

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

EMPRESA: USINA SIDERÚRGICA DA BAHIA S.A. - USIBA

END.: Km 16 - BR-324 - SIMÕES FILHO - BAHIA

Estagiário: JOSÉ ROCHA DA SILVA

Orientador: Prof. MARCINO DIAS DE OLIVEIRA JR (UFPB)

Supervisor: Engº. OTÁVIO J. FERRAZ CRAVO (USIBA)

CURSO INTEGRADO  
CURSO INTEGRADO

Rua Aprégio Veloso, s/n - Telefone: (083) 321.7222 - Ramais 620 e 611.

Campina Grande - Paraíba

CURSO INTEGRADO  
CURSO INTEGRADO



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

# S U M Á R I O

	Página
1. INTRODUÇÃO	01
2. A EMPRESA	
2.1 - HISTÓRICO	02
2.2 - LOCALIZAÇÃO	03
2.3 - CAPITAL	04
3. NATUREZA DA INDÚSTRIA	
3.1 - TIPO DE INDÚSTRIA	05
3.2 - RAMO DE ATIVIDADE	05
4. ORGANIZAÇÃO	
4.1 - ORGANIZAÇÃO GERAL DA EMPRESA	05
4.2 - ESTRUTURA DO DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO MECÂNICA	06
5. PRODUTOS	
5.1 - CARACTERÍSTICAS, PROPRIEDADES FÍSICAS E UTILIZAÇÃO DOS PRODUTOS	07
6. MATÉRIA-PRIMA	08
7. INSTALAÇÕES	
7.1 - TERMINAL MARÍTIMO	08
7.2 - SISTEMA DE MINÉRIO	09
7.3 - UNIDADE DE REDUÇÃO DIRETA	10
7.3.1 - DESCRIÇÃO SUMÁRIA DOS EQUIPAMENTOS	15
7.4 - ACIARIA	25
7.4.1 - FORNO ELÉTRICO	26
7.4.2 - CARREGAMENTO CONTÍNUO DE FERRO ESPONJA	28
7.4.3 - EQUIPAMENTOS DE LINGOTAMENTO	29
7.5 - LAMINAÇÃO	31
7.5.1 - INSTALAÇÕES DA LAMINAÇÃO	41
7.6 - UTILIDADES	55

8. O ESTÁGIO	58
8.1 - UNIDADE LAMINADORA (LAMINAÇÃO)	59
8.2 - UNIDADE DE REDUÇÃO DIRETA	63
9. CONCLUSÃO	67
10. ANEXOS	
11. BIBLIOGRAFIA	

## A g r a d e c i m e n t o

A todos que de forma direta e indireta contribuíram para a realização deste estágio, externamos nossos sinceros agradecimentos, sem a contribuição dos quais seria impossível sua efetivação.

## 1. INTRODUÇÃO

Dentro do Programa de Estágio Supervisionado, que visa além de uma maior integração entre Universidade-Empresa, proporcionar aos estagiários a oportunidade de conviverem e conhecerem os problemas e as soluções que os esperam no cotidiano da vida pós-acadêmica, estivemos no período de 15 de setembro de 1981 a 15 de março de 1982 estagiando na Usina Siderúrgica da Bahia S.A. - USIBA.

No transcorrer do período acima mencionado estivemos lotados no Departamento de Manutenção Mecânica, sob a supervisão do seu Chefe, Eng<sup>o</sup> Otavio J. Ferraz Cravo e orientação do Prof. Marcelo Dias de Oliveira Junior, por parte da Universidade Federal da Paraíba - UFPB.

Salientamos que embora nos tenha sido apresentado, pela Divisão de Treinamento, um Programa de Estagiário, este não foi cumprido integralmente.

Nosso estágio foi cumprido nas Divisões de Manutenção Mecânica da Laminação e Redução Direta, onde ficamos sob a orientação e supervisão direta dos respectivos Chefes de Divisão.

Ressaltamos ser este o motivo pelo qual deixamos de apresentar maiores detalhes sobre a Aciaria, a Utilidade e de haveremos omitido dados sobre as demais divisões de manutenção mecânica.

Além de relatarmos as atividades desenvolvidas nas unidades, descrevemos suas instalações e seus principais equipamentos.

Esperamos com este trabalho, termos dado nossa parcela de contribuição aos colegas estagiários e a todos quanto dele fizerem uso.

## 2. A EMPRESA

### 2.1 - HISTÓRICO

Fruto de minuciosos trabalhos, que tratavam da viabilidade de implantação de uma indústria de base no Nordeste, que visse, a princípio, suprir as necessidades da região, no setor siderúrgico. Constatada a disponibilidade de matéria-prima e mão-de-obra, além de outros fatores sócio-econômicos, surgiu a Usina Siderúrgica da Bahia S.A - USIBA, em 29 de julho de 1963, por iniciativa da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE.

Empresa de economia mista, teve inicialmente, seu controle acionário a cargo da SUDENE, estando o seu quadro social constituído, atualmente, da seguinte forma:

ACIONISTAS	PARTICIPAÇÃO ACIONÁRIA %
SIDERBRÁS-siderurgia Brasileira S.A	70,30
FINOR-Fundo de Investimento do Nordeste	5,80
S U D E N E	1,60
Banco do Brasil S.A	1,08
Companhia Vale do Rio Doce	0,20
DOCENAVE-Vale do Rio Doce Navegação S.A	0,17
C.S.N- Companhia Siderurgica Nacional	0,03
Município de Simões Filho	0,01

O projeto aprovado foi para a implantação de uma usina siderúrgica não convencional, adotando o processo de fabricação do aço a partir do ferro espor, obtido pelo processo de redução direta e forno elétrico a arco.

Face ao seu caráter prioritário, sendo de interesse nacional, o projeto de implantação de uma Unidade de Redução Direta de minério, uma Aciaria elétrica e uma Unidade Laminadora de produtos não planos, foi de rápida tramitação nos órgãos de liberativos dos canais competentes.

As duas primeiras unidades a entrarem em operação foram a Aciaria e a Redução Direta, em meados de 1973.

A primeira corrida foi vazada em 02 de junho de 1973.

A última unidade implantada foi a Laminação. Os trabalhos de construção tiveram início em 1974, passando a funcionar em regime pré-operacional no ano de 1977. Sua inauguração oficial ocorreu no dia 29 de junho de 1978.

Com a entrada em operação da Laminação, a empresa passou a beneficiar o aço que ela própria produz.

Passou então, a empresa a despontar no mercado nacional, atendendo, essencialmente, as necessidades da região no setor siderúrgico.

## 2.2 - LOCALIZAÇÃO

Por apresentar satisfatórias condições de solo, com topografia suave, sua proximidade a Salvador e ao mar, além de fácil acesso as fontes de suprimento das principais utilidades, ou seja, água, energia elétrica e fonte de gás natural, além de contar com extensa rede de escoamento, por via rodoviária, foi escolhido para localização da USIBA, o município de Simões Filho.

Instalada no Centro Industrial de Aratu -CIA, distante ao norte de Salvador à 16 Km, na BR-324 Salvador-Feira de Santana, numa altitude de 81 m, ocupa uma área de 350 hectares.

Conta uma excelente infra-estrutura. Por intermédio da sub-estação de Cotegipe, distante à aproximadamente 6 Km, a energia elétrica é fornecida pela CHESF, por uma linha de transmissão de 230 KV. A água fornecida pela EMBASA -Empresa Bahiana de Saneamento, através de uma linha adutora de 600 mm de diâmetro e 4,5 Km de extensão, a partir da barragem de Ipitanga II. O gás natural é fornecido pela PETROBRÁS, sendo transportado por um gasoduto de 6 Km de extensão. O minério de ferro, pelo tizado, é fornecido pela Companhia Vale do Rio Doce, via marítima, sendo o descarregamento feito em um terminal privativo, localizado na Ponta da Sapoca, em São Tomé de Paripe, a 8 Km da usina.

### 2.3 - CAPITAL

Criada com um Capital Piloto de Cr\$ 250.000,00 (Duzentos e cinquenta mil cruzeiros), equivalentes a 50.000 (cinquenta mil) ações ordinárias ao preço de Cr\$ 5,00 (cinco cruzeiros), tem seu capital aumentado progressivamente, objetivando atender suas necessidades.

Atualmente o Capital é constituído da seguinte forma:

CAPITAL SUBSCRITO	Cr\$ 7.240.611.360,78
CAPITAL INTEGRALIZADO	Cr\$ 6.997.614.205,98

### 2.4 - TECNOLOGIA

A empresa optou pelo processo de Redução Direta de Minério. Consiste no emprego de gás reformado, a partir de G.L.P. como elemento redutor do minério de ferro.

Obtem-se, dessa maneira, o ferro esponja de excelente qualidade para carga do forno elétrico, que juntamente com a sucata de ferro e demais matérias-primas produzirá o aço.

Com o emprego deste processo, elimina-se a necessidade do uso do coque.

A USIBA é pioneira na utilização do processo HYL (Hojalata y Lamina) fora do México.

### 3. NATUREZA DA INDÚSTRIA

#### 3.1 - TIPO DA INDÚSTRIA

Siderúrgica

#### 3.2 - RAMO DE ATIVIDADE

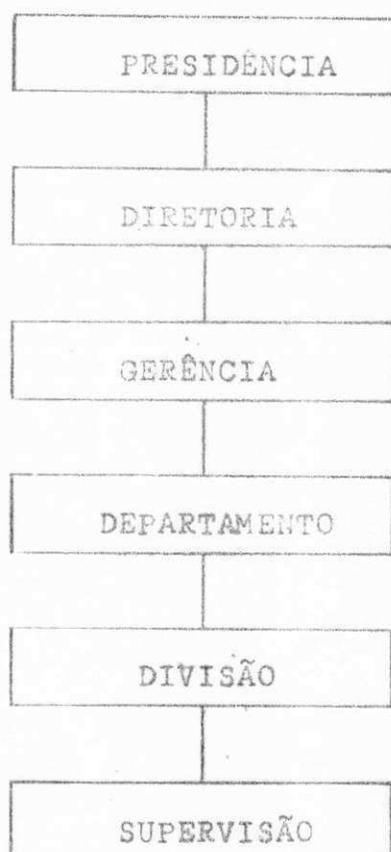
A USIBA destina-se a fabricação, transformação e comercialização de produtos siderúrgicos.

Atualmente, vem desempenhando suas atividades, no que diz respeito à fabricação e comercialização de ferro esponja (mínimo reduzido), aço em forma semi-acabada (tarugos) e lamina dos de produtos não-planos (vergalhões para construção civil e fio-máquina).

### 4. ORGANIZAÇÃO

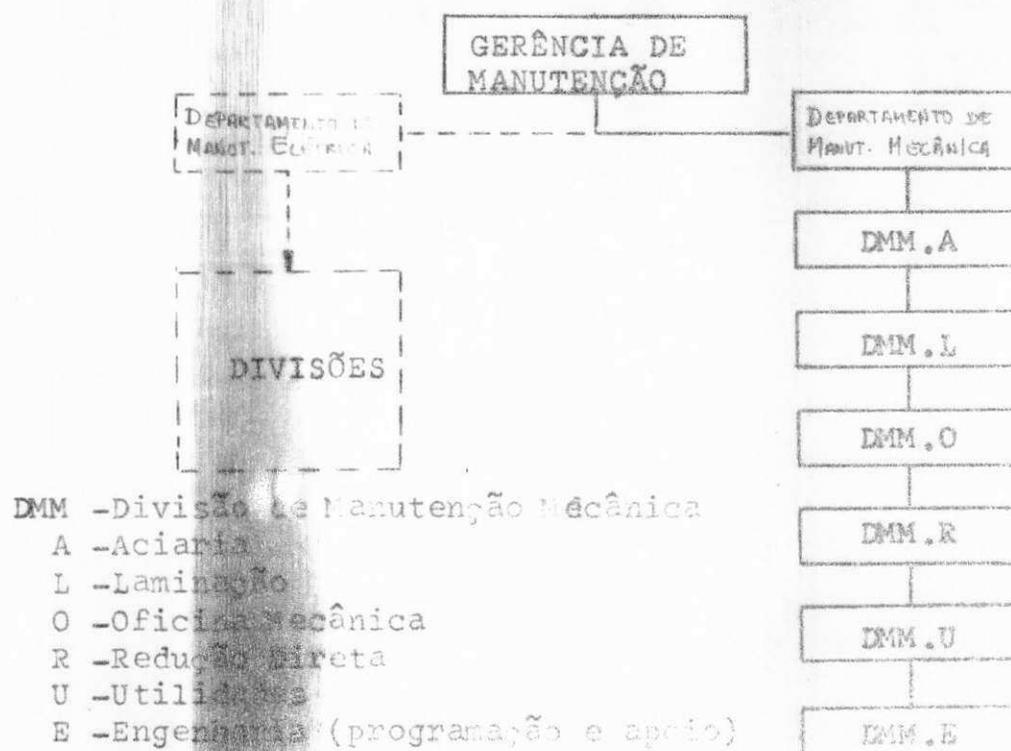
#### 4.1 - ORGANIZAÇÃO GERAL DA EMPRESA

A estrutura básica da empresa está assim constituída:



#### 4.2 - ESTRUTURA DO DEPTº DE MANUTENÇÃO MECÂNICA

Compete ao Departamento de Manutenção Mecânica, coordenar administrativamente e tecnicamente as divisões de manutenção mecânica da área industrial; planejar os níveis de manutenção preventiva para equipamentos mecânicos das áreas de produção; procurar obter índices mínimos de paralisação de produção ocasionada por problemas mecânicos e atuar na correção de irregularidades.



## 5. PRODUTOS

Os produtos fabricados pela USIBA são classificados como Produtos Siderúrgicos não Planos de Aço ao Carbono.

São os seguintes:

- a) Vergalhão e fio-máquina
- b) Tarugo lingotado continuamente
- c) Ferro Esponja

### 5.1 CARACTERÍSTICAS, PROPRIEDADES FÍSICAS E UTILIZAÇÃO DOS PRODUTOS.

a) VERGALHÃO - produzido segundo norma ABNT EB-3, tendo como característica principal, o limite de escoamento, devendo ser maior ou igual a  $50 \text{ kg/mm}^2$ . São utilizados na construção civil.

b) FIO-MÁQUINA - produzido de acordo norma SAE, com o diâmetro variando de 5,50 a 12,50 mm, com um peso aproximado, por bobina, de 1300 Kg. É destinado às trefilarias, para o fabrico de pregos, arames, parafusos, grampos, telas, sendo utilizado na construção civil como aço CA-60

c) TARUGO - produzido como especificação química, em seção quadrada de 120 mm, com comprimento de 12.000 mm e um peso de 1.350 Kg por peça. Tem sua aplicação nas indústrias laminadoras e forjarias.

d) FERRO ESPONJA - obtido pela redução do minério de ferro, usando como agente redutor o gás reformado derivado do petróleo. Constitui-se a principal matéria-prima utilizada

da pela USIBA para a obtenção do aço.

## 6. MATÉRIA-PRIMA

Para obtenção do aço, a USIBA utiliza as seguintes ma té ri as - pr im a :

1. Gás Natural de Petróleo
2. Minério de Ferro
3. Sucata
4. Ligas de Ferro
  - Ferro-Silício-Manganês
  - Ferro-Manganês
  - Ferro-Nióbio
5. Liga Cálcio-Silício

## 7. INSTALAÇÕES

Apresentamos, a seguir, uma descrição da área industrial, bem como, uma sinopse do fluxo produtivo, além de uma curta descrição de algumas máquinas e equipamentos da área produtiva.

### 7.1 - TERMINAL MARÍTIMO

O terminal marítimo tem capacidade para à acostagem de navios graneleiros de até 50.000 TDW (tons dead weight), com um ritmo de descarga de 600 t/h.

O terminal constitui-se de um atracadouro, localizado a aproximadamente 1,2 Km da costa da ponta norte de Sapoca, e das instalações na terra, destinadas a armazenagem e manuseio do minério.

O atracadouro é composto de uma plataforma de concreto, na qual estão instalados e locomovem-se os equipamentos de descarga, além de quatro dolphins para acostagem e amarração dos navios. O minério é transportado para o pátio de estocagem através de correias transportadoras. Do pátio de estocagem para a usina, o minério é transportado em caminhões, numa distância aproximada de 5,5 Km (em linha reta).

## 7.2 - SISTEMA DE MINÉRIO

O minério de ferro trazido do terminal marítimo é estocado no pátio de minério, anexo à usina, medindo 75 m x 150 m, que tem uma capacidade de estocagem em torno de 100.000 toneladas.

O minério é retirado com o emprego de carregadeiras frontais, com capacidade nominal de 150 t/h, que o descarrega num sistema de correias transportadoras. Ele segue para o peneiramento, passando através de um secador rotativo, que tem o objetivo de deixar o minério nas condições de umidade exigidas para o processo.

O sistema de transporte é constituído de seis correias, duas das quais com 630 mm de largura, estão dispostas ao longo das pilhas de estocagem, com uma velocidade de 76 m/min, e uma capacidade de transporte de 150 t/h. As demais correias são de 750 mm de largura, e velocidade de 76 m/min.

Dois tremonhas móveis correm sobre trilhos, acima das correias transportadoras, destinadas a facilitar o carregamento destas.

Um secador, tipo tambor rotativo, tem a capacidade nominal de 300 t/h e é projetado para minério com teor máximo de umidade de 5%, em peso.

A seção de peneiramento consiste de duas peneiras horizontais, de tipo de plataforma simples, com abertura de 10 mm, com as seguintes dimensões: 1,8 m x 5,0 m. Cap. por peneira 300t/h.

O minério que está dentro da bitola (10 a 50 mm) é conduzido para uma tremonha que alimenta a Unidade de Redução Direta. Os finos (minério com granulação menor que 10 mm) são conduzidos por uma correia transportadora para um silo de finos, sendo daí, transferidos para uma área de estocagem própria.

