

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA PARA ASSUNTOS DO INTERIOR
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

ESTÁGIO INTEGRADO

COORDENADOR/ORIENTADOR: JOSÉ DA SILVA QUIRINO

ESTAGIÁRIO: GERALDO DE OLIVEIRA BARRETO



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

Campina Grande, 16 de Dezembro de 1983.

Ilmo. Sr.

COORDENADOR DE ESTÁGIO INTEGRADO

PROF. JOSÉ DA SILVA QUIRINO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

Prezado Senhor:

Estou enviando a Vossa Senhoria., o relatório do Estágio Integrado, o qual foi realizado por minha pessoa no período de Março 83/Julho 83, na COPENE - PETROQUÍMICA DO NORDESTE S/A, sob sua orientação.

Sem mais para o momento, subscrevo-me.

Atenciosamente,



GERALDO DE OLIVEIRA BARRETO



Certificado de Frequência

conferido a GERALDO DE OLIVEIRA BARRETO

por sua participação Estágio no Setor de Inspeção de Equipamen

tos da SUMAP/DIMAN.

Paulo César
COPENE

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. JOSÉ DA SILVA QUIRINO, coordenador de Estágios, assim como o Engº WALTER SILVÉRIO LOPES, Chefe do Setor de Inspeção de Equipamentos da CEMAP - COPENE, pela colaboração prestada na realização do estágio e pelas informações valiosas que resultaram na complementação de minha formação profissional.

Finalizando agradeço a todas as pessoas que direta ou indiretamente colaboraram para que o estágio fosse proveitoso.

INDICE

1. INTRODUÇÃO
2. DESENVOLVIMENTO
 - 2.1 - Apresentação dos Equipamentos Petroquímicos
 - 2.2 - Introdução Teórica
 - 2.3 - Detalhes dos Ensaio
 - 2.4 - Descrição dos Aparelhos
 - 2.5 - Trabalhos Executados
3. CONCLUSÃO
4. BIBLIOGRAFIA
5. APÊNDICE

1. INTRODUÇÃO:

O Estágio Integrado foi realizado com o objetivo de complementar minha formação acadêmica, bem como a absorção de conhecimentos práticos, básicos, necessário a todo engenheiro que inicia sua profissão no ramo industrial.

O estágio teve início no dia 1 de março de 1983, findando em 31 de julho do mesmo ano no regime de quarenta horas semanais, realizado na COPENE - PETROQUIMICA DO NORDESTE S/A, situada no Polo Petroquímico de Camaçari - Bahia na Rua Eteno S/Nº.

Esta é uma empresa privada que possui papel de grande importância dentro do Polo Petroquímico pois fornece produtos básicos e utilidades a quase totalidade das empresas de segunda geração que compõe este importante complexo industrial. Sua área industrial está dividida basicamente em: CEMAP - Central de Materias Primas, que fornece olefinas e aromaticos às industrias de transformação, processando cerca de 1 milhão e meio de toneladas anuais nafta e gasóleo e mais duzentas mil toneladas de gás natural. Para tanto a CEMAP conta com 14 unidades de processamento:

- Recuperação de etano de gás natural.
- Fracionamento de nafta.
- Hidrotratamento de gasóleo
- Pirólise de etano, nafta e gasóleo.
- Extração de butadieno.

- Hidrotratamento de gasolina de Pirólise.
- Hidrotratamento de nafta.
- Reformação catalítica.
- Extração de aromáticos.
- Fracionamento de aromáticos.
- Desproporcionação de tolueno.
- Separação de para-xileno.
- Isomerização de xilenos.
- Unidade de recuperação de H₂S (gás sulfídrico).

Além dos produtos resultantes das unidades de processamento a CEMAP obtém variada gama de sub-produtos e combustíveis. Completa o conjunto (Unidades da CEMAP) um sistema diversificado de armazenamento e movimentação de matérias-primas e produtos acabados.

A UTIL - Central de Utilidades foi criada para atender às necessidades de vapor, energia elétrica, ar de serviço, ar de instrumento água clarificada água desmineralizada, água potável nitrogênio e oxigênio da CEMAP e das indústrias usuárias. A UTIL é constituída de unidades termelétricas, de captação/adução de água, tratamento de água e gases industriais.

Na COPENE fiquei lotado no SEIEQ - Setor de Inspeção de equipamentos, pertencente a DIMAN - Divisão de Manutenção, que por sua vez está subordinada a SUMAP - Superintendência da Central de Matérias-primas.

O SEIEQ é um setor de grande importância dentro da COPENE

pois é diretamente responsável pela inspeção e controle de qualidade dos equipamentos e pela manutenção dos mesmos em pleno funcionamento, dentro dos índices mais rígidos de segurança e qualidade. Para isso os engenheiros e técnicos valem-se de técnicas como os ensaios não destrutivos e ensaios destrutivos para auxiliá-los na investigação dos problemas. Os problemas encontrados e que estão na órbita de resolução do SEIEQ, as técnicas utilizadas, os aparelhos que ajudam a complementar essas técnicas, a execução dos trabalhos realizados durante o estágio e os resultados obtidos, serão relatados a seguir.

