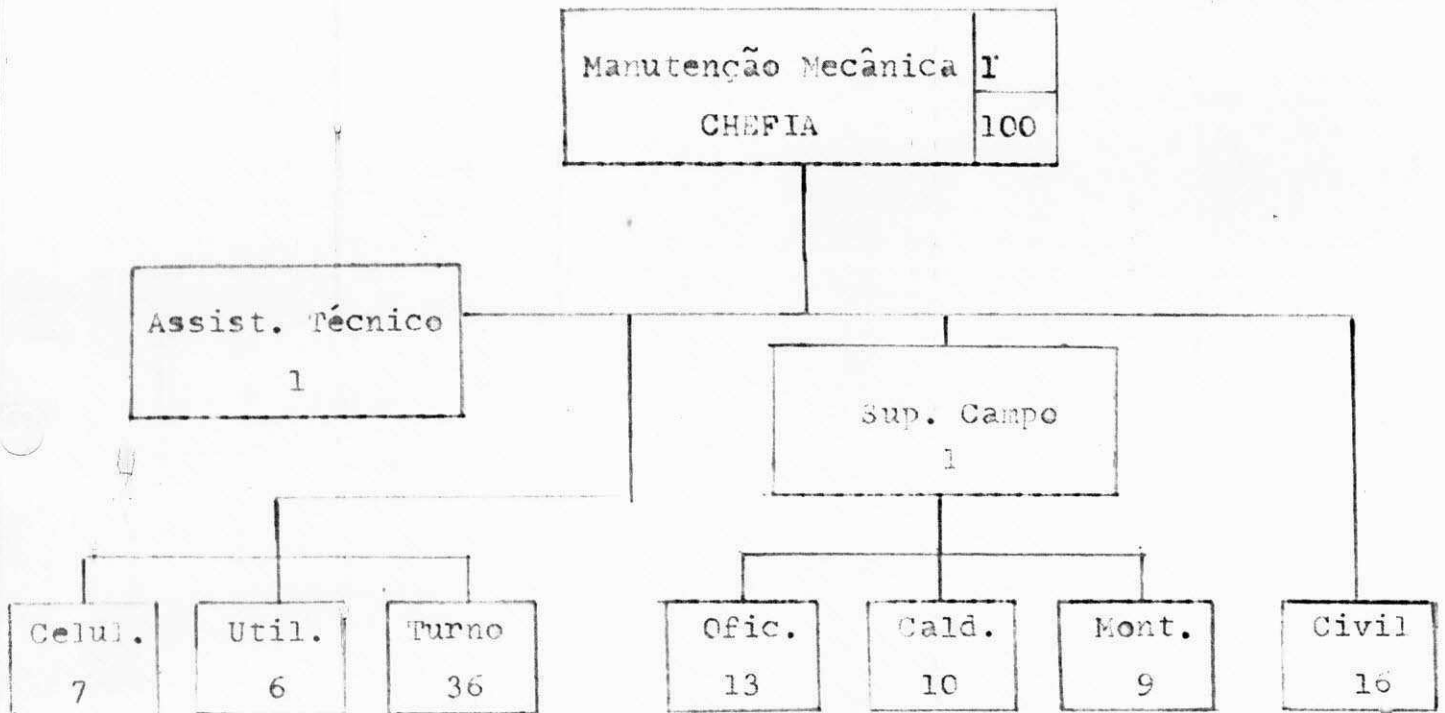
Drapinski, Janusz, "MANUAL DE MANUTENÇÃO MECÂNICA BÁSICA", São
Paulo, Editora Mc Graw-Hill do Brasil Ltda, 1978