### 7.3 - UNIDADE DE REDUÇÃO DIRETA

O processo adotado para redução do minério de ferro, pela USIBA, é o HYL, desenvolvido inicialmente nas usinas da HYLSA-Hojalata y Lamina S.A. , no México.

Pelo processo, uma hematita de alta qualidade ( Óxido Férrico) em forma de pelotas (pellets) de minério de ferro, é reduzida a uma determinada proporção que produz ferro esponja de elevada metalização e baixos teores de ganga, fósforo e enxofre. A redução se processa pela ação de gases ricos em hidrogênio e monóxido de carbono. A capacidade nominal é de 600 t/dia de ferro esponja.

O processo está dividido em quatro sistemas de processo:

1. Sistema de manipulação do minério
2. Sistema integrado de Gás do Processo
3. Sistema de Redução e Descarga do Minério
4. Sistema Auxiliar e de Utilidade

Basicamente, a operação consiste na conversão de pelotas de óxido de ferro em ferro esponja pela ação de hidrogênio e monóxido de carbono. O gás natural utilizado para reformar, é inicialmente dessulfurizado, passando por um reator que contém carvão ativado, sendo aí, misturado com vapor superaquecido. Na zona de convecção do reformador, a mistura é pré-aquecida e daí segue a zona radiante, onde o gás natural reage com o vapor através da ação do catalista de base de níquel quente, para formar monóxido de carbono e hidrogênio. O gás reformado é passado à caldeira de

usado para recuperar um aquecimento sensível do gás para produzir vapor, a linha de gás é então resfriada antes de ir para a área da Redução.

A redução do minério de ferro ocorre numa bateria de quatro reatores, tendo cada, uma capacidade para aproximadamente 125 toneladas de minério. Os reatores são de leito fixo, durante a redução normal, cada reator passa através de um ciclo de quatro estágios. Durante o processo, um dos quatro reatores estará numa das seguintes fases: resfriamento, redução final, redução inicial e descarga/carga.

O fluxo de gás entre os reatores é dirigido da sala de comando, através de um sistema "interlock" comandada eletricamente.

Cada reator é acoplado diretamente a uma torre de resfriamento e aquecedor de gás.

Proveniente da torre de resfriamento do reformador, o gás primário frio, entra no reator na posição que está em resfriamento sendo aí aquecido pelo ferro esponja quente. Nessa fase, é depositado no ferro esponja, certa quantidade de carbono, melhorando, assim, o controle de qualidade do produto a fusão subsequente na aciaria. Após a fase de resfriamento, os gases vão através da torre de resfriamento do reator, seguem através do reator na fase primária, daí para sua torre de resfriamento, em seguida vão ao reator que se encontra na fase secundária e sua torre de resfriamento, completando o ciclo.

Durante o estágio da redução secundária, o material é aquecido pelo gás quente e o processo de redução é iniciado. Concluído o processo de redução, o ferro esponja é resfriado pelo gás de redução e em seguida, removido do fundo do reator e transportado para o alimentador vibratório, ocorrendo aí a separação da ganga do ferro esponja, sendo esta processada de volta ao reator.

Após a redução, o gás que deixa o reator ainda contém grande quantidade de hidrogênio e monóxido de carbono, sendo utilizado como combustível para fornos e aquecedores.

A capacidade de produção é função do tempo do ciclo do reator. Atualmente este ciclo é de 12 horas. Esse tempo do ciclo é passível de mudança, dependendo da qualidade e da redutibilidade, dos fornecimentos de pelotas, o grau de metalização desejada e o tempo necessário para carregamento e descarregamento dos reatores.

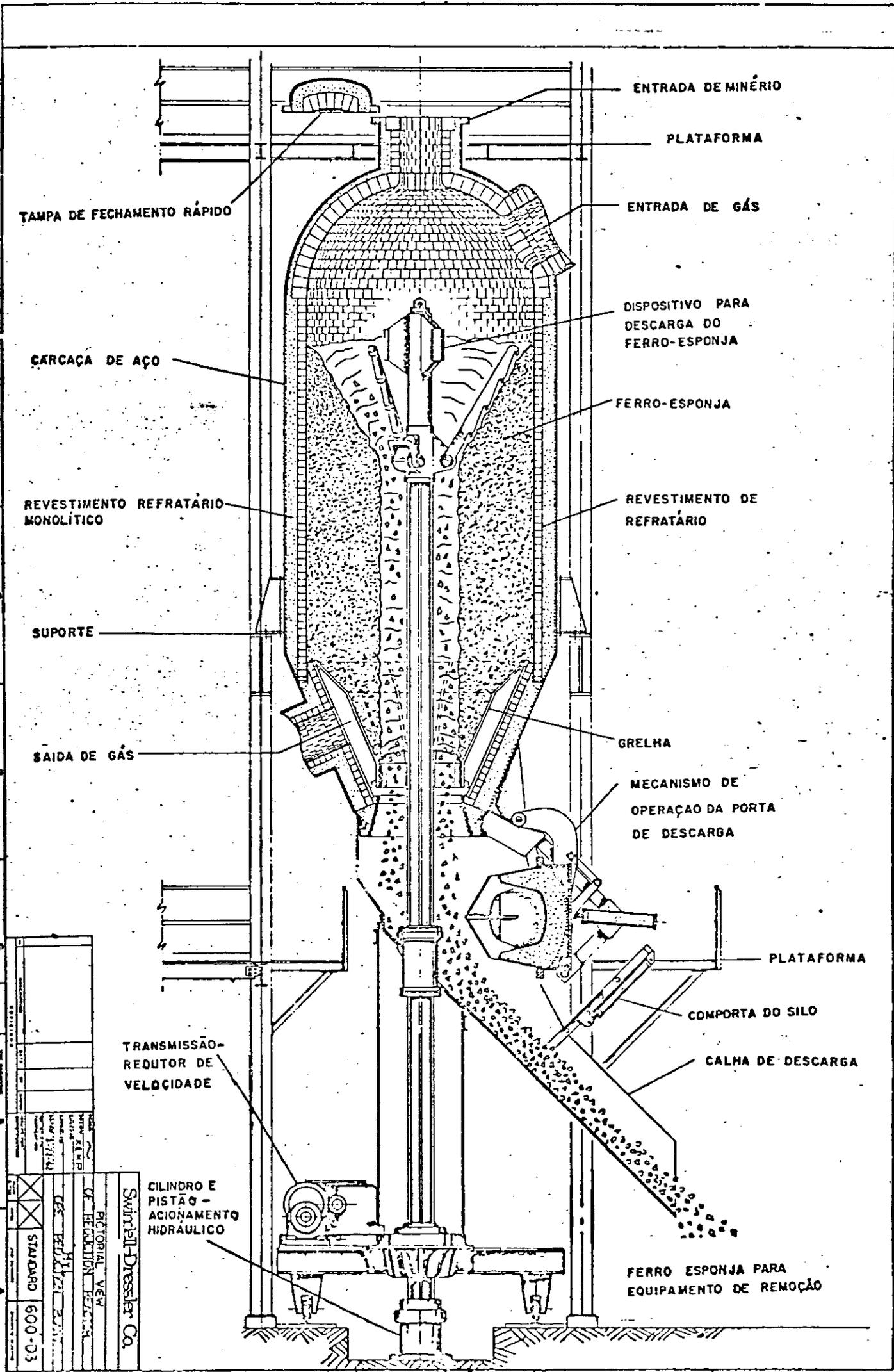
#### SISTEMA DE AQUECIMENTO DOS REATORES

Após o gás redutor sair da torre de resfriamento acopia da a cada reator, ele é aquecido em um forno tubular, por gás residual a uma temperatura de 700 a 815 °C. Ao mesmo tempo, uma corrente de ar é aquecida até uma temperatura aproximadamente igual, em um outro forno. Determinada quantidade do ar pré-aquecido é injetada na corrente de gás redutor, causando a combustão de uma parcela deste. Em consequência da combustão, a mistura gasosa é aquecida. O gás flui descendentemente através do leito de minério colocado no reator. A operação é controlada por intermédio da regulagem da proporção de ar/gás redutor. Os reatores na fase primária e secundária são aquecidos de acordo com o mesmo processo.

#### REMOÇÃO DO FERRO ESPONJA

O ferro esponja frio é removido pela parte inferior do reator e transportado aos silos de ferro esponja na aciaria. O mecanismo de remoção perfura o leito de ferro esponja, com os braços de raspagem fechados, preparando um furo central através do qual passa o seu eixo. O eixo é acionado hidráulicamente, e gira num cilindro engastado no chão. O eixo é impulsionado por um conjunto motorizado montado num carro auto-propulsionado que se desloca de reator a reator.

O ferro esponja é assim descarregado, caindo, através do fundo do reator em uma calha que o desloca para os equipamentos de transporte.



STANDARD	600-03
Swirell-Dressler Co.	
PICTORIAL VIEW	
OF SECTION	
DRAWN BY	
CHECKED BY	
DATE	
SCALE	
SHEET NO.	
TOTAL SHEETS	
PROJECT NO.	
DESCRIPTION	

Após o descarregamento do reator, os braços são fechados e o furador é abaixado para o carro propulsor. Desconecta-se o cabeçote do eixo, sendo este último recolhido para dentro do cilindro embutido no chão, deslocando-se a seguir, o carro para o próximo reator a ser descarregado.

A boca de descarga do reator que foi esvaziado é limpa, fechada, vedada e travada. A nova carga penetra através de uma calha. O cabeçote superior é limpo, fechado, vedado e travado.

Para retornar ao ciclo, o reator é escorvado com gás inerte, submetido a pressão por meio de gás natural.

Um sistema de correias transportadoras traz o minério de ferro do pátio de minério até os silos individuais de carregamento dos reatores. Uma chicana móvel, que se desloca sobre as correias transportadoras, remove o minério para qualquer um dos quatro silos, dependendo de qual reator esteja sendo carregado.

Após a redução, o ferro esponja é transferido para a Aciaria através de correias transportadoras.

## INSTALAÇÕES

Para que seja processada a redução do minério de ferro em ferro esponja, a Unidade de Redução Direta conta com as seguintes instalações:

A - Objetivando transferir o minério de ferro até os reatores e depois o ferro esponja até a Aciaria, a unidade conta um sistema de correias transportadoras, dispositivos de alimentação, calhas e sistemas propulsores.

B - Máquinas, silos, resfriadores, fornos, canalizações e controles para operação do conjunto.

C - Sala do Compressor, instrumentos de controle, chaves e disjuntores.

#### D - Sistema de Ar Comprimido

O sistema de ar comprimido destina-se ao acionamento das ferramentas pneumáticas e outros usos.

O ar comprimido destinado à instrumentação é retirado diretamente do sistema de ar da unidade, passando, antes, por um processo de resfriamento, filtragem e secagem.

Quando não é possível sua utilização, o ar é substituído por gás inerte.

#### E - Sistema de Vapor

O vapor de alta pressão é gerado no reformador de gás natural, com pressão de aproximadamente  $18 \text{ kgf/cm}^2$ . Esse vapor é utilizado no processo e no acionamento de turbinas das bombas e compressores da unidade.

O vapor de exaustão, com uma pressão de aproximadamente  $0,3 \text{ kgf/cm}^2$ , é condensado em resfriadores a ar, sendo em seguida devolvido ao sistema de água para alimentação da caldeira.

#### F - Sistema de Gás Inerte

O sistema de gás inerte é destinado a escoar os reatores e canalizações. Conta com os geradores de gás inerte, compressores e um reservatório, que o acumula a uma pressão de  $3,5 \text{ kgf/cm}^2$ .

#### G - Sistema Elétrico

Constitui-se de uma estação transformadora, quadros de comando e distribuição de luz e força, e ainda, um gerador de emergência que se destina a alimentação dos instrumentos, da alimentação local, além de manter em funcionamento os principais equipamentos, em virtude de falhas no suprimento geral.

#### H - Sistema Hidráulico a Óleo

Destinado ao acionamento das válvulas de mudança dos ciclos, as comportas dos silos, além dos cabeçotes superiores e inferiores dos reatores. É constituído de um reservatório, bombas, filtro, acumulador, painéis de comando e rede de distribuição.

## I - Sistema de Água

Conta com um sistema de circulação de água de resfriamento, mediante um circuito fechado, equipado com uma torre de resfriamento, para resfriar a água que chega quente, decorrente do processo.

Conta ainda com um sistema de clarificação, por decantação, destinado a limpar a água de refrigeração, eliminando resíduos de minério de ferro e partículas de ferro esponja.

Para o tratamento químico da água de refrigeração, emprega-se ácidos, álcalis e fosfatos.

Visando cobrir alguma eventualidade, existe um tanque de armazenamento d'água na unidade.

## J - Meios de Controle das Válvulas de Comando dos Ciclos

As válvulas são controladas na sala de controle, sendo acionadas por intermédio de botões que se encontram no painel. As válvulas possuem dispositivos que possibilitam o desligamento da seção dos reatores, em caso de erro do operador, na sequência de operação das válvulas.

Quando algum equipamento está operando fora das especificações, um sistema de alarme é acionado.

### 7.3.1 - DESCRIÇÃO SUMÁRIA DOS EQUIPAMENTOS

Apresentamos uma descrição dos principais equipamentos integrantes da Unidade de Redução Direta, bem como, sua função no processo.

A numeração apresentada em parênteses refere-se a identificação do equipamento, tendo como finalidade sua locação na área (planta).

#### A - DESIDRATADOR DE GÁS NATURAL (202-F)

Tem a finalidade de separar os líquidos presentes no gás natural proveniente da PETROBRÁS.

O seu formato é de um tanque cilíndrico, onde o gás a uma pressão de 11 kgf/cm<sup>2</sup>, entra e é lançado contra um anteparo, tendo este a função de reter os líquidos, que irão se depositar no fundo do primeiro.

Ao sair do desidratador o gás passa por um registrador, sendo aí fornecido o seu consumo total, seguindo posteriormente para os dessulfurizadores.

#### B - DESSULFURIZADORES ( 201-D e 202-D)

O enxofre contido no gás natural é eliminado nos dessulfurizadores. A eliminação se dá pelo processo de absorção, durante o qual as moléculas do enxofre são retidas por 03(três) camadas de carvão ativado.

Com a finalidade de distribuir o fluxo de gás, reter a água e evitar que o carvão seja arrastado pelo gás, coloca-se sobre a camada superior, uma camada de bolas de alumínio de 1/2".

É feito um revezamento entre os dois dessulfurizadores que trabalham em ciclos variáveis, conforme o teor de enxofre o gás.

Na saída, o gás passa por um controlador e registrador de fluxo que dosa a quantidade de gás natural a ser reformado.

#### C - REFORMADOR ( 201-B )

Local onde se obtém o gás redutor, através da reação química do gás natural com vapor de água, na presença de um catalizador de níquel.

O reformador é constituído de duas seções: Seção Radiante e Seção de Convecção.

- A seção radiante

É a seção onde ocorre a reação de reforma para se obter o gás redutor (74% de H<sub>2</sub> e 14% de CO).

- A seção de convecção

Nessa seção, se aproveita o calor dos gases do reformador e da caldeira para pré-aquecer a água de alimentação do domo, gerar vapor, superaquecer o vapor e pré-aquecer a mistura gás/vapor, através de 4 (quatro) serpentinas.

Capacidade: 36.000m<sup>3</sup>/h gás redutor

pressão de entrada da mistura: 7kgf/cm<sup>2</sup>

O gás reformado segue para a câmara de efluente.

D - CALDEIRA (NO CONJUNTO DO REFORMADOR)

Responsável pela geração da maior parte do vapor utilizado na Unidade de Redução Direta.

Consome gás combustível para o aquecimento, e gás natural como reforço do poder calorífico.

Conectada à caldeira encontra-se o Domo (201-F), que é um recipiente cilíndrico contendo água e vapor (50% de cada). Este domo é o ponto de partida dos sistemas de água e vapor, sendo a pressão na saída de 18 kgf/cm<sup>2</sup>.

A água da caldeira é proveniente do tanque de água tratada (250-F).

E - CÂMARA DE EFLUENTES E TROCADOR DE CALOR (201-C)

O gás redutor é recolhido pela câmara de efluentes localizada abaixo do reformador, e daí segue para o trocador de calor, onde é resfriado de 800°C para 250 °C.

O trocador de calor se constitui numa torre cilíndrica no interior da qual circula um fluxo de água em sentido descendente, envolvendo um feixe de tubos no interior dos quais circula o gás em sentido contrário. O gás passa em seguida pelo orifício de resfriamento, onde recebe um jato d'água e segue para a coluna de resfriamento do reformador (201-F).

No orifício o gás baixa sua temperatura para 70°C.

#### F - COLUNA DE RESFRIAMENTO DO REFORMADOR (201-E)

Constituída de uma torre cilíndrica na qual o gás penetra pela parte inferior e tem contato com a água por efeito de anéis de Rasching. Tem como objetivo resfriar e secar o gás reformado que vem do trocador de calor.

Quando o gás é resfriado, perde o vapor. Em seguida ele vai para o cabeçal de resfriamento, de onde é injetado no reator que se encontra em fase de resfriamento. Logo após, é recirculado pelo compressor 271-J, visando acelerar o resfriamento e completar as fases de ciclo primário e secundário, passando então, a gás combustível.

O gás é controlado por um PRC -Controlador e Registrador de Pressão.

#### G - COMPRESSOR DE RECIRCULAÇÃO DE GÁS (271-J)

Responsável pela compressão do gás que provém do reator em resfriamento, para em seguida reinjetá-lo no mesmo reator, acelerando, dessa forma, o resfriamento.

O compressor é tipo helicoidal, de fluxo axial e um estágio.