2. DESENVOLVIMENTO:

2.1 - Apresentação dos Equipamentos Petroquímicos.

Para que todos se familiarizem com uma indústria Petroquímica, falaremos sucintamente sobre seus principais equipamentos.

2.1.1 - Tanque de Baixa Pressão.

São estruturas de chapas, geralmente, metálicas utilizados para armazenamento de fluídos. Os tipos mais comuns são os cilíndricos (teto fixo e teto flutuante) e os esféricos. Vide Anexo II.

2.1.2 - Vasos de Pressão.

São equipamentos geralmente de aço, projetados para resistir a pressões e temperaturas consideráveis. São

utilizados como compensadores de pressão, misturador de produtos (reatores) etc. Vide Anexo III.

2.1.3 - Torres.

São equipamentos assim como os vasos, feito de chapa de aço, utilizados como ambiente de separação de produtos, mistura etc. Vide Anexo IV.

2.1.4 - Trocadores de Calor.

São equipamentos destinados a troca de calor entre dois fluídos, um que passa no interior de um feixe tubular e outro fora deste. Vide Anexo V.

2.1.5 - Fornos.

São utilizados para aquecer produtos (matérias - primas) que passam internamente ao tubo, enquanto queimadores a óleo fornecem o calor necessário para a câmara onde estão as serpentinas (tubos), trocando calor por condução, elevando assim a temperatura dos produtos que circulam por estes tubos. Vide Anexo VI.

2.2 - Introdução Teórica.

No que diz respeito às técnicas utilizadas, o SEIEQ se baseia em métodos experimentais, que se utilizam de recursos desenvolvidos na física e na química.

Esses métodos vem encontrando aplicabilidade em diversos ramos da engenharia na resolução de problemas

típicos da indústria moderna.

Os métodos experimentais são:

- ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS (END) - São utilizados para a detecção de descontinuidades ou medição de propriedades físicas relevantes de materiais, componentes ou instalações industriais, sem afetar o seu desempenho. Pode ser citado como exemplo o exame visual, a radiografia e a medida da resistência elétrica.

- ENSAIOS DESTRUTIVOS (ED) - São utilizados para determinação de composição química, estrutura, propriedades físicas relevantes e/ou descontinuidades de materiais e/ou componentes e inutilizam o objeto examinado.

Os ensaios mecânicos de tração, a análise química e a metalografia são exemplos típicos deste caso.

Na indústria Petroquímica o primeiro método (END) é constantemente empregado pois não inutiliza o equipamento ou seus componentes. Na indústria moderna a várias razões para utilizarmos os ensaios não destrutivos uma vez que é um método satisfatório, em muitos casos, para detecção de defeitos em materiais metálicos.

As razões principais são:

1. Para impor confiança no produto e garantir a reputação do fabricante.
2. Para prevenir e evitar perda de vidas humanas ou paralisação de serviços básicos (produção).

3. Para aumentar os lucros da empresa.

Quanto a aplicação geral, os ensaios não destrutivos cobrem três grandes áreas:

- Detecção de defeitos - esta é uma área mais conhecida, cujo objetivo principal é a detecção de heterogeneidades, descontinuidades e impurezas, além de avaliar o progresso da corrosão crescimento de trincas determinação de tensões residuais, vazamentos pontos quentes e defeitos de equipamentos em serviço.
- Caracterização de Materiais - esta área proporciona o levantamento de características físicas e químicas de materiais, tais como; propriedades elétricas, eletromagnéticas, transferência de calor etc.
- Metrologia - tem grandes aplicações industriais em controle de processos, medição contínua de espessura deslocamentos, espessura de camadas, medição de temperatura, etc.

Daremos mais ênfase ao primeiro, por está dentro do que foi visto e executado durante o estágio.

Os tipos de inspeção mais utilizados para detecção de defeitos são:

- Inspeção visual
- Inspeção com líquido penetrante
- Inspeção com partículas magnéticas
- Radiografia com raio x e γ .

- Inspeção por emissão acústica
- Inspeção térmica
- Identificação rápida de metais e ligas.

OBS: No item seguinte será relatado os métodos mais utilizados na COPENE.

2.3 - Detalhes do Ensaio.

2.3.1 - Ensaio Visual.

Foi o primeiro método de ensaios não destrutivos usado pelo homem.

É um método subjetivo, executado com a vista desarmada ou auxiliado por instrumento óticos. Embora seja um método que envolve uma série de fatores de difícil qualificação (a a cuidade, atenção, conhecimento e interpretações) e os resultados não sejam mensuráveis, é o método mais empregado, por ser facilmente aplicado, simples, rápido e de baixo custo.

Este método pode e deve ser utilizado, sempre que possível, como auxiliar. Deve ser feito antes da aplicação de qualquer método de ensaio não destrutivo.