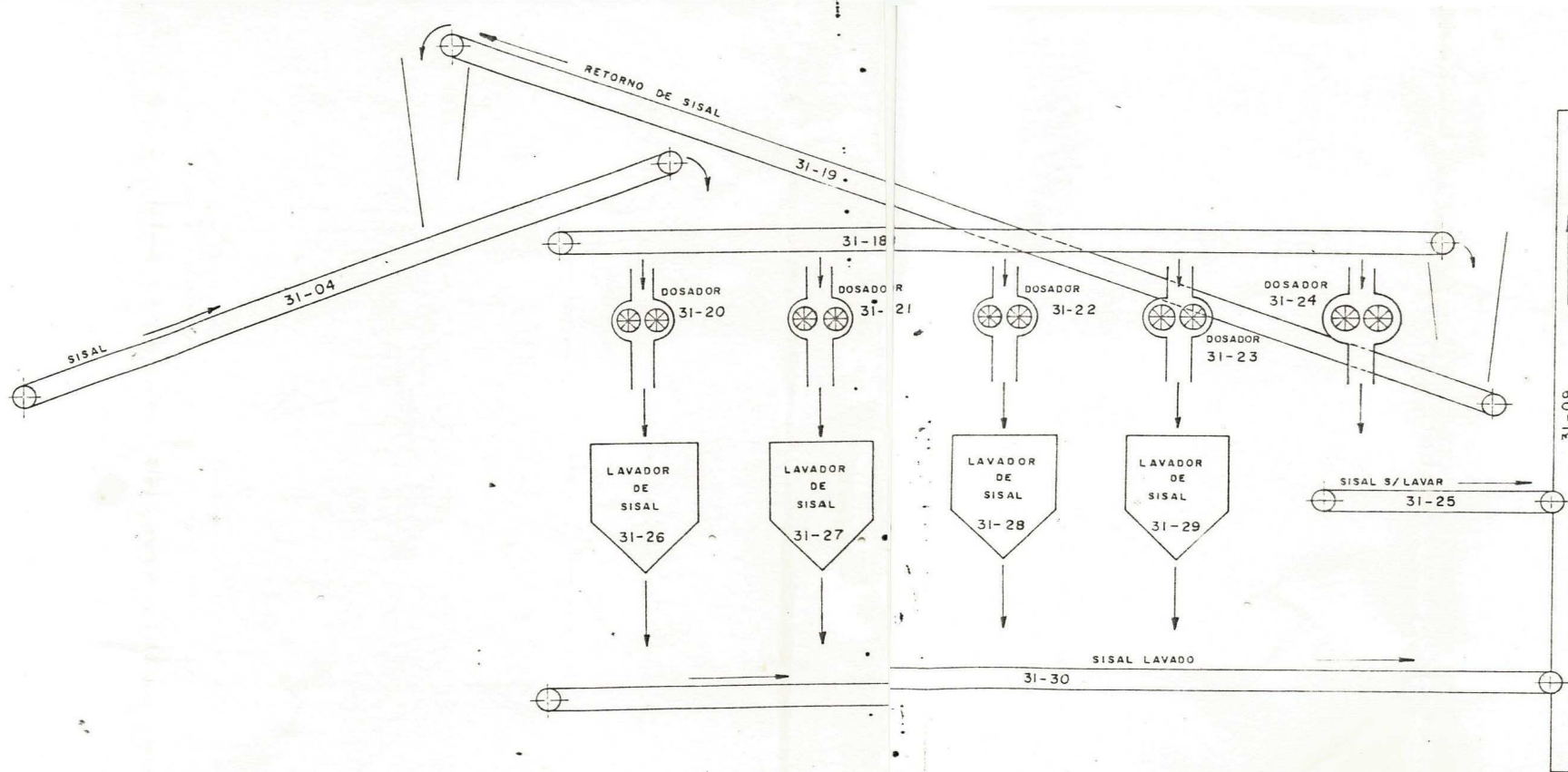
Pera, Hilde, "GERADORES DE VAPOR DE ÁGUA", São Paulo, Editora da
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1966.

APPENDIX



ORGANOGRAMA de MANUTENÇÃO





COMPANHIA DE CELULOSE DA BAHIA
FÁBRICA DE CELULOSE E PAPEL

LAVADORES DE SISAL

FLUXOGRAMA

PROJETO:	DATA:	ESCALAS:
DESENHO: ULISSES	30-05-83	DESENHO:
VERIFICAÇÃO:		
REVISÃO:		
APROVAÇÃO:		

1 31 00 2 21 02 00