Volume aspirado: 9.400 m<sup>3</sup>/h

Pressão na entrada: 3,5 kgf/cm<sup>2</sup>

Pressão de saída : 5,2 kgf/cm<sup>2</sup>

Acionamento: Turbina à vapor - Tipo T2 RA

Velocidade: 3.800 RPM

Potência : 830 HP

Lubrificação centralizada: Óleo Shell Turbo-33 (ou similar)

#### H - ACUMULADOR DE DRENO DE VAPOR ( 203-F )

É um reservatório destinado a receber todos os drenos das tubulações de vapor, fazendo periodicamente a drenagem desta água.

## I - REATORES ( 211-D, 221-D, 231-D e 241-D )

Local onde ocorre a redução do minério de ferro sob a forma de pelotas em ferro esponja.

De formato cilíndrico com fundo cônico, recebem a carga de 135 t de pelotas, originando 97,4 t de ferro esponja, com uma metalização de 85%, consumindo cerca de 600 m<sup>3</sup>/t de gás natural. Para uma melhor distribuição do fluxo e fácil saída do gás no fundo do reator, é utilizada certa quantidade de ganga.

É obedecida uma seqüência de operação pelos reatores, sendo o ciclo completo de 12 horas.

O descarregamento é feito por gravidade e por intermédio de correias transportadoras o ferro esponja é levado até a Aciaria.

Quando a carga não desce livremente, utiliza-se um mecanismo destinado a soltá-la (carro kelly).

Um carregador rotativo em cada reator distribui o minério de ferro dentro do reator perto de sua periferia, de maneira a dar uma boa distribuição de tamanhos e evitar que o material se acumule num cone no centro de reservatório.

As coberturas superior (de carga) e inferior (de descarga) são equipados com fechos operados hidráulicamente.

Os reatores apresentam as seguintes características e ligações adicionais:

- a) Camisa de água
- b) A entrada revestida do gás quente da câmara de combustão na cabeça superior.
- c) Entrada de gás frio fresco e de gás de reciclo na cabeça superior.
- d) Saída de gás revestida no lado inferior do vaso.
- e) Revestimento de tijolo interno com concreto refratário próximo ao invólucro do vaso.
- f) Revestimento de camisas de água para a câmara de combustão e para a saída de gás.

g) Um defletor de metal cônico revestido, invertido, resfriado, de liga fundida, perto do fundo do reservatório.

#### Sistema de Resfriamento a Água do Reator

Cada reator é equipado com uma camisa de água e serpentina de resfriamento. O revestimento do reator é resfriado passando a água de alimentação da caldeira para a camisa de água.

A camisa de água de cada reator possui seis compartimentos, onde a água flui do compartimento superior para o inferior por gravidade.

O nível de água, em cada compartimento, é mantido pela regulagem de uma válvula operada manualmente.

A água para o resfriamento do revestimento do reator e do suporte inferior é tirada da descarga das bombas de resfriamento (255-J e 255-Ja), conectadas ao tanque de água de alimentação da caldeira (250-F).

Parte da água de alimentação da caldeira vai para a camisa de água do reator e o restante vai para a serpentina de resfriamento, retornando ao tanque de água de alimentação da caldeira.

#### J - GERADORES DE GÁS INERTE

Consiste em uma câmara onde se queima o gás natural por meio de uma centelha elétrica, obtendo-se dessa maneira, o gás inerte destinado a purgação dos reatores.

Os geradores são impulsionados por compressores de dois estágios, acionados a turbina.

O gás resfriado e descarregado é acumulado em um cilindro e distribuído aos reatores através do coletor e dos reatores individuais laterais.

Informações sobre os compressores:

- Capacidade: 291 m<sup>3</sup>/h      Potência: 50 HP
- Pressão de entrada: 14,7 - 15,2 PSIA
- Pressão de descarga: 90 PSIA
- Velocidade: 1500 RPM

## L - COMPRESSOR DE AR ( 202-J )

O ar comprimido necessário ao processo é fornecido por este compressor.

O ar para as câmaras de combustão e o sistema de ar do instrumento é tirado através de sucção atmosférica filtrada.

Características do compressor:

- Tipo : Helicoidal
- Número de estágios : 02 (dois)
- Capacidade de aspiração :  $270 \text{ m}^3/\text{min}$
- Pressão de saída :  $6,25 \text{ kgf/cm}^2$
- Potência nominal : 1840 BHP
- Alcance de velocidade : 3780 a 5536 RPM
- Acionamento : Turbina a vapor
- Sistema de óleo de lubrificação filtrado, resfriado e de alimentação forçada para os mancais da turbina e compressor;

Bomba de óleo de lubrificação principal acionada por eixo rotor fêmea no primeiro estágio.

- Comutador de fechamento do compressor de pressão do óleo de lubrificação baixa
- Comutadores de alarme de alta temperatura do ar nas descargas do primeiro e segundo estágios.

Velocidade da turbina controlada pela pressão de descarga do compressor

Dispositivo para evitar a velocidade excessiva, controlado para operar a 5750 RPM

Órbitas do compressor (revestidos com a camisa) com revestimento com água

Órbitas resfriados a óleo através dos eixos do rotor e do eixo.

Comutador de arranque da bomba auxiliar e alarme de pressão do óleo de lubrificação baixa.

#### M - SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA ( 205-U )

Este sistema destina-se a tornar a água proveniente de fontes externas, adequada ao uso na caldeira e sistemas de refrigeração.

É composto de 02 (duas) bombas, 02 (dois) filtros e 02 abrandadores.

As bombas tem a finalidade de elevar a pressão da água que irá passar pelos filtros.

A filtragem consiste em se fazer a água passar por uma camada de areia e, em seguida, em outra de pedregulhos. A filtragem tem a finalidade de retirar os sólidos levados pela água e diminuir a turbulência.

Os abrandadores são tanques onde a água é colocada em contato com uma resina, sendo abrandada pela troca de íons de Ca e Mg pelo Na da resina.

A vazão nominal é de  $31,5 \text{ m}^3/\text{h}$  de água.

#### N - CLARIFICADOR DE ÁGUA ( 251GG )

Um tanque circular, com 30,5 m de diâmetro por 3,65 m de altura, tem a finalidade de clarificar a água vinda dos sistemas de resfriamento dos equipamentos para em seguida remetê-la a torre de resfriamento.

A água entra por baixo e sai por cima, havendo a precipitação das impurezas.

#### O - TORRE DE RESFRIAMENTO DE ÁGUA ( 201-U )

A água proveniente do clarificador encontra-se a temperatura inadequada ao uso no processo, sendo portanto, necessário o seu resfriamento.

A torre é construída de concreto, no interior da qual é disposta uma pilha de madeira, por onde a água desce e resfria.

A água quente é armazenada em um reservatório (fossa) na parte inferior, sendo levada para a superior pela ação de bombas.

Quatro exaustores estão localizados na parte superior, e destinam-se a formar um semi-vácuo no interior da torre, fazendo com que haja uma maior troca de calor entre o meio e a água, que cai mais lentamente e com menos vapor.

A água fria vai se depositar em outra fossa, ao lado da de água quente, sendo em seguida, bombeada para os equipamentos.

#### **P - BOMBAS PARA ÁGUA QUENTE E FRIA (250-J e JA / 252-J e JA)**

São as bombas mencionadas no item anterior. São em número de 04 (quatro).

Duas para cada fim. Trabalham em regime de revezamento. São bombas centrífugas, de um estágio, com capacidade de 11 500 GPM, acionadas por turbina de vapor, com exceção da bomba 250-J que é acionada por motor elétrico.

#### **R - AERO CONDENSADOR DE VAPOR ( 268-C )**

Após sua utilização nas diversas turbinas, o vapor passa no interior de um conjunto de tubos aletados, onde é condensado.

Os tubos são resfriados por 06 (seis) ventoinhas, acionadas por uma turbina a vapor, de capacidade de 60 HP.

Após a condensação, a água segue para o Desaerador.

#### **S - DESAERADOR**

No desaerador a água vinda do aero condensador é lançada de cima para baixo, separando-se dos gases nocivos, tais como  $O_2$ ,  $CO$  etc.

A água limpa segue para o domo da caldeira (201-F)

#### **T - TANQUE DE ÁGUA PARA CALDEIRA ( 250-F )**

A água utilizada na caldeira, nos sistemas de refrigeração dos cones, tampas superiores e inferiores e camisas dos reatores é armazenada neste tanque.

Quatro bombas impulsionam a água, cada uma com fim definido.

Duas bombas são para água de refrigeração e duas para água da caldeira.

São bombas centrífugas, de 02 (dois) estágios, com capacidade de 1200 GPM e 460 GPM respectivamente, acionadas por turbinas a vapor.

**U - BOMBA DE EMERGÊNCIA PARA ÁGUA DA CALDEIRA ( 201-Jb )**

Bomba centrífuga, acionada eletricamente substitui as outras bombas, quando da partida da unidade ou numa emergência.

Capacidade: 100 GPM

Potência do motor : 75 CV

**V - GERADOR DE EMERGENCIA ( 205-U )**

A unidade conta com um gerador próprio destinado a suprir qualquer eventualidade no fornecimento externo de energia elétrica.

O gerador é acionado por uma turbina a vapor, tipo R2R, com velocidade de 3600 RPM e potência de 110 kW.

## 7.4 - ACIARIA

Como já mencionamos, a USIBA se dedica à fabricação de aço ao carbono.

Uma vez que conta com o processo de Redução Direta do minério de ferro, dispensa a utilização do alto-forno para a obtenção do aço.

A Aciaria está equipada com um Forno Elétrico a Arco.

Apresentamos uma descrição das instalações da unidade, sem no entanto, entrarmos em maiores detalhes, uma vez que não foi possível estagiarmos na mesma.

### INSTALAÇÕES

Instalada em um edifício de estrutura metálica, compreende quatro alas paralelas, quais sejam:

1. ala de estocagem e movimentação de ferro esponja e sucata
2. ala de carga do forno elétrico
3. ala de corrida e lingotamento contínuo
4. ala de evacuação, estocagem, inspeção e acondicionamento de tarugos

A primeira ala é servida por 02 (duas) pontes rolantes de 10t de capacidade. Nesta ala o ferro esponja é estocado, chegando da Unidade de Redução Direta, através de correias transportadoras. Enquanto a sucata é trazida por caçambas.

Na ala de carga encontra-se o forno elétrico juntamente com o transformador e as instalações e equipamentos auxiliares. A ala conta com uma ponte rolante de 100/20/5t de capacidade.

Na terceira ala está localizada a máquina de lingotamento contínuo e equipamentos de resfriamento dos tarugos. Conta com uma ponte rolante de 180/80/10t de capacidade e demais equipamentos auxiliares.

Na quarta ala está localizada a saída da máquina de lingotamento contínuo e os equipamentos de corte. Conta com uma ponte rolante de 15t de capacidade.

A Aciaria é concebida para um regime operacional de alta produtividade, sendo pontos fundamentais para que se consiga alcançar tais objetivos, os seguintes elementos:

- o forno elétrico
- o sistema de carregamento contínuo de ferro esponja.
- o equipamento de lingotamento contínuo

#### 7.4.1 - FORNO ELÉTRICO

Trata-se de um forno elétrico trifásico a arco de Ultra Alta Potência (UHP), de origem francesa, fabricado pela STEIN SURFACE LECTROMELT.

Com uma capacidade nominal na faixa de 95 a 120 toneladas métricas por corrida, tem o diâmetro interno da abóbada igual a 6.100 mm.

É alimentado por um transformador de 42 MVÁ que lhe proporciona estabelecer uma disponibilidade efetiva de potência em torno de 350 KW por tonelada de carga metálica.

Apresentamos a seguir, maiores informações sobre o forno

#### A - DADOS FÍSICOS DO FORNO

- a.1 - Abertura típica da abóbada: Pivotamento
- a.2 - Diâmetro do furo por onde se introduz a lança de  $O_2$  no forno : 100 mm
- a.3 - Diâmetro dos eletrodos : 609,6 mm
- a.4 - Diâmetro do furo dos eletrodos na abóbada : 686 mm
- a.5 - Número de eletrodos : 03 (três)
- a.6 - Consumo de eletrodo : 8 kg/ton
- a.7 - Injeção de oxigênio sem elevação da abóbada

- a.8 - Diâmetro na abertura da abóbada para  
carregamento contínuo de ferro esponja: 250 mm

#### B - DADOS DE OPERAÇÃO

- b.1 - Tap to Tap : 3 horas e meia  
b.2 - Tempo de Refino : 10/15 min  
b.3 - Capacidade máxima de fusão: 77 t/h  
b.4 - Peso máximo da carga : 76 t  
b.5 - Inclinação do forno  
- Para vazamento : 40%  
- para escória : 15%

#### C - DADOS DE METALURGIA

- c.1 - Número de corridas semanais : 76 (setenta e seis)  
c.2 - Tipos de aço : SAE 1008, 1010, 1020, 1030, 1045, 1070 e 1080  
c.3 - Tonelada de metal produzido : 115 t  
c.4 - Conteúdo da carga  
Ferro esponja: de 0 a 80%  
Sucata : de 20 a 100%  
c.5 - Pressão do O<sub>2</sub> lançado : 8 kgf/cm<sup>2</sup> (normal)  
12 kgf/cm<sup>2</sup> (máximo)  
c.6 - Tempo de lançamento de O<sub>2</sub> por  
corrida : 15 min  
c.7 - Tipo de escória : Básica  
c.8 - Fundentes agridados na corrida

Junto a carga inicial de 76 ton, usa-se 1 ton de cal, a  
dicionando-se o restante em intervalos, durante o tempo de  
fusão.

- a. Cal 60 kg/t  
b. Calcário 60 kg/t  
c. Flourita 1 kg/t

## c.9 - Ligas (kg/t)

a. Fe-Si	: 2	d. Coque	: 20
b. Fe-Si-Mn	: 20	e. Ca-Si	: 1
c. Fe-Mn	: 1	f. Grafite	: 1,5

## c.10 - Consumo de kWh por tonelada de metal

Médio : 600

Máximo : 700

## D - TEMPO DE CORRIDA

d.1 - Após a primeira carga de 76 t, todo material restante será adicionado com carregamento contínuo de ferro esponja.

O tempo total de fusão é de 90 minutos, para uma carga de 115t.

Quando a carga é 100% sucata, o carregamento é feito de 02 ou 03 cestões.

O tempo de corrida será de 2 (duas) horas.

d.2 - Vazamento: 5 min

## 7.4.2 - CARREGAMENTO CONTÍNUO DE FERRO ESPONJA

A USIBA utiliza o sistema IRSID (Institut de Rechercher de la Siderurgie), que consiste em introduzir o ferro esponja no interior do forno através de um alimentador situado no centro da abóbada, no interior do círculo dos eletrodos.

O ferro esponja cai entre os três eletrodos e forma um volume sobre o banho líquido.

Mantem-se um volume constante até a fusão total.

O ferro esponja flutua na interface metal-escória, envolvendo, em parte, cada eletrodo. Ao sofrer a ação do arco o ferro esponja funde-se parcialmente, digo superficialmente. Uma vez que a alimentação é contínua, os eletrodos ficarão novamente envoltos de carga metálica sólida.

Além de otimizar a utilização da energia do arco elétrico, o volume projetado protege a parede do forno contra a radiação intensa do arco, desenvolvida em cada eletrodo.

Quando a escória é formada, o banho líquido apresenta certa turbulência em torno dos eletrodos, ocasionando o surgimento da proteção à radiação do arco na direção da parede. Quando isto ocorre, reduz-se a carga do ferro esponja e eleva-se a temperatura, pouco a pouco.

O sistema apresenta as seguintes vantagens:

- melhoria da produtividade do forno elétrico;
- simplificação do dispositivo de carregamento contínuo;
- redução dos riscos de desgaste excessivo dos refratários das paredes do forno.

#### 7.4.3 - EQUIPAMENTOS DE LINGOTAMENTO

São equipamentos que se destinam a atender à elevada produtividade do forno elétrico.

São eles:

1. Ponte de lingotamento
2. Painéis de corrida
3. Máquina de lingotamento contínuo

#### PONTE DE LINGOTAMENTO

a. Projeto e Fabricação: Fives Lille Cail

b. Vão : 22,80 m

c. Capacidade nos ganchos:

-lamelares : 180 t

-auxiliar nº 01 : 40 t

-auxiliar nº 02 : 10 t

d. Velocidade de içamento:

-ganchos lamelares : 6 m/min

-ganchos auxiliares : 12 m/min

## PANELAS DE CORRIDA

- a. Capacidade : 100/120 t  
 b. Equipadas com dispositivo de obturação por válvula gaveta

## MÁQUINA DE LINGOTAMENTO CONTÍNUO

- a. Projeto e Fabricação : Fives Lille Cail  
 b. Número de veios : 06 (seis)  
 c. Moldes : Reto com conicidade  
 d. Dimensões dos produtos : 80 x 80 mm a 160 x 160 mm  
 e. Tempo Médio de Lingotamento : 60 minutos  
 f. Velocidade de extração : 0,8 a 3,5 m/min  
 g. Raio de curvatura : 5.000 mm  
 h. Dispositivo de corte : Máquina Oxi-corte  
 i. Comprimento do tarugo : 3.000 a 12.000 mm  
 j. Resfriamento por veio  
     - Primário : 1.500 l/min  
     - Secundário I : 160 l/min  
     - Secundário II : 308 l/min
1. Oscilação da lingoteira  
     - Amplitude máxima : 50 mm  
     - Frequência " : 150 osc/min

## 7.5 - LAMINAÇÃO

Faremos inicialmente uma explanação sobre o processo de laminação e, em seguida, descreveremos as instalações da Unidade Laminadora.

A laminação é um processo de transformação mecânica de metais ou ligas, através do qual procura-se:

- melhorar as propriedades do metal, e 
- desenvolver a forma do corpo metálico, com o objetivo de torná-la adequada para determinado uso.