Principais técnicas de inspeção visual:

Simples (olho nu)

Com sistemas óticos suplementares

- lupa
- Telelupa
- Espelho
- Circuito fechado de TV.

A inspeção visual permite identificar rapidamente defeitos de forma geométrica ou posicionamento do objeto, aparência da superfície, descontinuidade grosseira da superfície, macro trincas, porosidades superficiais, oxidação, etc.

No entanto, muitas vezes é necessário utilizarmos sistemas óticos auxiliares para comprovarmos a existência, a natureza e a forma de defeitos que tornam-se excessivamente pequena para confirmar sua existência.

Os aparelhos óticos mais utilizados são:

- Lupa - utilizado para aumentar a visualização de pequenos defeitos.
- Espelho ou Telelupa - utilizado para inspecionar áreas inacessíveis como: corpo de válvulas, curvas, etc.
- Fibroscópio - Tubo flexível que transmite a luz por fibras óticas, utilizado para inspecionar tubos de trocadores de calor, compressores, bombas, etc.
- Circuito fechado de TV - utilizado quando o acesso é difícil ou perigoso. (exemplo: nós de plataformas off-shore)

De forma que se tenha uma inspeção por sistemas óticos, deve-se considerar alguns requisitos como:

- Vasto campo de visão
- Imagem sem distorção
- Preservação das cores naturais
- Iluminação adequada.

OBS: Embora as lentes de aumento melhorem a resolução, diminue a área inspecionada com o quadrado do aumento' utilizado. Vide Anexo VII.

2.3.2 - Líquidos penetrantes.

Métodos que permite detectar defeitos que atingem a superfície e são difíceis de observar pela inspeção visual, e tem sua maior aplicação nos materiais não magnéticos onde o ensaio magnético não pode ser utilizado.

A superfície a ser examinada é limpa e coberta com um líquido de baixa tensão superficial (penetrante), contendo um corante ou fluorescente.

Este líquido irá penetrar por capilaridade nas descontinuidades invisíveis do material. Após um certo tempo, a peça é lavada e seca, de modo que permaneça somente o líquido retido na cavidade. A seguir lança-se sobre a peça o revelador que é um pó seco (talco) ou emulsão (talco + água) que absorve o líquido preso nas cavidades onde o líquido havia penetrado.

Nos locais onde há defeitos, surgem manchas vermelhas ou luz fluorescente (emitida ao iluminar a amostra com uma lâmpada de raios ultra-violeta).

Características Básicas dos Penetrantes.

São líquidos de grande poder de penetração (baixa tensão superficial) que contém em solução por suspensão um pó colorido ou fluorescente.

Um penetrante adequado deve satisfazer aos seguintes re

quisito:

- Não ser tóxico nem inflamável.
- Facilidade de penetrar em aberturas muito finas.
- Ser pouco volátil.
- Poder ser removido da superfície com facilidade.
- Formar camadas finas sobre a superfície.
- Não contaminar os metais.
- Ser absolvido facilmente por uma fina camada de talco
- Possuir uma coloração ou fluorescência intensa.

Tipos de Penetrantes (segundo ASTM-E-165)

A - Penetrantes fluorescentes (visíveis com luz ultra-violeta)

A₁ - Removível com água

A₂ - Removível com água após emulsificação

A₃ - Removível com solvente

B - Penetrantes coloridos (visível com natural)

B₁ - Removível com água

B₂ - Removível com água após emulsificação

B₃ - Removível com solventes

Processo de Aplicação Vide Anexo VIII.

OBS: A extensão e profundidade das descontinuidade podem ser estimadas, em certos casos, pela largura e comprimento da mancha de líquido que aflorou à superfície.

2.3.3 - Partículas Magnéticas

Métodos de ensaios não destrutíveis aplicáveis apenas a materiais ferromagnéticos, para detectar descontinuidades que afloram à superfície ou muito próximas a estas.

O método consiste em magnetizar o objeto examinado. As descontinuidades superficiais ou sub-superficiais produzem uma distorção notável das linhas de força do campo magnético induzido no objeto, gerando um campo de "escape" ou fulga, nas vizinhanças das descontinuidades, por causa da diferença de permeabilidade magnética entre o material e a descontinuidade.

Os campos de fulga são tornados visíveis pela aplicação de pó magnético na superfície, porque este pó (revelador) tende a se concentrar onde as linhas magnéticas emergem da peça.

A distribuição não uniforme do revelador indicará a existência de descontinuidade onde há acúmulo de pó. Vide Anexo IX.

Métodos de Magnetização.

a. Magnetização circular local - consiste em injetar corrente na peça, através de dois eletrodos alimentados por um gerador de correntes. A corrente ao passar pela peça provoca um campo magnético na mesma, perpendicular à direção da corrente.

- b. magnetização circular total - consiste em magnetizar a peça ligando-se os extremos da mesma ao gerador de corrente, magnetizando inteiramente a peça.
- c. Magnetização colocando-se a peça em um campo magnético.
- d. Colocando-se a peça no interior de uma bobina.
- e. Usando um ímã permanente - pouco usado devido as dificuldades de manipulação.
- f. Usando um eletrodo - ímã móvel (YOKE) - usa-se um eletro-ímã em forma de U que colocado sobre a peça, magnetiza a região compreendida entre as extremidades dos polos.