Entre os processos de transformação mecânica, a laminação é de grande importância para os aços, pois além da capacidade de produção, a laminação é um processo que quase sempre antecede outro, como observamos a seguir: o fio-máquina a ser trefilado, a chapa a ser estampada, a barra a ser forjada e o tarugo a ser extrudado, são todos laminados.

Os produtos laminados são classificados em:

- semi-produtos e
- produtos acabados

Estão classificados entre os semi-produtos: os blocos as placas, as platinas e os tarugos. Os blocos e os tarugos apresentam a seção transversal quadrada e ligeiramente retangular. As placas e as platinas têm seção transversal retangular.

Entre os produtos acabados estão: os produtos planos e os não-planos. Produtos planos são aqueles em que a largura é muitas vezes maior do que a sua espessura. Obtem-se pela laminação de placas ou platinas. Os produtos não-planos são os que fogem a classificação anterior.

Entre os produtos não-planos estão:

- a. perfis estruturais (vias I, U, Z e cantoneiras)
- b. Trilhos e acessórios
- c. Laminados comerciais (barras redondas, quadradas, chatas etc.)
- d. fio-máquina e tubos sem costura

Esses produtos são obtidos a partir de blocos (quando a seção é grande), e a partir de tarugos (quando a seção é pequena).

#### A - TIPOS DE LAMINADORES

Através da laminação consegue-se modificar a seção transversal de um produto metálico, fazendo-o passar entre dois cilindros.

Os cilindros constituem-se, portanto, nas ferramentas utilizadas na laminação.

Em número variável, os cilindros são montados em uma armação, formando a gaiola ou cadeira de laminação.

Um conjunto de cadeiras e demais órgãos acessórios formam um trem de laminação.

Para se definir um laminador (trem de laminação), faz-se necessário o conhecimento do:

- tipo de cadeira;
- disposição das cadeiras;
- diâmetro ou largura da mesa dos cilindros, e
- programa de produção.

#### TIPOS DE CADEIRAS

As cadeiras estão classificadas em:

- cadeira duo
- cadeira trio
- cadeira duplo-duo
- cadeira quadruo ou quádruplo
- cadeira universal
- cadeira especial.

#### DISPOSIÇÃO DAS CADEIRAS

A disposição das cadeiras é função dos seguintes fatores:

- programa de laminação,
- capacidade de produção exigida, e
- do número de passagens necessário para laminação de um determinado produto.

Após levar-se em consideração estes três fatores, é possível dispor as cadeiras de diversas formas, sendo as principais as abaixo relacionadas:

- a. Trens com uma cadeira ,
- b. Trens abertos ou em linha ,
- c. Trens "cross-country" ,
- d. Trens contínuos e
- e. Trens semi-contínuos.

#### DIÂMETRO OU LARGURA DA MESA DOS CILINDROS

Para se designar os trens de laminação, muitas vezes, toma-se como parâmetro o diâmetro primitivo dos cilindros ou a distância entre os centros dos eixos da caixa de pinhões.

Ex: Trens desbastadores duo-reversíveis de 420 mm (cilindros com 420 mm de diâmetro).

#### PROGRAMA DE PRODUÇÃO

Segundo este critério, os laminadores estão classificados em:

- laminadores primários ou de semi-produtos e
- laminadores de produtos acabados.

#### B - PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS DE LAMINAÇÃO

A laminação como processo de transformação mecânica de metais está classificada em laminação a quente e laminação a frio.

Na laminação a quente, o material é reaquecido em um forno até a temperatura adequada. Ao passo que na laminação a frio, a transformação se verifica à temperatura ambiente.

Durante a laminação alguns fatores são essenciais para que as transformações no metal ocorram, dentre os quais citamos:

- a. Agarramento do material pelos cilindros
- b. Alongamento e alargamento
- c. Redução de espessura
- d. Redução de seção
- e. Velocidade angular dos cilindros
- f. Velocidade periférica
- g. Velocidade de entrada e saída da barra
- h. Força de laminação
- i. Calibração
- j. Temperatura de laminação

#### a. Agarramento do material pelos cilindros

Uma vez que o objetivo principal da laminação consiste em reduzir a área da seção transversal da barra a ser laminada, já que a espessura inicial da barra é superior a distância entre dois cilindros, tem-se como consequência problemas no agarramento da barra pelos cilindros.

São os seguintes, os fatores que influem no agarramento:

- coeficiente de atrito da superfície dos cilindros,
- diâmetro do cilindro,
- velocidade do cilindro,
- redução da espessura,
- temperatura da barra, e
- impulso da barra.

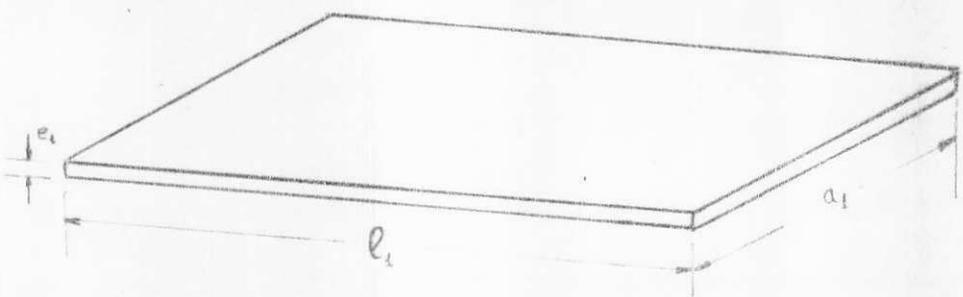
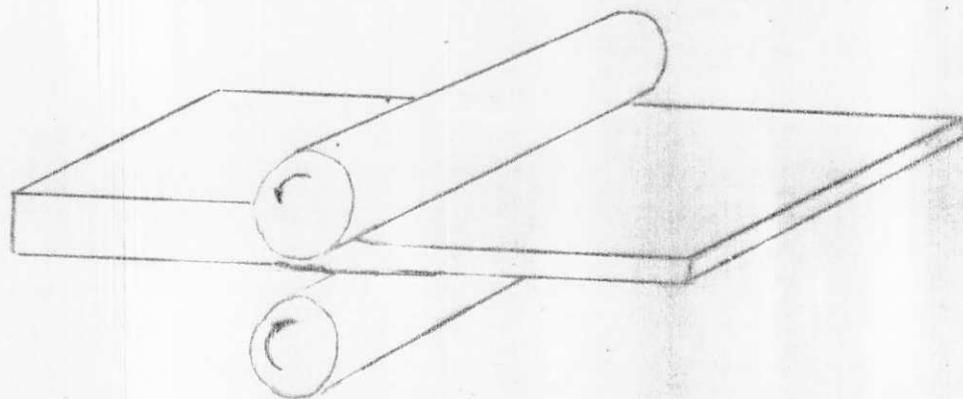
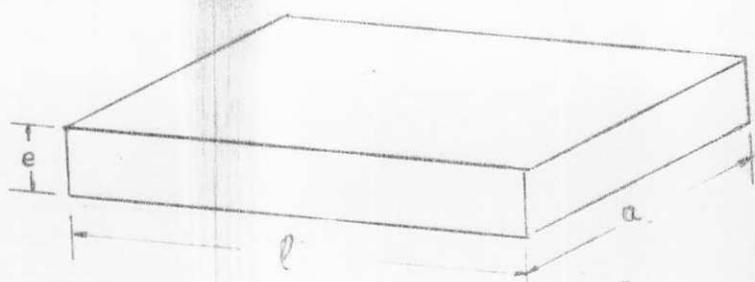
#### b. Alongamento e alargamento

Tomando como exemplo uma barra, verifica-se que quando ela sofre, após um passe de laminação, uma redução de estrutura, ocorre um deslocamento do metal na direção longitudinal, ocasionando um aumento no seu comprimento. Dá-se, portanto, o alongamento.

Ao mesmo tempo, ocorre um deslocamento de metal na direção transversal, perpendicular à direção de laminação, ocorrendo, então, um alargamento.

Verifica-se, pois, que após o passe, uma barra que antes tinha um comprimento  $l$ , tem o seu comprimento aumentado para  $l_1$ , a largura aumentada para  $a_1$  e a espessura reduzida para  $e_1$ .

Uma vez que o impulso maior é provocado pela rotação dos cilindros, o metal sofre um deslocamento mais acentuado na direção longitudinal.



### c. Redução de espessura

Define-se redução de espessura como sendo a diferença entre a espessura da barra na entrada do laminador e sua espessura na saída.

### d. Redução de seção

Define-se como sendo a diferença entre a área da seção transversal da barra na entrada e a área da seção transversal na saída (da gaiola).

### e. Velocidade angular dos cilindros

É medida em rotações por minuto (rpm)

### f. Velocidade periférica

Representa a distância percorrida por um ponto que se encontra na superfície do cilindro, por unidade de tempo.

A velocidade periférica é função do diâmetro do cilindro e de sua velocidade angular.

Para calculá-la temos a formula:

$$v = \frac{\pi D n}{60} \quad (\text{m/s})$$

onde,

$\pi$  é igual a 3,14

D é o diâmetro do cilindro em metros

n é a velocidade angular em rpm

### g. Velocidade de entrada e saída da barra

Por ocasião da entrada do metal nos cilindros, verifica-se que ocorre um retrocesso do metal, e conseqüentemente, um deslizamento dos cilindros sobre o metal.

Isto dá margem a verificarmos que:

- a velocidade de entrada do metal é menor do que a velocidade periférica dos cilindros, e

- a velocidade de saída é um pouco superior à velocidade de periférica dos cilindros.

O deslizamento é denominado de "avanço" ou "deslizamento à frente", dependendo dentre outros fatores, do diâmetro dos cilindros e da temperatura de redução de espessura.

Após inúmeras observações, verificou-se que existe um ponto intermediário no arco de contato (arco no cilindro que está em contato com o metal) em que a velocidade da barra é igual à velocidade periférica dos cilindros. Este ponto é denominado de "ponto neutro".

#### **h. Força de laminação**

Ao se laminar uma barra entre os dois cilindros, durante a operação surge uma força que tende separar os cilindros. A essa força dá-se o nome de força de laminação.

Cabe ao motor do laminador fornecer esta força. A sua intensidade será função da dificuldade que encontrará para fazer girar os cilindros. O motor deve fornecer além desta, uma força suplementar, que se destina a vencer as resistências passivas de todo o conjunto.

Entende-se como resistências passivas, aquelas provocadas pelo atrito dos cilindros contra os mancais, as do atrito entre as engrenagens da caixa de pinhões ou do redutor, e ainda, as perdas que ocorrem no próprio motor.

Pelo acima exposto, podemos concluir que:

**Força de laminação = força para deformar o metal +  
força para vencer o atrito do metal contra os cilindros.**

**Força que o motor deve fornecer = força de laminação +  
resistências passivas.**

## i. Calibração

Após o cálculo do número e da forma dos canais, e ainda, a sua distribuição pelos cilindros de um trem de laminação, dá-se o nome de calibração.

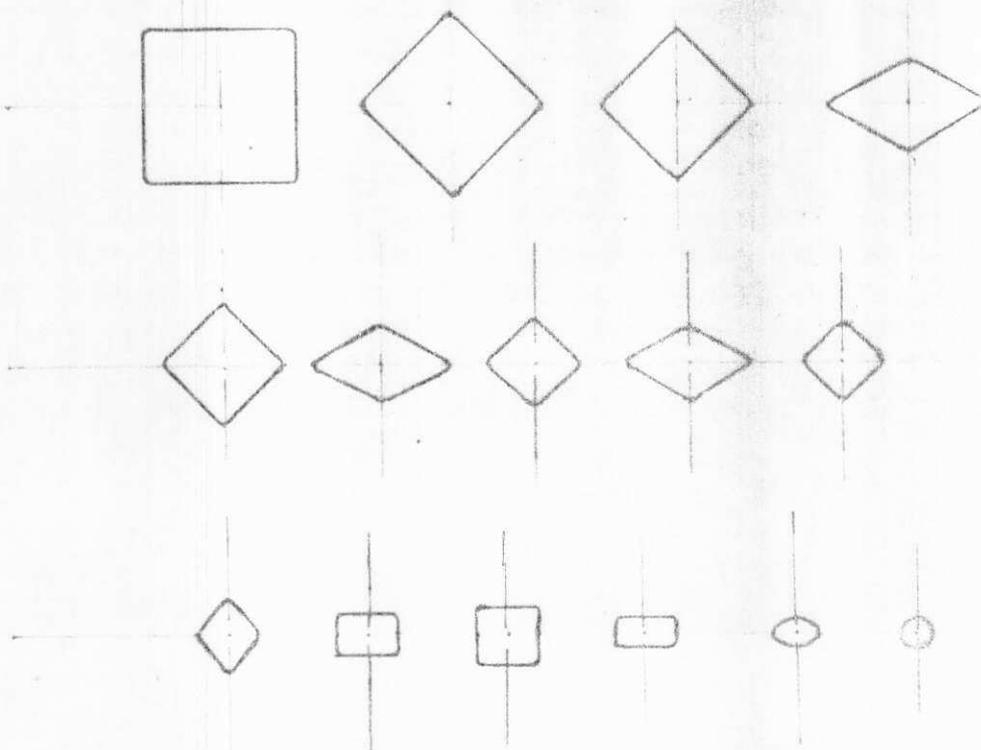
Embora para laminação de produtos de forma simples existam fórmulas e regras práticas que são utilizadas com algum sucesso no cálculo de canais, para formas mais complexas, como por exemplo em perfis, torna-se impraticável a utilização dessas fórmulas e regras, sendo necessário contar com a experiência de especialistas. Esta é, inclusive, uma das razões de muitos considerarem a calibração uma arte.

Quando a laminação é de produtos planos, utiliza-se cilindros de mesa lisa, ou seja, cilindros sem canais.

Porém, quando a laminação é de produtos não-planos, é necessária a utilização de cilindros com canais.

Canais ou caneluras são entalhes feitos nas mesas dos cilindros, que têm a finalidade de dar um forma pré-determinada ao material que está sendo laminado.

Tomando como exemplo a obtenção de uma barra de  $3/4"$  de diâmetro a partir de um tarugo de seção  $100 \times 100$  mm, verificamos que serão necessários 15 (quinze) passes, um por cadeira, cada uma delas apresentando os cilindros com canais de dimensões diferentes, como vemos na figura abaixo.



Apresentamos algumas definições importantes na calibração.

### Classificação dos canais

Os canais estão classificados em: canais abertos e canais fechados.

**Canais abertos** - são aqueles que são talhados nos dois cilindros.

**Canais fechados** - são so talhados totalmente em apenas um dos cilindros, uma saliência do outro cilindro encaixa neste, fechando-o.

segundo a finalidade, os canais estão classificados em:

- canais desbastadores,
- canais preparadores e
- canais acabadores.

**Canais desbastadores** - estes canais tem a finalidade de reduzir a seção transversal do lingote (tarugo) ou do semi-produto. O formato dos canais é variado, podendo ser:

- canal em caixa, utilizado em grandes desbastadores.
- canal quadrado ou canal losango, usados em desbastadores pequenos e laminadores de tarugos.

**Canais preparadores** - destinam-se a dar ao semi-produto uma forma adequada para ser introduzido no canal acabador. Os canais são de formato variado, sendo entre outros:

- canal quadrado, oval, oval chato ou losango, sendo utilizados na laminação de barras redondas e quadradas.
- canais chatos, canais horizontais, em diagonal ou vertical.
- canais para perfis.

**Canais acabadores** - são os canais responsáveis pela formação final do produto. Seu formato é variado, dependendo do produto que está sendo laminado.

## j. Temperatura de laminação

Quando a laminação é a quente, é de fundamental importância a temperatura do produto que está sendo laminado.

A temperatura exerce influência no agarramento, alargamento e alongamento da barra, além da força de laminação.

Sabe-se que a resistência a tração de um metal diminui com o aumento de temperatura, conseqüentemente,

- a mudança na forma é mais fácil e rápida, uma vez que pode-se obter maiores reduções a cada passe

- o consumo de energia será menor, para se efetuar essa redução.

Podemos citar outros fatores positivos, como por exemplo, menor desgaste nos cilindros, fácil alinhamento da barra e a obtenção de produtos com as dimensões mais precisas.

Portanto, é mais conveniente que a laminação seja iniciada a uma temperatura mais elevada possível.

Faz-se necessário definir uma temperatura máxima de laminação.

Essa temperatura deve ser a mais elevada possível, tendo-se, porém, o cuidado para que essa temperatura seja muito próxima a de fusão do aço que está sendo laminado.

Para os aços ao carbono, a temperatura deve ficar a uns 250 °C abaixo da temperatura de fusão do aço.

O resfriamento do material, também é de fundamental importância na laminação.

A medida que o material vai sendo laminado, sua temperatura vai diminuindo.

Contribuem para o resfriamento do material: o contato com os cilindros, a água de resfriamento, a mesa de rolos e o leito de resfriamento.

Quanto mais fino e comprido é o material laminado, mais rapidamente ele perde calor. Por conta disso, as maiores reduções ou alongamentos devem ser dados nos primeiros passes.

Fica evidente, portanto, que é essencial o cumprimento da temperaturas máxima e mínima de laminação, pois estas influem

substancialmente na qualidade do produto obtido, e no seu custo.

O não cumprimento dessas temperaturas pode ocasionar de feitos no produto, tais como rebarbas e dobras.

Deve-se, sempre, procurar verificar se a temperatura é uniforme em toda barra, pois se tivermos a temperatura no centro muito inferior a da periferia, o alongamento e o alargamento ocorrerão de forma irregular, ocasionando o surgimento de defeitos no produto final.

### 7.5.1 - INSTALAÇÕES DA LAMINAÇÃO

Projetada para uma produção anual de 400.000 t de laminados, a Unidade Laminadora está instalada em três galpões que estão dispostos em forma de "L".

Os dois galpões principais estão localizados paralelamente, medindo 403 x 26,5 m e o terceiro instalado perpendicularmente aos dois, mede 117 x 30,75 m.

Os galpões alojam quatro grandes áreas: o Pátio de tarugos; a laminação de barras, a laminação de fio-máquina, acabamento, armazenamento e expedição.

A laminação tem como unidade principal, um trem contínuo de alta velocidade, onde os tarugos são transformados nos produtos desejados.

Basicamente, existem quatro setores, cada qual com sua finalidade definida.

Os setores são:

#### a. Setor de desbaste

Conta com 09 (nove) gaiolas duas horizontal, sendo as duas primeiras (01 e 02) dotadas com cilindros de 520 mm de diâmetro e as demais com 420 mm de diâmetro.

#### b. Setor intermediário

Destinado a laminação de vergalhões, conta com 08 (oito) gaiolas duas horizontais e 3 (três) duas verticais, todas com diâmetro de 360 mm.

#### c. Leito de resfriamento

Composto de dois estágios, ambos com 102 metros de comprimento.

O primeiro estágio é constituído de pentes fixos e móveis.

O segundo, de correntes transportadoras que levam o material até a mesa de rolos, sendo daí levado a tesoura à frio, onde é cortado no comprimento pré-estabelecido.

O resfriamento uniforme propicia a obtenção de material com estrutura interna mais homogênea, dando-lhe melhores propriedades mecânicas.

#### d. Bloco de fio-máquina

Destina-se a laminação de fio-máquina e vergalhões de bitola inferior a 10 mm.

É composto por 08 (oito) gaiolas duas horizontais, atingindo uma velocidade de saída de 45 m/seg.

Após a última gaiola, o material passa a ser resfriado. Inicialmente à água, e posteriormente, após a formação de espiras, passa a ser resfriado a ar, pela ação de ventiladores instalados ao longo do leito de resfriamento.

Como já fora mencionado, a USIBA está capacitada à laminação de produtos não-planos, e como tal, a gama de produtos a ser obtido é extensa.

Atualmente a unidade está voltada a produção de vergalhões e fio-máquina, destinados a construção civil e as trefilarias, respectivamente.

Como toda a Usina, o projeto da Unidade Laminadora foi concebido permitindo, quando necessário for, modificações que

visem aumentar sua capacidade de produção.

#### A - FLUXO PRODUTIVO

Os tarugos produzidos na Aciaria, por lingotamento contínuo, são transferidos para Laminação por 02 (dois) vagões transportadores.

No pátio de tarugos, estes são descarregados por pontes rolantes.

O pátio é servido por 02 (duas) pontes rolantes, com capacidade de 7,5t. Uma ponte faz o descarregamento e empilhamento, por campanha, e a outra transfere os tarugos para a grelha de tarugos.

Da grelha de tarugos, esses são jogados na mesa de rolos de alimentação, sendo em seguida enforados.

No forno, cuja capacidade é de 100 t/h, os tarugos são reaquecidos até a temperatura de 1.250 °C, estando em condições de serem laminados.

Com a lança do ejetor de tarugos, esses são empurrados até os rolos impulsionadores.

Localizados à frente da porta de desenforamento, os rolos impulsionadores imprimem aos tarugos a velocidade necessária para entrarem na primeira gaiola.

Entre os rolos impulsionadores e a primeira gaiola encontra-se a tesoura pendular. A tesoura pendular destina-se, principalmente, ao corte da parte do tarugo que não se encontra na temperatura adequada de laminação.

Após a tesoura pendular, os tarugos atingem o setor de desbaste. Passada a nona gaiola, as pontas dos tarugos são cortadas (aproximadamente 150mm), pela tesoura rotativa.

Passada a tesoura rotativa o material entra no trem intermediário.

Caso a laminação seja de vergalhões, após a gaiola 17 (gaiola de acabamento), o material é cortado na tesoura motorizada e segue para o leito de resfriamento. Do leito de resfriamento, os vergalhões alcançam uma mesa de rolos, sendo transportados até a tesoura à frio, sendo aí cortados em comprimentos que

que variam de acordo com a solicitação do cliente. Os vergalhões são, em seguida, amarrados em feixes, retirados por pontes rolantes, identificados, inspecionados e liberados para o mercado.

Na laminação de fio-máquina, a gaiola nº 17 é deslocada da sua posição original para localiza-se entre duas dobratas. Portanto, a barra após passar pelo trem intermediário, entra nas dobratas, cujo formato é de um "S" e alcança o trem de arames.

Ultrapassado o trem de arames, após a gaiola nº 25, o fio máquina atinge um leito de resfriamento à água e entra no formador de espiras.

As espiras caem no leito de resfriamento e são transportados por esteiras ao longo deste. Durante o trajeto as espiras são resfriadas pela ação de ventiladores instalados por baixo do leito.

Ao atingirem o ápice do leito de resfriamento, as espiras caem na coletora de bobinas.

Formadas as bobinas, estas são identificadas, inspecionadas, retiradas da coletora por pontes rolantes, empilhadas e colocadas a disposição do mercado.

## B - DADOS TÉCNICOS DA LAMINAÇÃO

### B.1 - PRODUTOS A SEREM LAMINADOS PARA O LEITO DE RESFRIAMENTO E FORMADOR DE ESPIRAS.

a. Fio-máquina	5,50 a 12,50 mm
b. Barra para construção mecânica	5,50 a 57,00 mm
c. Barra para construção civil	6,00 a 32,00 mm
d. Barra quadrada	12,00 a 38,00 mm
e. Barra chata	25x6,5-18 a 75x6,8-25 mm
f. Cantoneiras de abas iguais	25x25x3-5 a 75x75x6-12mm

A especificação do aço é feita conforme normas ABNT, SAE, DIN, ASTM segundo exigência do cliente.

### B.2 - CAPACIDADE NOMINAL ANUAL

400.000 t

### B.3 - VELOCIDADE DE LAMINAÇÃO

- Velocidade máxima = 45 m/seg (Fio-máquina)
- Velocidade máxima = 15 m/seg (Vergalhões e barras)

### B.4 - DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

Apresentamos, em seguida, uma descrição sumária de alguns equipamentos da Unidade Laminadora.

#### GRELHA DE TARUGOS

Tendo a finalidade de alimentar a mesa de rolos de alimentação do forno, a grelha de tarugos é projetada com transferidor de cabo duplo.

Os tarugos são depositados na grelha por meio de uma ponte rolante e, por meio de um sistema transferidor de cabo duplo são lançados na mesa de rolos. Para facilitar o movimento dos tarugos, a grelha apresenta um declive na direção da mesa.

Características da grelha de tarugos:

- Capacidade 50 t
- Comprimento 6.300 mm
- Largura 7.500 mm
- Velocidade 0,8 m/seg

#### MESA DE ROLOS DE ALIMENTAÇÃO (em frente ao forno)

É constituída da mesa de aproximação e da mesa coletora, localizadas à frente da grelha de tarugos e na entrada do forno respectivamente.

Destina-se ao transporte dos tarugos até o interior do forno.

Na extremidade da mesa coletora está localizado um ba tente móvel, cujo finalidade é alinhar os tarugos.

Características	MESA COLETORA	MESA DE ALIMENTAÇÃO
Número de rolos	10	10
Diâmetro dos rolos	290 mm	290 mm
Distância entre rolos	1.500 mm	1.500 mm
Velocidade do caminho de rolos	1,20 m/seg	1,20 m/seg
Comprimento dos rolos	800 mm	500 mm

#### EMPURRADOR DE TARUGOS

Tem a finalidade de empurrar os tarugos para dentro do forno.

É acionado hidraulicamente por 02 (dois) cilindros de 250 mm, com a capacidade de 190 t.

## ROLOS IMPULSIONADORES

Localizados à frente da porta de desenformamento, consiste de dois cilindros puxadores e orientadores, cônicos e invertidos, acionados hidráulicamente, instalados verticalmente, visando inclinar os tarugos a uma posição de losango-sobre-a-aresta e introduzi-lo na primeira gaiola, a medida que giram juntos.

Atrás dos rolos impulsionadores estão dois cilindros horizontais (elevadores) acionados hidráulicamente, instalados um em cada veio .

Os cilindros elevadores levantam os tarugos, introduzindo-os na cadeira debastadora, possibilitando aos rolos impulsionadores alimentarem o veio que ficou livre.

## CADEIRAS HORIZONTAIS H1 E H2

Cadeiras duas horizontais 1 e 2 estão localizadas no trem de desbaste, logo após a tesoura pendular.

Nestas cadeiras os tarugos sofrem as primeiras deformações.

O balanceamento dos cilindros é feito hidráulicamente. Duas unidades de fixação prendem as cadeiras em suas chapas de base.

O mecanismo de deslocamento das cadeiras serve para situar o sulco necessário à linha de passagem e/ou mover a cadeira para a linha de mudança de cilindros.

A lubrificação dos mancais das cadeiras e outras partes é feita através de um sistema centralizado de graxa.

## TESOURA DUPLA ROTATIVA

Localizada após a cadeira nº 09, tem a função de cortar as pontas partidas e deformadas de um tarugo. Emprega-se também, quando o trem intermediário é interditado devido a defeito de laminação. Ao acioná-la o material é cortado e desviado para um poço de refugo.

As duas tesouras são montadas em conjunto numa caixa.

As duas facas (de cada tesoura) são acopladas uma com a outra através de uma engrenagem. Os motores que as acionam são a celerados até a velocidade necessária ao corte. Após o corte, as facas são freiadas e levadas de volta a posição inicial.

Quando as tesouras estão cortando as pontas do material, elas devem obedecer as seguintes condições:

- As peças cortadas devem ter comprimentos ajustáveis e reproduzíveis
- Somente um corte deve ocorrer
- O fluxo do material não deve ser prejudicado

#### LEITO DE RESFRIAMENTO (Laminação de vergalhões e barras)

Destina-se a receber o material vindo do trem intermediário, freiá-lo e a medida que vai transferindo transversalmente, resfriá-lo, até que este atinja a mesa de rolos que o levará até o dispositivo alinhador, onde será cortado no comprimento estipulado.

O leito é constituído por uma calha e pela região de resfriamento tipo pente.

A calha de entrada é constituída de uma parte fixa e de partes móveis. Entre as partes móveis destacamos a aba separadora, com um comprimento de 32 metros, se estendendo até o começo da área de resfriamento tipo pente. A aba é acoplada mecanicamente através de uma engrenagem, sistema de manivelas e alavancas, sendo acionada por um motor elétrico DC.

A aba separadora tem a função de direcionar o material laminado.

Um sinal emitido por uma célula fotoelétrica proveca o a cionamento de um dispositivo que proporcionará o abaixamento da aba, fazendo com o material passe da parte fixa da calha para a área do patim de frenagem.

Após a passagem do material, a aba retorna a posição de origem.

Os patins de frenagem servem para controlar e freiar o material que chega na parte fixa da calha, fazendo com que as pontas dos vergalhões ou barras, fiquem alinhadas na área de resfriamento tipo pente.

A área de resfriamento tipo pente consiste de um sistema de pentes fixos e móveis, que em seqüência alternada, são providos de entalhes largos e curtos.

Os entalhes dos pentes fixos ficam na calha de entrada, funcionando como grelha retificadora, apoiando totalmente o material laminado, evitando sua deformação.

O sistema de pentes móveis é acionado por um motor CA, através de engrenagens e eixo de manivela.

Um dispositivo transferidor por correntes, desloca o material desde a área de resfriamento até a mesa de rolos de saída. As correntes são acionadas por motor Dc, através de uma engrenagem.

### TESOURA À FRIO

Tendo como finalidade principal cortar as barras e/ou vergalhões em tamanho comercial, a tesoura à frio está localizada após o leito de resfriamento.

A lâmina superior é acionada por um dispositivo eletromecânico e a lâmina inferior é fixa.

Um percurso total da tesoura é equivalente a uma revolução do eixo excêntrico, eixo esse que faz a lâmina superior se movimentar.

A tesoura acelera para cada corte, sendo parada após executá-lo, por uma chave giratória de excêntrico.

Um dispositivo de fixação é instalado adiante na tesoura, com acionamento pneumático.

A tesoura é dotada de um medidor tipo viga, sendo este constituído de uma viga e dois carros de medição para programa de corte com duas medidas simultâneas. No corpo da viga tem uma escala métrica, com divisões de 10 cm, para regulagem do corte no comprimento desejado.

O transporte do material para corte é feito através de uma mesa de rolos, que tem o seu início no leito de resfriamento tipo pentê e se estende ao longo da tesoura à frio.

Após o corte, o material é transportado para parte traseira da tesoura, desobstruindo, dessa forma, a área reservada ao corte.

A mesa de rolos é dividida em duas seções, que tanto podem serem operadas individual como conjuntamente. Os rolos são acionados individualmente, por motores elétricos.

É parte integrante da tesoura um dispositivo descarregador, tipo corrente, destinado a transportar o material cortado desde a mesa de rolos até os berços coletores, instalados nas laterais da tesoura. As correntes estão divididas em 02 (dois) grupos. Através de um acionamento pneumático, as correntes são elevadas a uma altura superior a mesa da tesoura, transferindo, em seguida, o material para o berço que se encontrar vazio.

#### FORNO DE REAQUECIMENTO

O forno destina-se ao reaquecimento dos tarugos que serão laminados.

Projetado pela OFAG-LUDWIG-INDUGAS, teve sua construção a cargo da BRASIMET. É um forno a empurrador, tipo contínuo, com 03 (três) zonas de aquecimento, com tiragem forçada na chaminé, através de ejetor.

Os tarugos são introduzidos, de dois em dois, no seu interior, vindos da mesa de alimentação, sendo posicionados por um conjunto de oito rolos refrigerados a água.

Um pára-choque, localizado na parte inferior, alinha os tarugos e os deixa em posição de deslocamento.

Sob a ação do empurrador, ocorre o deslocamento dos tarugos, no sentido longitudinal do forno. Os tarugos deslizam sobre oito tubos resfriados a água, até atingirem a soleira.

Ao atingirem a porta de desfornamento, por ação do ejetor, os tarugos são empurrados até os extratores e impulsadores, iniciando-se a laminação.

Estamos anexando desenho, no qual vê-se em detalhes, as partes mais importantes do forno e seus principais equipamentos auxiliares. Em virtude da legenda está um pouco ilegível, transcrevemo-la a seguir.

#### Nº - DESCRIÇÃO

- 01 Mesa de rolos de alimentação
- 02 Rolos refrigerados
- 03 Pára-choque
- 04 Empurrador de tarugos
- 05 Tubos longitudinais refrigerados
- 06 Soleira
- 07 Ejetor de tarugos
- 08 Extrator (rolos impulsadores)
- 09 Tubos verticais de apoio
- 10 Tubos transversais
- 11 Caixas de descarga (água de refrigeração)
- 12 Mesa de saída do forno
- 13 Motor de levantamento da porta de descarga
- 14 Moldura refrigerada porta de carga
- 15 Moldura refrigerada porta de descarga
- 16 Moldura refrigerada porta de inspeção
- 17 Moldura refrigerada porta do empurrador
- 18 Zonal frontal
- 19 Zona superior
- 20 Zona inferior

Nº	DESCRIÇÃO (continuação)
21	Tubulação de combustão
22	Cinzeiros para limpeza da zona inferior
23	Porta de serviço
24	Canal de saída dos gases queimados

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO FORNO

#### PRODUÇÃO

Capacidade	100 t/h
Quantidade de tarugos	74 por hora
Carregamento	2 peças simultaneamente
Ciclo de saída	1 peça cada 48,6 segundos
Peso do tarugo de 120x120x12000mm	1.350 kg

#### DIMENSÕES

	(metros)
Comprimento total - estrutura metálica	19,90
Largura total - estrutura metálica	14,40
Comprimento interno	18,50
Largura interna	12,80
Comprimento útil	15,80
Largura útil	12,00
Área útil de soleira	190,00 m <sup>2</sup>

#### TEMPERATURAS

	°C
Tarugo na entrada	20
Tarugo na saída	1.250
Máxima na zona superior (zona 1)	1.250
Máxima na zona inferior (zona 2)	1.000
Máxima na zona frontal direita	1.270
Máxima na zona frontal esquerda	1.270
Ar de combustão, na entrada do recuperador	20
na saída do recuperador	380

Água de refrigeração, na entrada dos tubos	30
na saída dos tubos	50

### COMBUSTÍVEL

Óleo B.T.E. com poder calorífico médio de 10.000 kcal/kg, bombeado a 40°C e reaquecido na saída do tanque à 110 °C, por aquecedores elétricos

### QUEIMADORES

Zona 1 (zona de aquecimento superior)

Zona 2 (zona de aquecimento inferior)

Zonas 3a e 3b (zonas frontais: direita e esquerda)

ZONA	NÚMERO DE QUEIMADORES	CONSUMO POR QUEIMADOR		PRESSÃO DE PULVERIZAÇÃO kg/cm <sup>2</sup>
		AR a 200 mmCA	ÓLEO a <sub>2</sub> 55 kg/cm <sup>2</sup>	
1	10	2600Nm <sup>3</sup> /h	220 kg/h	5,5
2	07	2600Nm <sup>3</sup> /h	200 kg/h	5,5
3a 3b	04	1060Nm <sup>3</sup> /h	900 kg/h	5,5

### DESCRIÇÃO GERAL

A carcaça do forno é fabricada com chapas de aço, soldadas e reforçadas por estrutura de perfis.

Através de 02 (dois) ventiladores centrífugos, localizados próximo ao forno, o ar de combustão é fornecido.

Ao passar por dois recuperados, que se encontram instalados no canal de tiragem, o ar é preaquecido, seguindo por tubulações para os queimadores.

Os recuperadores são do tipo multitubular. O ar passa pelo interior dos tubos, sendo aquecido pelo gás queimado que externamente.

Os gases queimados são captados no forno por canais verticais, passam pelo recuperador e chaminé e em seguida são expelidos para o ar livre.

A chaminé é construída em chapas de aço, revestida com material refratário, com formato cônico nas partes superior e inferior e cilíndrico na parte central. Sua altura é de 23 m.