Revelador.

São usados vários tipos e cores de pós-magnéticos em via seca e via úmida. A escolha depende do tipo de superfície e defeito.

- a. Via seca - é o processo em que as partículas ferro magnéticas são aplicados na forma de pó, de granulação fina e são aspergidas sobre a superfície. Estas partículas podem ser de cor cinza, preta, vermelha ou ainda fluorescente.
- b. Via úmida - é o processo em que as partículas ferro magnéticas, de granulação finíssima, se apresentam em suspensão em líquido (querosene ou água). Assim como as partículas de via seca estas também podem ser

coloridas ou fluorescentes.

Etapas do Ensaio - Vide Anexo X.

2.3.4 - Ultra-Som

Princípios básicos do teste ultra-sônico:

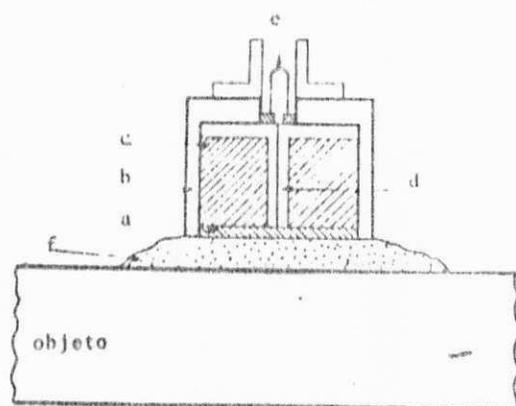
Este método aproveita a reflexão de transmissão de ondas acústicas na interface matriz (peça)/ descontinuidade (defeito) para detecta-la. Utiliza-se o prefixo ultra, porque a frequência utilizada está compreendida entre 200.000 e 30.000.000 HZ, é superior a maior frequência audível de 22.000 HZ. Na maioria das vezes este método é utilizado para inspeção volumétrica de defeitos, no entretanto, em condições especiais pode-se utilizar para inspeção de superfícies.

2.3.4.1 - Geração de ondas ultra-sônicas.

Necessita-se de oscilador que emita ondas mecânicas de alta frequência. Estas vibrações deverão ser transportadas ao objeto em teste, mediante um material acoplante.

Os materiais transmissores usados atualmente são substâncias piezo-elétricas. Substâncias piezo-elétricas são aquelas que tem a propriedade de se contrair ou se expandir quando aplicamos uma diferença de potencial entre seus extremos.

Os materiais piezo-elétricos mais utilizados são: o quartzo, titanato de bário e sulfato de lítio. Estes materiais em forma de laminas (cristal) são montados sobre um bloco amortecedor C facilitando a vibração do cristal na frequência própria deste e diminuindo o tempo de oscilações do cristal após a aplicação do pulso.



- Transdutor de contato e seus diversos componentes.

- a) Oscilador (placa de cristal piezo-elétrico)
- b) Carcaça metálica
- c) Bloco amortecedor
- d) Condutor
- e) Conexão
- f) Meio acoplador

Este transdutor ultra-sônico é conhecido como cabeçote.

2.3.4.2 - Recepção de Ondas Ultra-Sônicas.

Torna-se importante a recepção das ondas sonoras emitidas pelo transmissor após ter percorrido a peça ou o material examinado. Para conseguir isto, utiliza-se

também um material piezo-elétrico, cujo desempenho mede-se agora pela diferença de voltagem gerada pela mudança de espessura do cristal.

2.3.4.3 - Principais tipos de transdutores.

Existem transdutores normais, angulares e T.R. (transmissor-receptor). Os transdutores normais são utilizados para enviar ondas longitudinais à peça examinada, captando defeitos cuja superfície é paralela ao plano onde se aplica o transdutor.

Os transdutores angulares são utilizados para gerar ondas transversais na peça examinada, por conversão de ondas longitudinais, emitida pelo transdutor, onde a superfície do defeito é perpendicular a direção do feixe acústico.

Os transdutores T. R. (transmissor-receptor) são aqueles em que os cristais de emissão e recepção estão separados e se prestam a detectar defeitos próximos a superfície.

Com essa breve explanação tive como preocupação, mostrar brevemente os princípios básicos da inspeção por ultra-som sem no entanto me deter em tópicos como: calibração, funcionamento e interpretação que são por demais complexos e fogem do escopo deste trabalho.

2.4 - Descrição dos Aparelhos e Materiais Utilizados;

Nesta seção será descrito os aparelhos que foram utili

zados como instrumento de trabalho durante o estágio.

2.4.1 - Para ensaio com líquidos penetrantes.

Neste ensaio nós utilizamos três substâncias:

- a. Removedor (desengordurante, limpeza) em sprej.
- b. Penetrante (coloridos ou fluorescentes) em sprej.
- c. Revelador em sprej.

No caso em que o penetrante usado for fluorescente é necessário termos uma lâmpada que imita luz ultra-violeta (luz negra), para melhor visualização do defeito.

2.4.2 - Para ensaio visual.

Nos ensaios utilizamos:

- Lupa (lente de aumento até 5 X).
- Espelho ou telelupas.
- Fibroscópio - tubo flexível que transmite a luz por fibras ótica.
- Calibres
- Réguas
- Paquímetro e micrômetro.
- Máquina fotográfica.

2.4.3 - Para Ensaio de Partículas Magnéticas

Neste ensaio utilizamos:

- Aparelho de magnetização (YOKE) - eletro-ima empregado para magnetizar a peça em estudo.
- Pó magnético (colorido e fluorescente)
 - Pó = via seca
 - Pó + líquido = via úmida.
- No caso do pó ser fluorescente é necessário uma lâmpada de luz ultra-violeta (luz negra) para melhor visualizar o defeito.

2.4.4 - Para Ensaio Por Ultra-Som.

Utilizamos:

- Equipamento especial de ultra-som (transmissor, receptor, tubos de raios catódicos e circuito de varredura).
- Transdutores (cabeçote)
 - Normal
 - Angular (30°, 40° e 60°).
 - T. R. (transmissor/ receptor).
- Cabos de conexão (aparelhos/cabeçote).
- Material acoplante (vaselina, óleos, borracha), serve para acoplar o cabeçote e a peça examinada, diminuindo a dissipação do som pelo ar.
- Blocos padrões - para melhor calibrar o aparelho, de forma que todo ensaio tenha reprodutibilidade.
- D - meter - aparelho que utiliza o princípio de Ul

tra-som, empregado para medir espessura de materiais (chapas, tubos, etc.).

Este aparelho possui leitura direta do valor da es p_{essura} medida (mm ou pol.).

2.5 - Trabalhos Executados.

Para melhor visualização das tarefas executadas du rante o estágio, estas serão discutidas em etapas, já que muitas delas tratam de assuntos distintos, sem interligações com as demais.

ETAPA - A

A etapa A consistiu na elaboração de um plano de ins peção preventiva para equipamentos (vasos, torres, trocadores de calor, tanques, etc.) e tubulações (va por de alta, média e baixa pressão, produtos, água, etc.).

Neste plano constava: a numeração do equipamento pres são de trabalho, pressão de teste, temperatura de trabalho e teste, produtos com o qual o equipamento ou tubulação trabalhavam e presença ou não de isola mento térmico.

De posse dessas informações que foram retirada dos livros de dados dos equipamentos e tubulações, pro curou-se fazer o mais importante: definir para cada

um dos equipamentos e tubulações, sua frequência de inspeção e a possibilidade de inspeciona-los em operação.

Quanto a esses dois parâmetros, sua determinação está vinculada a determinados fatores, tais como:

- Problemas anteriores: se o equipamento apresentou de feito algum dia, este será inspecionado em períodos mais breves do que o recomendado.

Caso não tenha havido problemas anormais, a frequência será aquela definida pela empresa projetista ou pelo setor de inspeção.

- Condições de operação: alguns equipamentos que trabalham com temperaturas e pressões elevadas ou ainda com produtos corrosivos são merecedores de inspeções mais frequentes.

- Condições de trabalho do inspetor e limitações dos aparelhos utilizados: para que o equipamento ou tubulação seja inspecionado em operação é necessário que se atenda todos os requisitos de segurança (visando assegurar boas condições de trabalho ao inspetor, bem como atender as limitações da aparelhagem utilizadas pelo inspetor. Por exemplo: a temperatura máxima de trabalho do medidor de espessura é 100°C. Apartir dessa temperatura, o cristal do transdutor se danificará).

Com as informações do livro de dados e estando a

frequência de inspeção definida, temos o plano pronto o qual nos dirá que equipamento ou tubulação deverá ser inspecionado e em que data isto ocorrerá.

ETAPA - B

Esta etapa consistiu no acompanhamento em campo, da inspeção em diversos equipamentos entre os quais: vasos, torres, trocadores de calor, fornos e tubulações como as citadas abaixo:

- Foram realizados: inspeção visual para avaliar as condições físicas (corrosão dos componentes, vazamento nas válvulas, e regularidades da pintura, deformações plásticas, etc) em alguns vasos de pressão da área 1.100.
- Foram realizadas: inspeção por líquidos penetrantes em bocais flangeados de vasos, tanques de armazenamento, corpos de válvulas e juntas soldadas de tubulações, visando detectar defeitos superficiais (trincas, porosidades e outras descontinuidades).

Este trabalho foi feito em diversos equipamentos da área industrial.

- Foram realizados: inspeção por partículas magnéticas em cascos de trocadores de calor visando detectar defeitos de soldagem, tais como: trincas penetração incompleta, poros e outros defeitos.

Este tipo de ensaio, foi feito em vários trocadores

de calor, vasos e torres durante a parada geral para a manutenção.