Uma válvula borboleta instalada a 15 m de altura, na chaminé, regula a pressão do forno.

O volume de gases queimados é de aproximadamente 55.600 Nm<sup>3</sup>/h.

O sistema de tiragem é do tipo forçada, sendo o equipamento principal o soprador Jato Radial, com capacidade de 70.000 Nm<sup>3</sup>/h, a uma pressão estática de 360 mm C.A, acionado por um motor elétrico de 110 kw.

Os principais equipamentos são refrigerados. Uns a ar outros a água. O ar é retirado antes do recuperador, no fluxo de ar de combustão. A água é controlada em qualquer ponto que esteja refrigerando, sendo portanto, possível a regulagem da sua temperatura. A água é coletada em uma caixa e dirigida, em seguida, para o tubo das águas de escoamento.

## SISTEMAS AUXILIARES DA LAMINAÇÃO

### a. SALA DE CONTROLE

Nesta sala encontram-se instalados os instrumentos de controle e comando.

### b. SISTEMA DE ÁGUA

Composto por canais e poços de carepa, casas das bombas, filtros, tratamento de água e torre de resfriamento.

### c. SISTEMA DE ÓLEO LUBRIFICANTE

Composto por 06 (seis) centrais hidráulicas, responsáveis pela lubrificação e acionamento dos equipamentos da Laminação.

## 7.6 - UTILIDADES

A Divisão de Manutenção Mecânica de Utilidades é a divisão responsável pela manutenção dos sistemas de utilidades da área industrial.

Estão sob sua guarda os seguintes sistemas:

- A - SISTEMA DE AR COMPRIMIDO
- B - SISTEMA DE ÁGUA (Industrial e Potável)
- C - SISTEMA DE GLP E O<sub>2</sub>

### A - SISTEMA DE AR COMPRIMIDO

Destina-se ao fornecimento de ar comprimido a Unidade de Redução Direta, Oficinas Mecânicas, Instrumentação e Limpeza, Laminação e Aciaria.

Conta com 03 Compressores Alternativos

Marca: Worthington - Tipo: BDC- 13 1/2" x 8" x 5"

Nº de estágios: 02 - Duplo efeito

Capacidade: 19 m<sup>3</sup>/min a 100 psi na sucção.

Integra o sistema a Central de Ar Comprimido da Laminação, composta de 03 compressores, sendo:

02 (dois) Compressores Alternativos

Marca: Ingersol Rand

Tipo: 30 - Modelo IST

01 (um) Compressor Alternativo

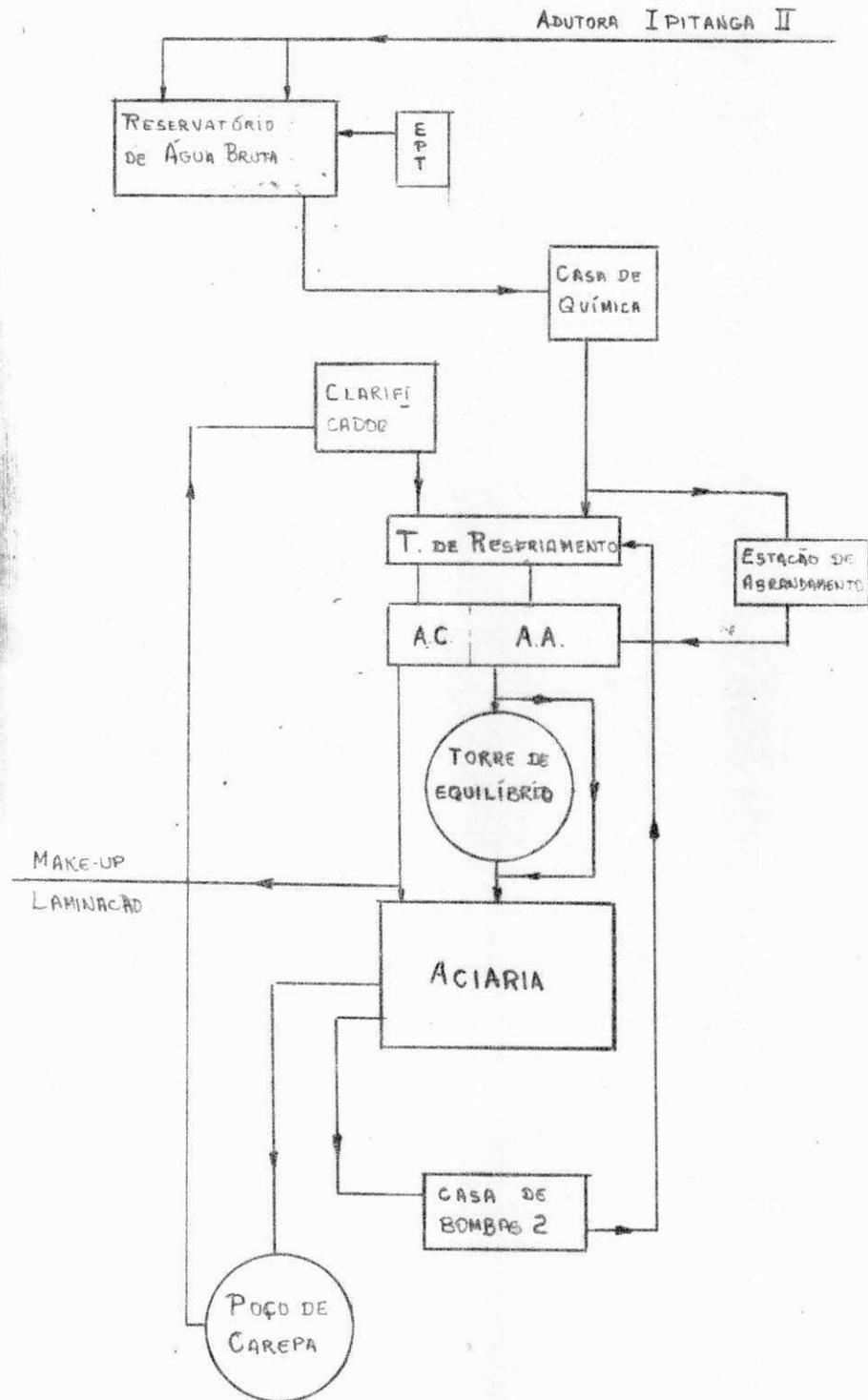
Marca: Atlas Copco

Nº de estágios: 02 - Simples Efeito

Capacidade: 161 m<sup>3</sup>/h a 100 psi na sucção.

## B - SISTEMA DE ÁGUA

O esquema abaixo representa, de forma simples, o fluxo de água que se destina a área industrial.



EPT - ESTAÇÃO DE PRÉ-TRATAMENTO  
 A.A - ÁGUA ABRANDADA  
 A.C - ÁGUA CLARIFICADA

A água abrandada é utilizada na refrigeração do forno, compressores, despoejamento e para alimentação das caldeiras.

Conta com 05 (cinco) bombas centrífugas - Marca: Worthington - Modelo: 6LN-23.

A água clarificada é utilizada na refrigeração no lingotamento contínuo e na Laminação.

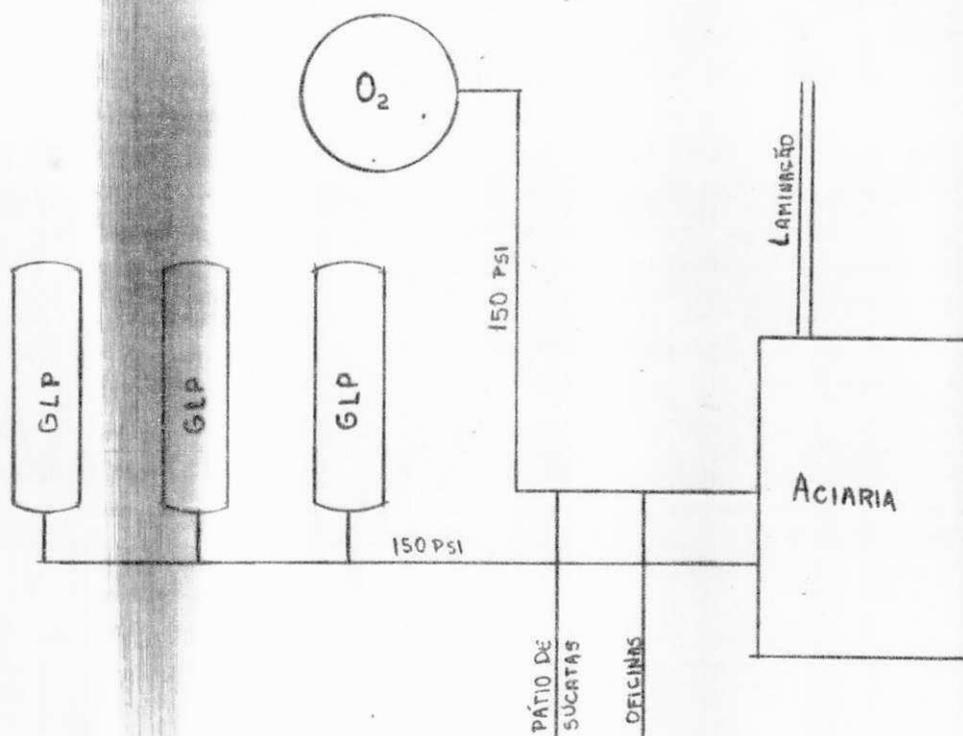
Conta com 02 (duas) bombas centrífugas - Marca: Worthington - Modelo: 6LN-18.

### C - SISTEMA DE VAPOR

Este sistema destina-se ao fornecimento de vapor para as unidades produtoras.

### D - SISTEMA DE GLP E O<sub>2</sub>

Tem-se, a seguir, um fluxograma da Central de G.L.P e de O<sub>2</sub>.



## 8. O ESTÁGIO

Neste parágrafo, relataremos nossas atividades desenvolvidas na Divisão de Manutenção Mecânica da Laminação e da Unidade de Redução Direta, respectivamente.

O estágio foi iniciado em 15 de setembro de 1981 e concluído em 15 de março de 1982.

No período de 15 a 18 de setembro, por iniciativa e coordenação da Divisão de Treinamento, estivemos participando de uma Semana de Integração.

Durante esta semana assistimos palestras sobre primeiros Socorros, Segurança no Trabalho, Serviços de Assistência Médica e Social prestados aos funcionários e estagiários, além de explicações sobre a Empresa e o seu funcionamento. Finalizando a fase de adaptação e integração, participamos de uma visita ao Terminal Marítimo e a Área Industrial.

No dia 21 de setembro iniciamos o estágio na área industrial.

Por determinação do Chefe do Departamento de Manutenção Mecânica, a primeira fase foi cumprida na Divisão de Manutenção Mecânica da Laminação.

Após permanecermos 112 (cento e doze) dias na Laminação, iniciamos a segunda e última fase do estágio.

A segunda fase foi cumprida na Divisão de Manutenção Mecânica da Unidade de Redução Direta, onde permanecemos até o dia 15 de março de 1982.

Participamos do Curso de Alinhamento de Motores, ministrado nas dependências e sob a orientação da Divisão de Treinamento.

Apresentamos a seguir as atividades desenvolvidas em cada uma das unidades.

## 8.1 - UNIDADE LAMINADORA (LAMINAÇÃO)

A primeira fase do estágio foi cumprida na Laminação. Após breve entrevista com o Chefe da Divisão de Manutenção Mecânica da Laminação, Engº Paulo A. Pessarollo, durante a qual nos foi dada a conhecer a sistemática de trabalho adotada na Divisão, informações à cerca da produção e da manutenção mecânica, fomos apresentados aos demais componentes da equipe da Manutenção Mecânica, passando a integrá-la.

Fomos designados pelo Chefe da Divisão para acompanhar os trabalhos desenvolvidos e executados pela equipe.

Além do acompanhamento de tais atividades, estivemos, quando se fez necessário, elaborando croquis de peças de equipamentos da unidade, abrindo PDM's (Pedido de Manutenção) e mantendo contatos na Oficina Mecânica, visando inteirar<sup>nos</sup> o processo de fabricação destas peças.

Dentre as atividades que assistimos sua execução, destacamos:

### A - Colocação e mudança de cabos de aço das Pontes Rolantes

Constatamos que os cabos de aço das Pontes Rolantes rompiam ou saíam das roldanas, com mais frequência no turno de 0 as 8.00 hs, o que nos levou a acreditar que o principal responsável por tais ocorrências, tenha sido o operador da ponte, uma vez que as cargas transportadas encontravam-se, sempre abaixo da carga de ruptura do cabo.

Outro ponto que deve ser considerado, relaciona-se com a má conservação das caixas de proteção dos ganchos.

### B - Colocação de placas de deslizamento

Localizadas no leito de resfriamento, estas placas destinam-se ao deslizamento das correntes de rolos.

As placas originais de material plástico, que se danificadas, foram substituídas por placas de bronze.

### C - Troca de correntes de rolos no leito aferidor

Observamos que as falhas nas correntes ocorriam quase sempre, por fadiga, ocasionada pelo excesso de material sobre as correntes, a serem transportados.

Os locais mais afetados são os orifícios das buchas, a partir dos quais iniciam-se as fraturas das placas externas.

Podemos citar, ainda, como uma das causas das frequentes quebras das correntes, o longo período de utilização.

### D - Inspeção as tesouras

Sempre que ocorriam paradas mais prolongadas, aproveitava-se o tempo para inspecionar as tesouras pendular<sup>es</sup>, rotativa, motorizada e à frio.

Durante as inspeções, analisava-se, cuidadosamente, as condições das facas, ajustando-as e, quando necessário, trocando-as. A análise se estende aos demais componentes das tesouras.

### E - Inspeção ao Trem de Arames

Antecedendo uma campanha de fio máquina, são tomadas várias providências (inspeção aos equipamentos), visando um bom desempenho da laminação programada.

No decorrer da campanha são realizadas inspeções, no trem de arames, no mínimo duas vezes, em cada turno.

Durante as inspeções, verifica-se, principalmente, a lubrificação das gaiolas.

### F - Motor Elétrico da Gaiola nº 14

Assistimos a retirada do motor elétrico, que se encontrava instalado e, posteriormente, a montagem do acoplamento, instalação e alinhamento de um outro motor no mesmo local.

### G - Fabricação de mangueiras (montagem)

Decorrente da regulagem incorreta do forno, que proporcionava o surgimento de labaredas na porta de desenformamento, as mangueiras de óleo localizadas próximo, estouravam frequentemente.

Aliado a elevada temperatura, contribuía para a ocorrência desta anormalidade, o fato de se ter a mangueira de um fabricante e o encaixe de outro (bitolas diferentes).

Sanado o problema do forno, notamos sensível diminuição desta ocorrência.

As mangueiras das gaiolas são trocadas quando atingidas pelo material quente (sucata), este fato verifica-se quando o veio, em que se está laminado, encontra-se obstruído.

### H - Troca de Pinos de Cisalhamento

O acoplamento que une o eixo do motor elétrico ao eixo do redutor de velocidade é dotado de pinos de cisalhamento, que funcionam como dispositivos de segurança (proteção) do motor elétrico.

O motor está especificado para trabalhar até determinado limite de esforço, quando o sistema recebe sobrecargas, provocadas pela força de laminação, os pinos cisalham e os eixos são desacoplados, passando o motor a girar em vazio.

Os pinos devem ser montados em buchas, e de forma concêntrica, nos furos dos flanges do acoplamento, eliminando-se a possibilidade de ovalização destes furos, o que seria prejudicial ao equipamento e ao motor elétrico.

### I - Ajustagem das Alongas

As alongas destinam-se a transmitir o movimento dos pinhões para os cilindros.

Entre o trevo (dos cilindros) e a luva (das alongas) existe uma folga, folga esta que obedece uma tolerância.

Todas as vezes que efetua-se a troca de cilindros, faz-se necessário uma nova ajustagem.

#### J - Manutenção Preventiva nos Rolos Impulsionadores

Elementos de suma importância para a unidade, os rolos impulsionadores são merecedores de maiores cuidados por parte da equipe de manutenção mecânica.

Durante as inspeções verifica-se todas as partes móveis, sujeitas à folga, as tubulações de refrigeração e lubrificação.

Tivemos a oportunidade de assistir a substituição de um motor hidráulico, motor destinado ao acionamento do rolo impulsionador. Substituição ocasionada por vazamento de óleo através do retentor. Após inspeção mais acurada, verificou-se a necessidade de substituição do eixo e dos rolamentos sendo estas feitas de imediato.

#### L - Inspeção e Manutenção Preventiva diária

Todos os equipamentos são cadastrados pela unidade de Programação que elabora e emite Fichas de Inspeção, e as remete para as Divisões de Manutenção Mecânica, para serem executadas.

Verificamos um certo acúmulo de fichas faltando execução de serviço. Tal fato se deveu a mudanças, repetidas, ocorridas na Chefia da Divisão.

Participamos, ao lado do lubrificador e, às vezes, do mecânico, de algumas destas inspeções.

## 8.2 - UNIDADE DE REDUÇÃO DIRETA

A segunda fase do estágio foi cumprida na Divisão de Manutenção Mecânica da Redução Direta - DMM.R, no período de 12 de Janeiro a 15 de Março de 1982.

As primeiras semanas foram dedicadas ao reconhecimento da Unidade. Neste período, procuramos nos cientificar da localização e operação dos equipamentos da área, contando, para isso, com a prestimável colaboração de toda a equipe da DMM.R.

Estivemos, nesta ocasião, empenhados na leitura de manuais de operação e manutenção de alguns equipamentos, do Manual de Operação da Unidade e observação do Lay-out da Planta.

Durante o mês de Janeiro estivemos participando e acompanhando os preparativos para a Grande Parada da Redução-82.

Participamos, por exemplo, da leitura e interpretação de alguns desenhos isométricos, através dos quais foi possível especificar, de maneira exata, tubulações, flanges, válvulas e conexões substituídas durante a parada.