ETAPA - C

Durante o período de estágio (maio de 1983) ocorreu um fato muito importante, para os técnicos e dirigentes da indústria, que foi a parada geral para a manutenção da central de matérias primas (CEMAP). Este fato ocorre a cada 3 anos parando por completo o processo produtivo durante 20 dias.

Neste período são feitas a manutenção de quase todos os equipamentos, principalmente aqueles que não podem parar de operar pois, caso isto se verifique, causaria uma interrupção de todo o processo de produção.

Nesta ocasião, o chefe do setor me confiou a coordenação do grupo responsável pela medição de espessura de todos os equipamentos e tubulações programados para serem inspecionados. A equipe era composta de 08 inspetores e quatro ajudantes de isolamento.

Foi realizado medições de espessura em vasos, torres, reatores, fornos e em linhas, em pontos pre-estabelecidos (isto é locais que provavelmente estariam sujeitos a uma maior erosão e/ou corrosão, fazendo com que os materiais fossem desgastados com maior velocidade).

Com os dados obtidos das medições foi feito uma cata

logação dos mesmos, permitindo que se faça um acompanhamento mais rigoroso em inspeções futuras e possibilitando uma manutenção preventiva mais eficaz.

O número de pontos medidos ficou assim distribuídos:

Fornos \cong 5.500 pontos

Vasos, torres e reatores \cong 1.000 pontos

Tubulações \cong 1.500 pontos, totalizando assim 8.000 pontos.

Alguns dos equipamentos e linhas inspecionados apresentaram regiões cuja espessura estava abaixo da espessura nominal enquanto outras apresentavam regiões com espessura bem próxima da espessura nominal.

(espessura mínima calculada segundo o ASME - secção VIII divisão 1 - 1974).

Nas linhas não foram observados muitos problemas graves, exceto alguns pontos nas curvas das linhas de blow-dawn, água da caldeira, vapor superaquecido e as linhas do lado sul do vaso FA-1114, que foram em parte substituídas.

Foram substituídas três das quatro curvas do lado sul, do referido vaso, por estarem com espessura baixa devido ao processo de erosão causado pela passagem do vapor saturado Vide Anexo XI.

A linha que sai do topo do vaso FA-1117, apresentou alguns pontos de espessura baixa, principalmente próximo às soldas das curvas. Vide Anexo XII.

Quanto aos equipamentos inspecionados, o único que apresentou problemas mais graves foi o FA-1117, no qual foi observado uma erosão acentuada na calota inferior, em maior intensidade na região soldada. Após freqüentes medições, após esmerilhamento, encontrou-se como ponto de menor espessura o valor de 16,8 mm, enquanto que a mínima espessura (calculada) foi 13,8 mm. Optou-se por encher toda calota inferior com solda para resguardar o vaso contra a erosão.

Após a parada foi arquivado os valores das medições feitas, na parada para manutenção, de modo que se possa exercer um contrôles maior sobre a manutenção preventiva, desgaste e taxa de corrosão dos equipamentos e tubulações da CEMAP.

ETAPA D

Esta etapa consistiu no estudo sobre corrosão atmosférica e a realização de um trabalho que permitisse a introdução de ensaios não acelerados de corrosão atmosférica na COPENE.

O ensaio não acelerado de corrosão atmosférica, consiste na exposição de diferentes materiais às condições atmosféricas de uma região.

Este ensaio obedece a normas, de modo que se possa analisar, por comparação, o comportamentos dos diversos materiais, frente às condições ambientais específicas.

As normas padronizam as dimensões dos corpos de provas bem como sua preparação, limpeza e fixação à paines de exposição, com localização e orientação previamente estudado. Ao longo do tempo de exposição, deverão ser realizados determinações de fatores tais como: umidade relativa do ar, índice de pluviosidade, temperatura ambiente, direção e velocidade dos ventos, assim como a presença de contaminantes (SO_2 , CO_2 , CO, NaCl, etc).

De modo a analisar mais corretamente os dados obtidos.

Os objetivos básicos deste ensaio são:

- Obtenção de informações a respeito da corrosividade' do meio.
- Avaliação do desempenho dos diversos materiais, frente as fatores ambientais, gerando subsídios para seleção correta dos mesmos.
- Redução de custos mediante o emprego de materiais adequados ao micro-clima.

O ensaio é realizado segundo as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas:

- ABNT - MB - 1205 - ensaio não acelerado de corrosão atmosférica.
- ABNT - MB 1207/79 - Preparo, limpeza e avaliação da taxa de corrosão de corpos de prova em ensaios de corrosão atmosférica.
- NBR - 7011/81 - materiais metálicos revestidos por pintura (ensaio não acelerado de corrosão atmosférica).

Nas normas acima citada, encontra-se todos os dados ne
cessários a efetivação do ensaio em corpos de prova com
e sem revestimento (pintura) bem como, desenho dos mes
mos e dos paineis de exposição.