Estivemos, paralelamente, acompanhando a manutenção preventiva efetuada na área.

Em 05 de Fevereiro todos os equipamentos foram desligados, as linhas despressurizadas, iniciando-se a GPR-82.

Por designação do Chefe da DMM.R, Engº Marcelo A. de Barros, fica os responsáveis pelo acompanhamento e anotação do cronograma elaborado para a Parada.

Foram mobilizados, além da equipe da DMM.R, funcionários das demais Divisões de Manutenção Mecânica e a Equipe de Apoio (S.W.A.T), sob o comando do Engº Urbano Campello, que ao lado do Chefe da DMM.R coordenou a GPR-82.

Verificamos que algumas tarefas não foram cumpridas dentro do prazo pré-estabelecido devido a três fatores: falta de suprimento, dependência externa (por exemplo: balanceamento de conjunto rotativo) e falta de operários qualificados (preexistores soldados).

Segundo cronograma elaborado, as tarefas foram divididas em 40 (quarenta) itens e distribuídas entre os supervisores e encarregados, tendo sido organizadas seis frentes de trabalhos.

Apresentamos, a seguir, algumas destas tarefas:

**A - Sanar vazamentos de vapor**

Foram reengaxetadas todas as válvulas que apresentavam vazamentos.

As válvulas irrecuperáveis foram substituídas.

**B - Redutores dos Carros Kelly I e II**

Após inspeção aos redutores dos Carros Kelly's e não sendo constatada nenhuma irregularidade, estes foram recolocados em seus lugares.

**C - Bomba 201-J**

Bomba centrífuga, de 02 (dois) estágios, Worthington.

Foi feita inspeção em toda a bomba, tendo esta sido totalmente desmontada e o seu conjunto rotativo substituído (eixo e rotores), além das buchas, rolamentos e o'rings.

Uma vez que o conjunto rotativo foi balanceado na CEMAN, verificou-se um certo atraso na montagem final da bomba.

**D - Turbina 252-Ja**

Alinhamento dos mancais, troca dos anéis de carvão e cromagem do eixo.

**E - Bomba 252-Ja**

Inspeção aos rolamentos, substituição das luvas, engaxetamento e alinhamento do conjunto.

**F - Válvula Limitorque do Silo**

Foram retiradas as válvulas dos silos de minério, inspecionadas e feito o cadastramento de suas peças.

#### G - Serpentinhas dos cones dos reatores

Foram retiradas as serpentinhas dos cones dos reatores 211-D, 221-D e 241-D sendo substituídas conforme modificação do projeto e modelo do reator 231-D.

#### H - Dessulfurizadores

Tubulação, flanges e parafusos oxidados foram jateados, tendo sido instalada uma figura 8.

#### I - Lubrificação das válvulas macho

Todas as válvulas macho da área foram retiradas, inspecionadas, lubrificadas e recolocadas nos devidos lugares.

#### J - Zona de convecção do Reformador de Gás

A pedido da operação, foram substituídos 10 (dez) tubos aletados por tubos lisos.

#### L - Estrutura do Aero-condensador

Foram sanados os vazamentos existentes na estrutura do aero-condensador.

#### M - Cabos de aço

Foram substituídos os cabos dos transportadores de minério 101-V, 201-V e 203-V.

#### N - Tiro Induzido

Foi feito alinhamento do conjunto do tiro induzido. Foram alinhados o ventilador, o redutor de velocidade e a turbina.

A estrutura que suporta o conjunto foi reforçada, visando diminuir vibrações.

Destacamos ainda, as seguintes tarefas executadas:

- Substituição de trecho na tubulação do Blow-Down

- Substituição de trechos de tubulação de água de a limentação da caldeira
- Substituição do Quench-Orrifice
- Inspeção a Turbina 271-J, do Compressor de Gás Re-ciclo.
- sanar vazamentos no sistema hidráulico
- Substituição do motor elétrico de acionamento da bomba 250-J.

## 9. CONCLUSÃO

Para que haja a concretização da aprendizagem se faz necessária a aliança entre a teoria e a prática.

Durante o período em que somos alunos está oportunida nos é dada através da realização do estágio.

Com o firme propósito de aprimorarmos , os possuídos, e adquirirmos novos conhecimentos, optamos pela realização do estágio supervisionado, realizando-o em tempo integral, durante 06 (seis) meses.

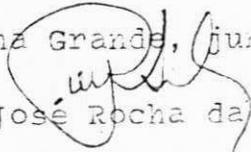
Muito embora nossa participação tenha sido, basicamen te, no acompanhamento das tarefas executadas pelas equipes de manutenção mecânica, nas divisões em que estagiamos, não pode mos deixar de destacar sua importância para a nossa formação profissional.

No decorrer dos seis meses tivemos a oportunidade, na convivência com as equipes, de tirarmos inúmeras lições de or dem tecnico-administrativas que nos serão de grande proveito em futuro próximo.

Constatamos e destacamos a necessidade da manutenção preventiva, bem como sua importância para a produção, além de ressaltarmos ser extremamente necessário um perfeito relaciona mento entre os dois setores.

Gostaríamos, nesta oportunidade, expressarmos o nosso desejo de vermos, por parte de alguns mestres, um maior interes se no desempenho da nobre missão que lhes é confiada, pois só assim, poderão se sentirem honrados do dever cumprido e na cer teza de estarem orientando, com dignidade, os profissionais que darão sua parcela de contribuição no desenvolvimento do País.

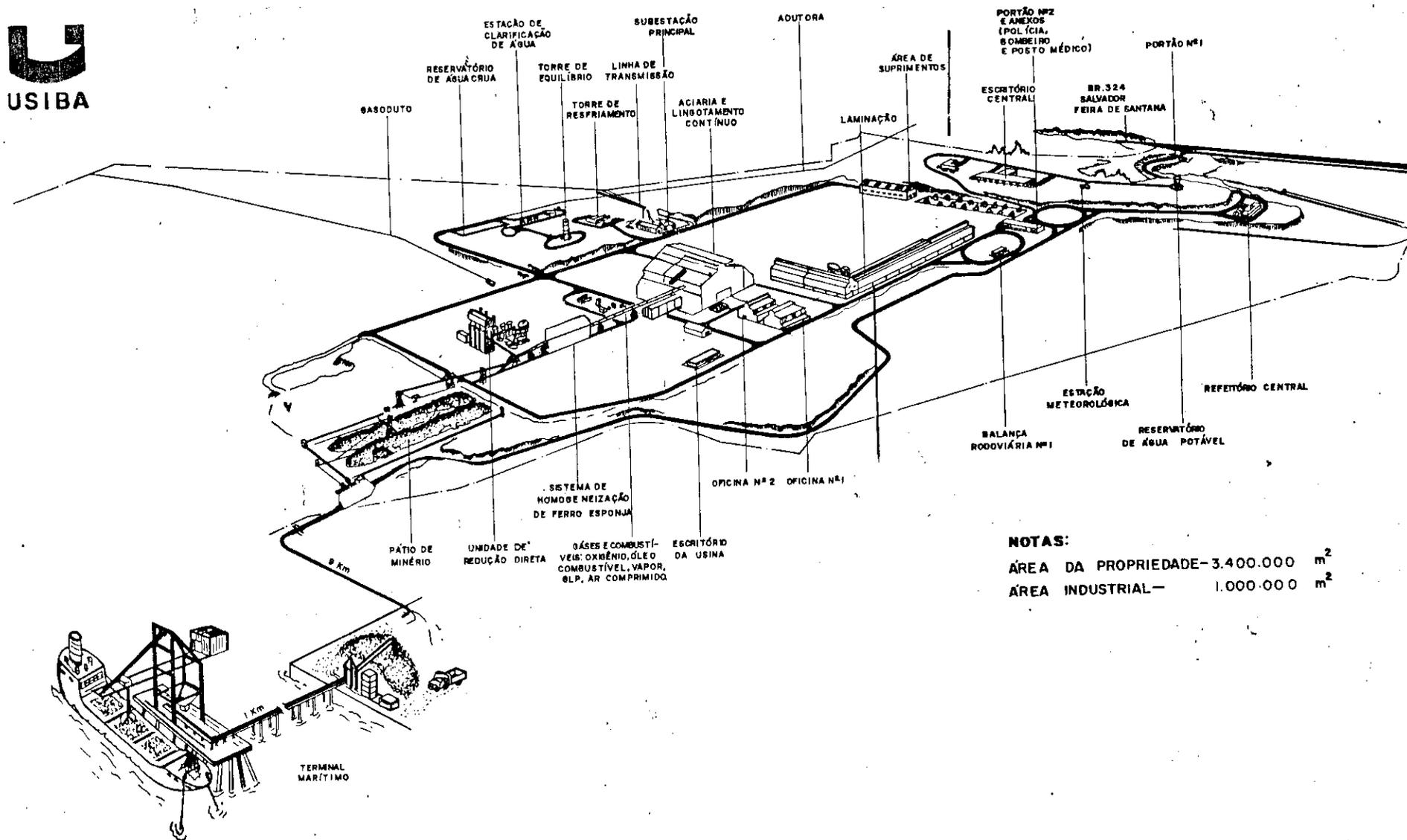
Campina Grande, Junho de 1.982.

  
José Rocha da Silva

10. A N E X O S



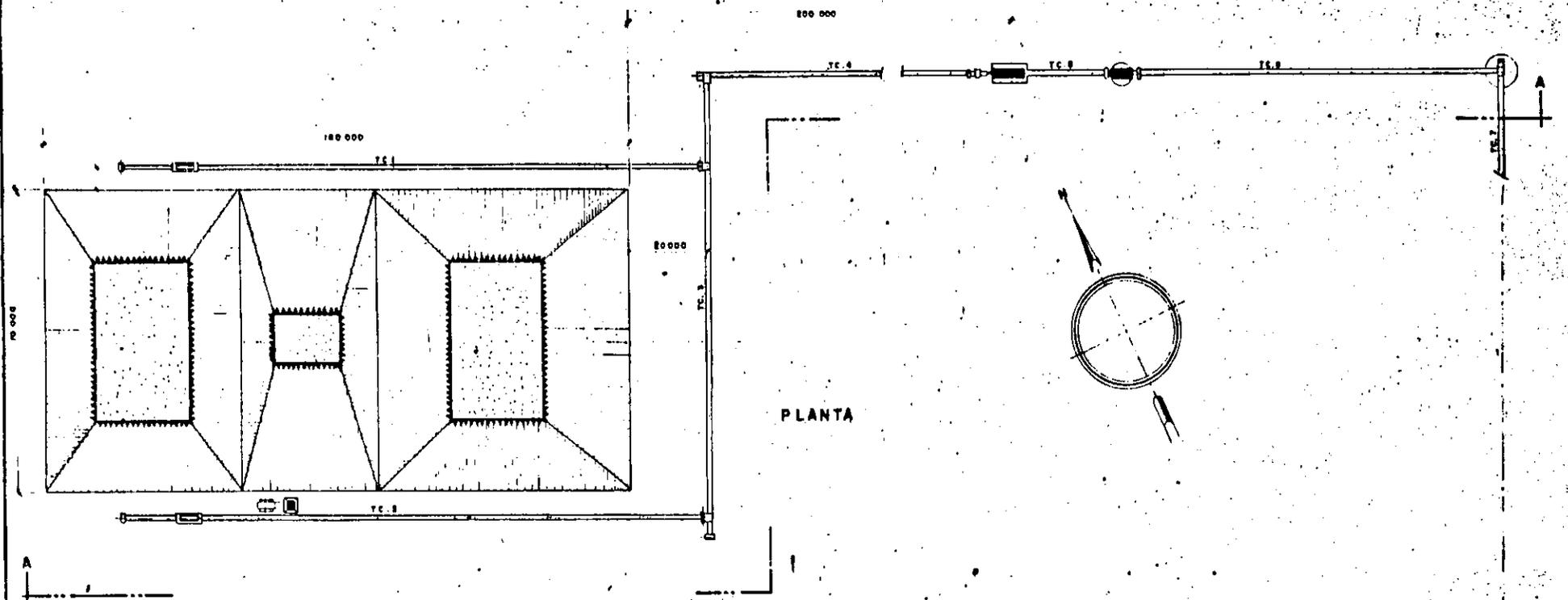
USIBA



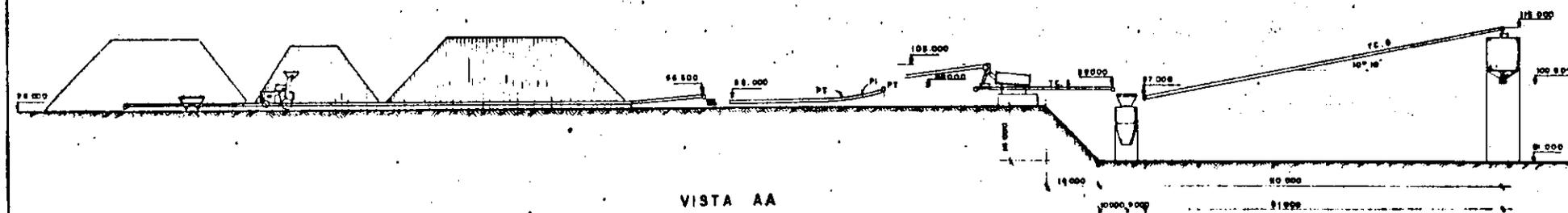
**NOTAS:**

ÁREA DA PROPRIEDADE - 3.400.000 m<sup>2</sup>  
ÁREA INDUSTRIAL - 1.000.000 m<sup>2</sup>



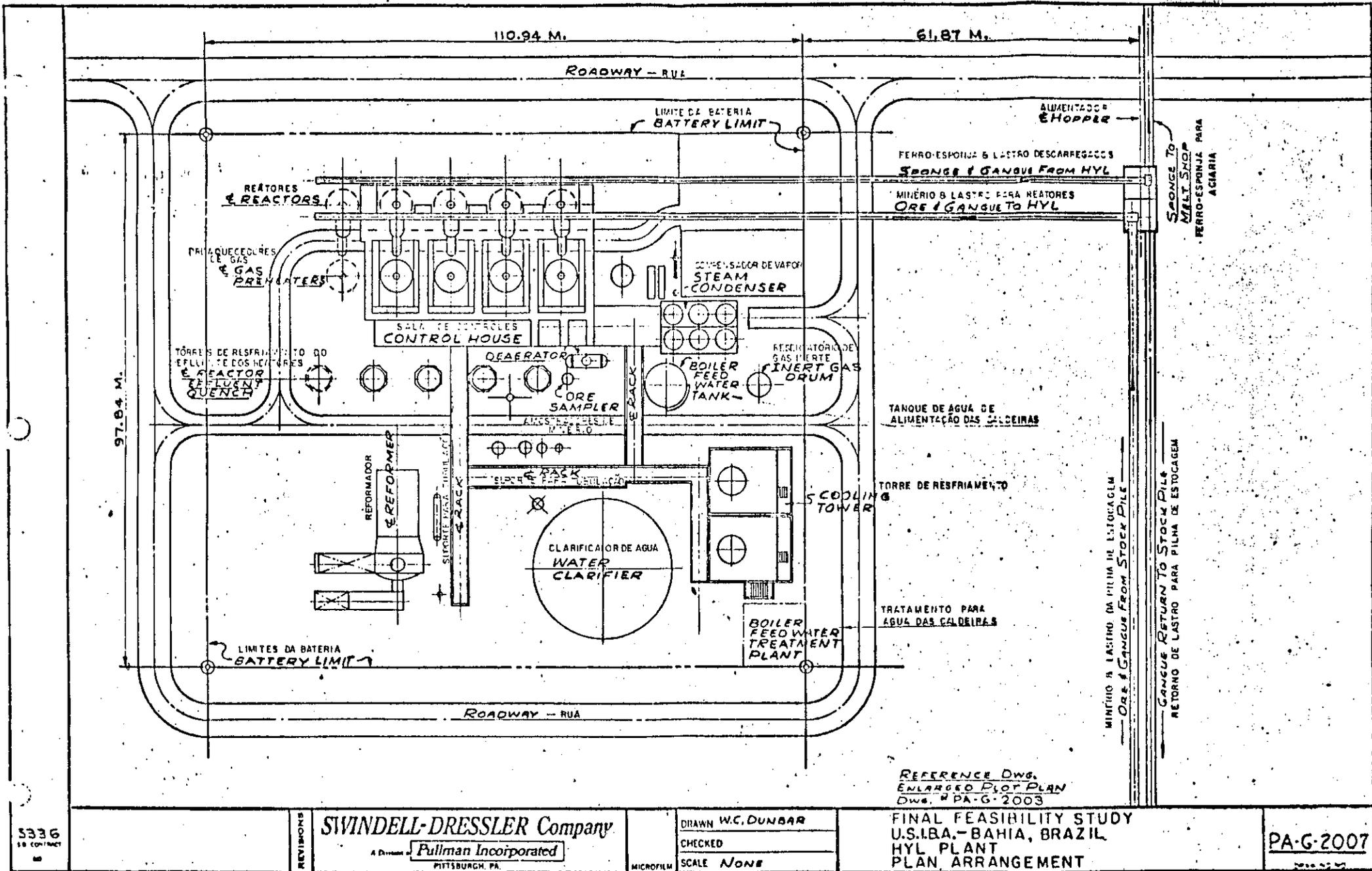


PLANTA



VISTA AA

COMPANHIA BRASILEIRA DE PROJETOS INDUSTRIAIS			
USIBA 1ª FASE DA USINA SISTEMA DE MINÉRIO			
PREP	COM	DES	
DIS	PROJ	REV	
VER			BA - 04



REFERENCE DWG.  
ENLARGED PLOT PLAN  
DWG. # PA-G-2003

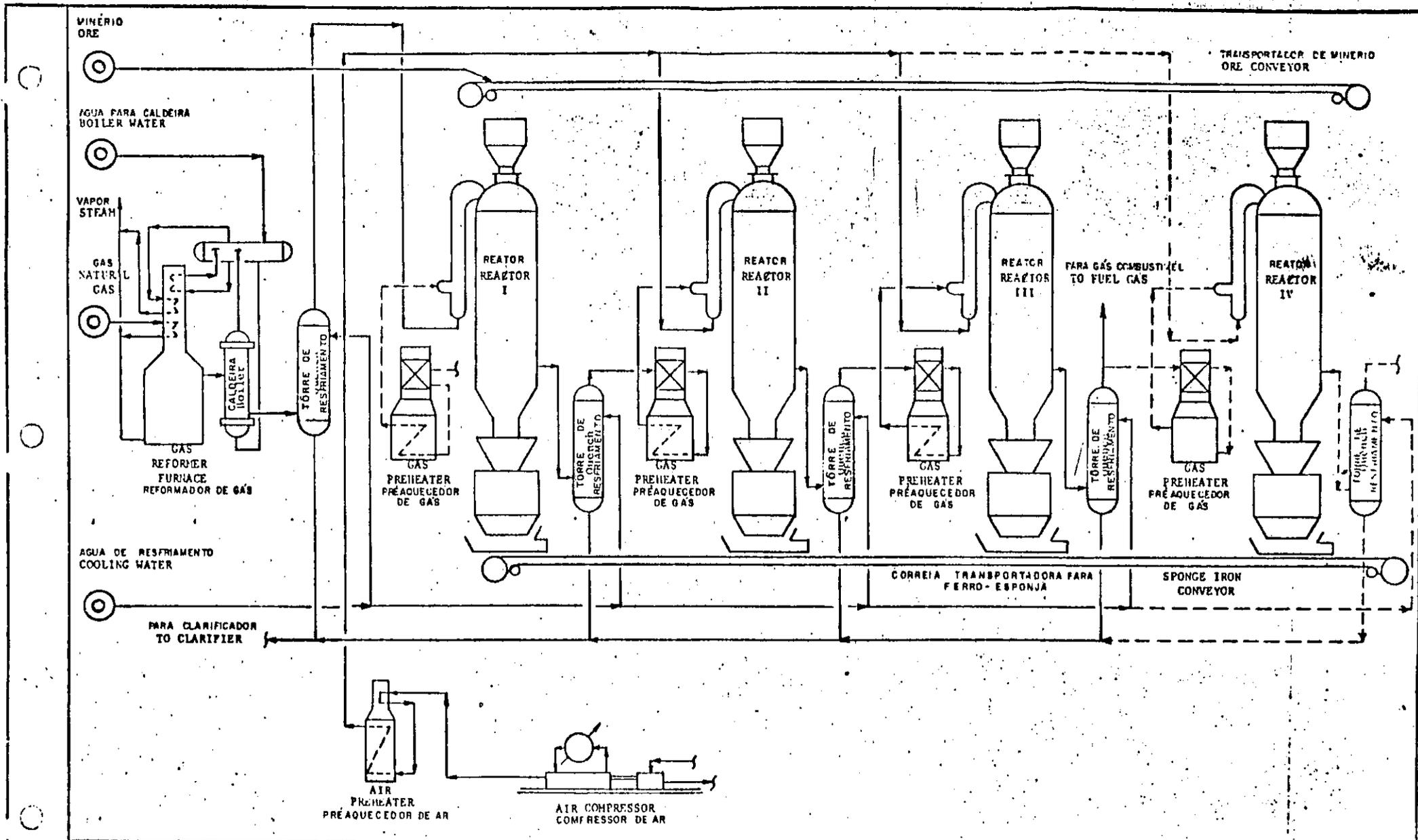
5336  
10 CONTRACT

REVISIONS  
**SWINDELL-DRESSLER Company**  
A Division of **Pullman Incorporated**  
PITTSBURGH, PA.

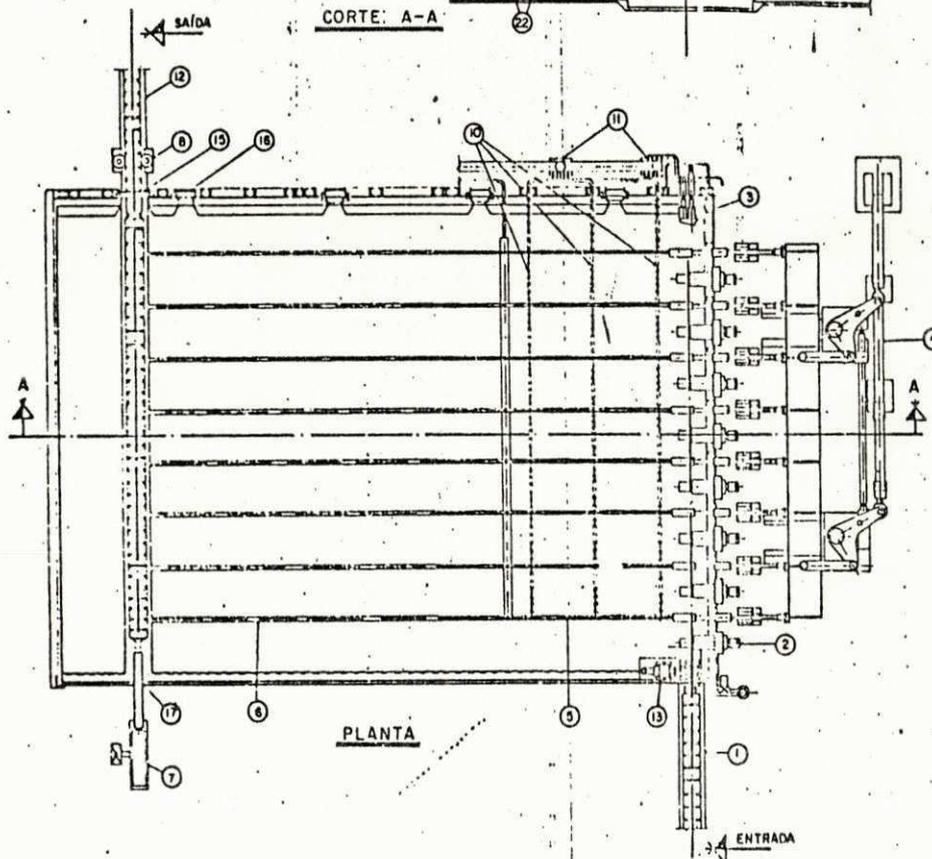
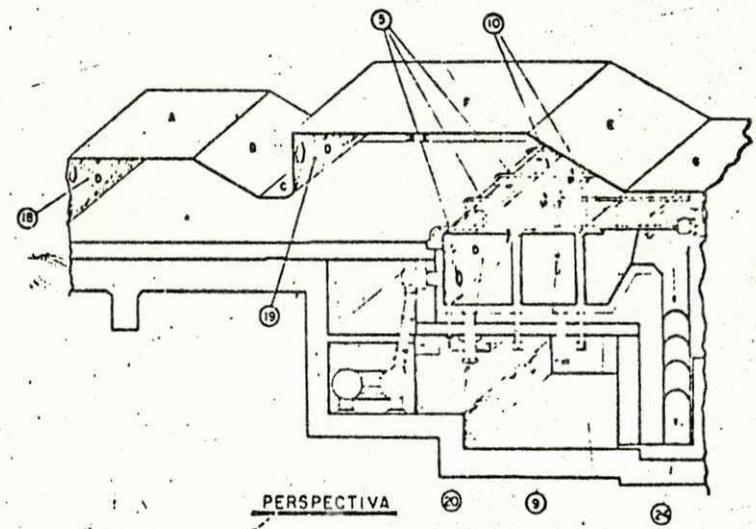
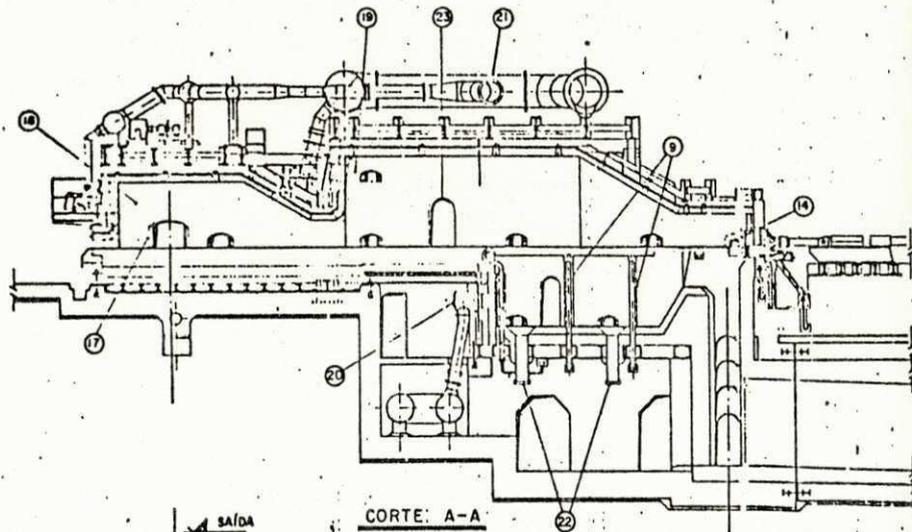
DRAWN W.C. DUNBAR  
CHECKED  
SCALE None  
MICROFILM

FINAL FEASIBILITY STUDY  
U.S.I.B.A. - BAHIA, BRAZIL  
HYL PLANT  
PLAN ARRANGEMENT

PA-G-2007



10 CONTRACT NO	REVISIONS	<b>SWINDELL-DRESSLER Company</b> A Division of <b>Fullman Incorporated</b> PITTSBURGH, PA.	DRAWN <b>RJC</b> CHECKED <b>LPS</b> SCALE <b>N.T.S.</b>	<b>FINAL FEASIBILITY STUDY</b> <b>U.S.I.B.A - BAHIA, BRAZIL</b> <b>HYL PLANT</b> <b>PROCESS FLOW DIAGRAM - FE2</b>	<b>PA-G-2016</b> <small>MINING</small>
		<small>MICROFILM</small>			



PERSPECTIVA

CORTE: A-A

PLANTA

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12

13	14	15	16
17	18	19	20
21	22	23	24

\*\*\* SEMPRE EMPREGAR O ADEQUADO

USINA SIDERURGICA DA BAHIA  
FORNO DE REAQUECIMENTO DE TARGOS

PLANTA - CORTE - PERSPECTIVA  
(SIMPLIFICADO)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48

# CERTIFICADO de conclusão de curso

NOME DO CURSO

Alinhamentos de Motores

DURAÇÃO

20 horas

NOME DO CONCLUINTE

JOSE ROCHA DA SILVA

PERÍODO DE REALIZAÇÃO DO CURSO

DE 16.11.81 A 20.11.81

O CONCLUINTE OBTVE O APROVEITAMENTO E FREQUÊNCIA EXIGIDOS

VISTO ÓRGÃO DE TREINAMENTO

VISTO ÓRGÃO DE PESSOAL

SIDERÚRGICA DA BAHIA S. A. - USIBA USINA SIDERÚRGICA DA BAHIA S. A. - USIBA USINA



## PEDIDO DE MANUTENÇÃO

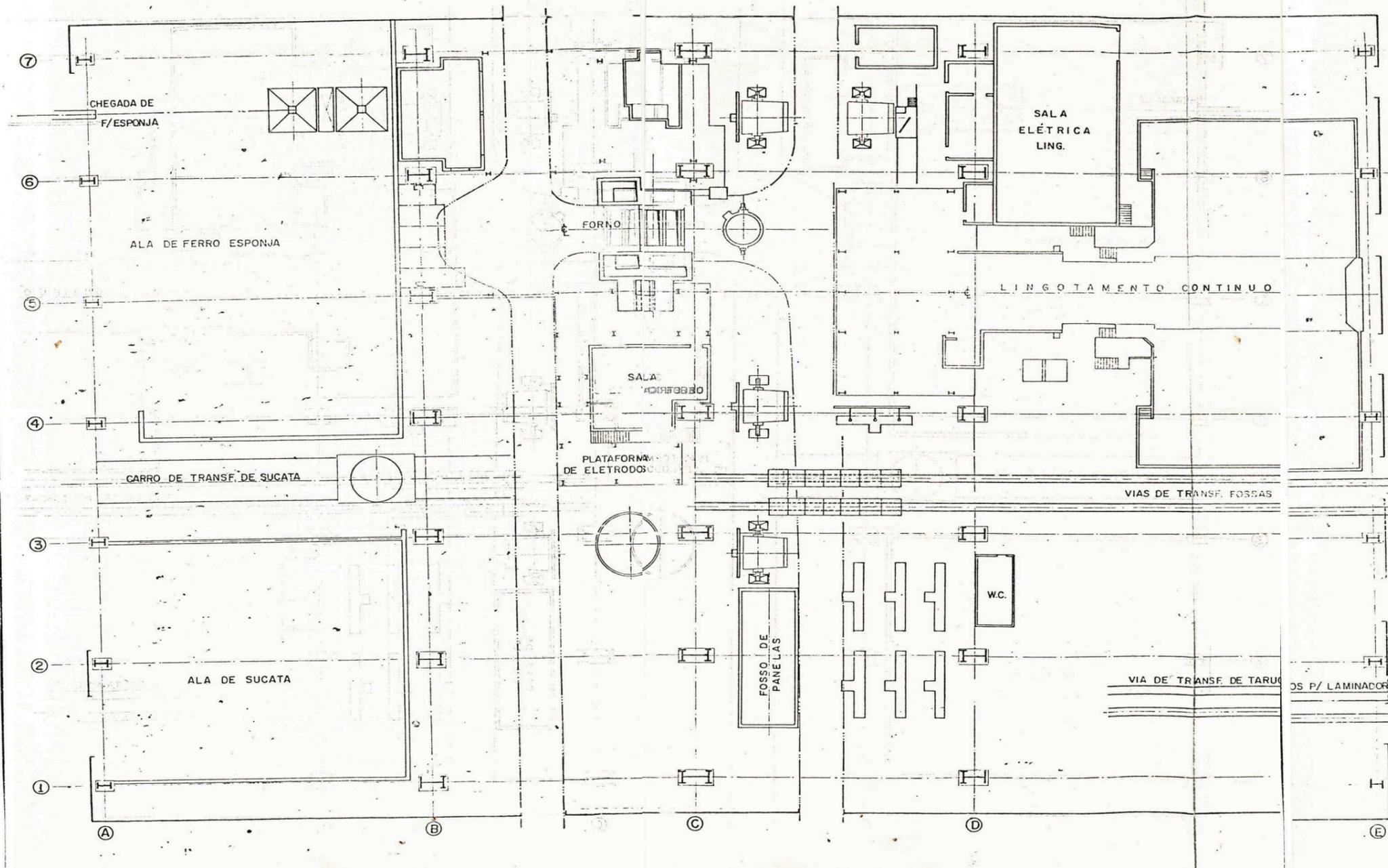
PARASA

JMM-L

CENTRO DE CUSTO DE APLICAÇÃO	HORA	PESSOA EST.	D A T A S		C O P R E T I V A	P R E V E N T I V A	CUSTO EST.	AREA	NMC/B	OUTROS
			EXPEDIDA	REQUERIDA						
				06-01-82						
Nº DESENHO										
SERVIÇO SOLICITADO: INSPECIONAR (ANALIZAR OVARIZAÇÃO E/OU FOLGA EXISTENTE ENTRE PINOS E BUCHAS DE CIZAMPAMENTO E OU DESALINHAMENTO DO CONJUNTO.)										PRIORIDADES <input checked="" type="checkbox"/> EMERGÊNCIA <input type="checkbox"/> 1 A 2 DIAS <input type="checkbox"/> 3 A 6 DIAS <input type="checkbox"/> 1 A 4 SEMANAS <input type="checkbox"/> MAIS DE UM MES
OBSERVAÇÕES										SOLICITANTE <i>[Signature]</i>
Nº ESTOQUE	UNID.	QUANT.	RM	ESPECIFICAÇÃO		MATERIAL				
				ROCHA						

## 11. BIBLIOGRAFIA

- 11.1 - Fernandes da Costa e outros, Armando - Noções de Siderurgia - Divisão de Treinamento da USIBA - Simões Filho, BA - 1976.
- 11.2 - Manual de Operação da Unidade de Redução Direta - USIBA Simões Filho - BA
- 11.3 - Drapinski, Janusz - Manual de Manutenção Mecânica Básica - Editora McGraw-Hill do Brasil Ltda - São Paulo 1978.
- 11.4 - Abreu Soares, Rui - Manutenção Preventiva - Manuais CNI Rio de Janeiro, 1978.
- 11.5 - M. Faires, Virgil - Elementos Orgânicos de Máquinas - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. - Rio de Janeiro , 1978.
- 11.6 - Black, Perry O. - Bombas - Tradução de José Aristides Salge - 2. ed. - Rio de Janeiro - Ao Livro Técnico S.A 1979.
- 11.7 - Doyle, Lawrence Edward - Processos de Fabricação e materiais para engenheiros - Editora Edgard Blücher Ltda 1978.
- 11.8 - Drapinski, Janusz - Hidráulica e Pneumática Industrial e Móvel - Editora McGraw-Hill do Brasil, Ltda - São Paulo, 1979.
- 11.9 - Telles, Pedro Carlos da Silva - Tubulações Industriais - Livros Técnicos e Científicos - Rio de Janeiro - 1976
- 11.10 - Atlas Copco - Manual de ar comprimido - Editora McGraw-Hill do Brasil, Ltda - São Paulo, 1976.



**ANEXO B-8.4**

USINA SIDERURGICA DA BAHIA SA USISA

ACIARIA  
LAY - OUT

PREP. *LEY*  
 VER. *LEY*  
 APR. *LEY*  
 ESCALA

DATA  
02/01/74

BA-3000-1-001