No caso de corpos de prova com revestimento, o sistema
de pintura adotado para o ensaio de superfícies metáli
cas, sujeita a corrosão atmosférica, foi baseado no ca
tálogo de uma conceituada indústria de tintas, e le
vou-se em consideração a maior resistência das tintas
aos contaminantes que certamente existem no ambiente
industrial-marítimo (devido a proximidade do polo petro
químico da orla marítma) na qual se encontra a COPENE.

CONCLUSÃO

Posso afirmar, sem dúvidas, que o estágio foi de grande valia para o aprimoramento de minha formação profissional, pois tive oportunidade de conhecer equipamentos e técnicas da engenharia no campo de Inspeção de Equipamentos, bem como soldagem, o que permitiu a obtenção de uma pequena experiência em manutenção de equipamentos petroquímicos.

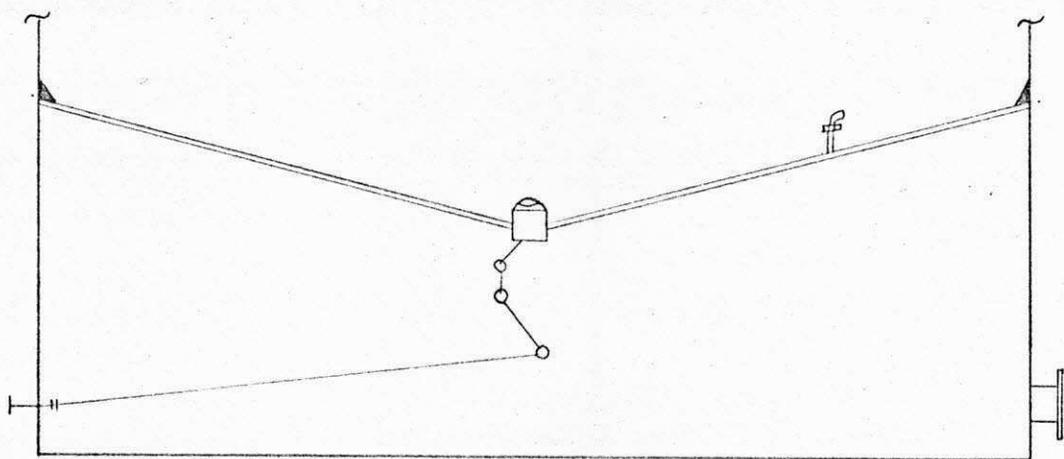
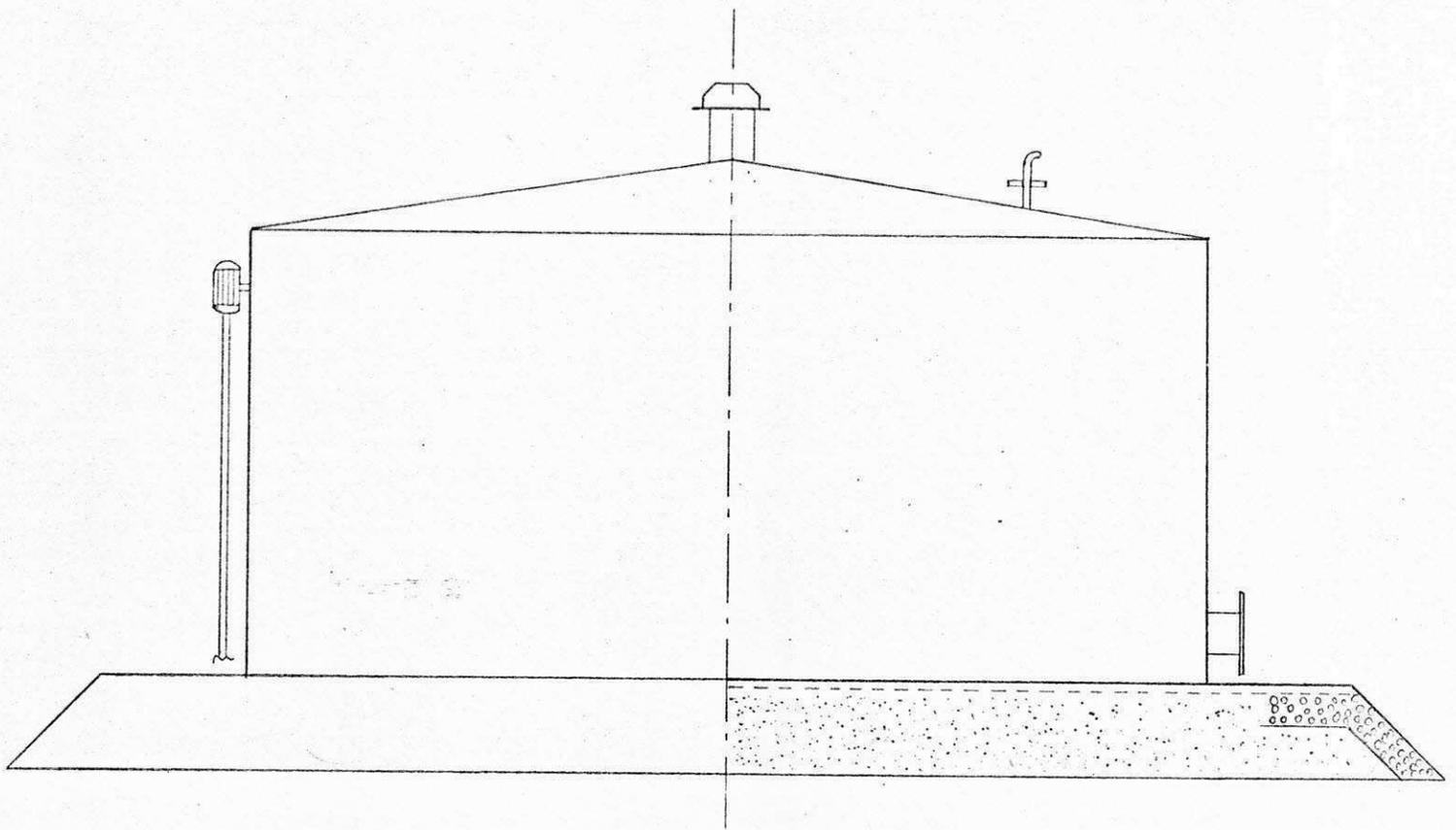
BIBLIOGRAFIA:

FERRAN, GUSTAU L. (1983) Introdução aos ensaios não destrutivos - Publicação didática do Programa de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da COPPE/UFRJ - Rio de Janeiro - RJ.

PAULA LEITE, PAULO GOMES DE (1976) - Ensaaios não destrutivos - Publicação da Associação Brasileira de Metais - São Paulo - SP.

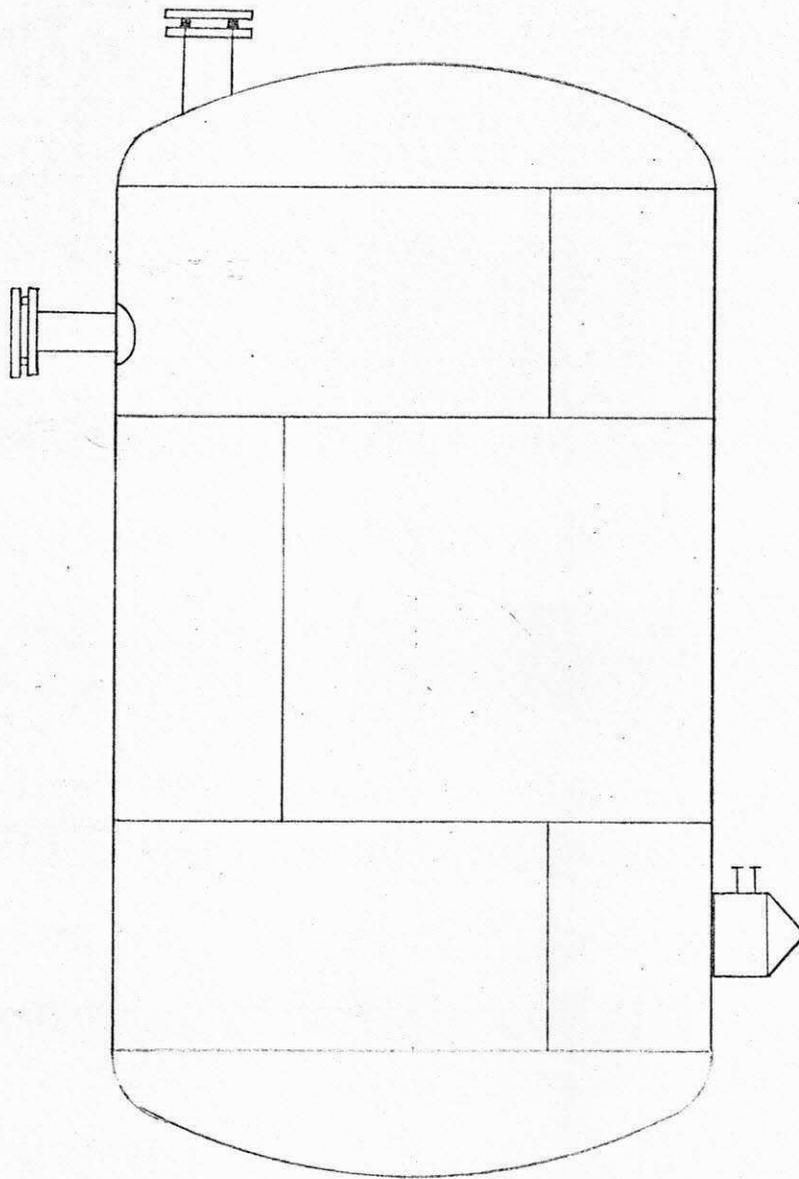
ASM HANDBOOK COMMITTEE, (1976) Metal Handbook Vol. 11 - Nondestructive Inspection And Quality Control - Publicação da American Society for Metal, OHIO-USA.

TANQUE DE BAIXA PRESSÃO



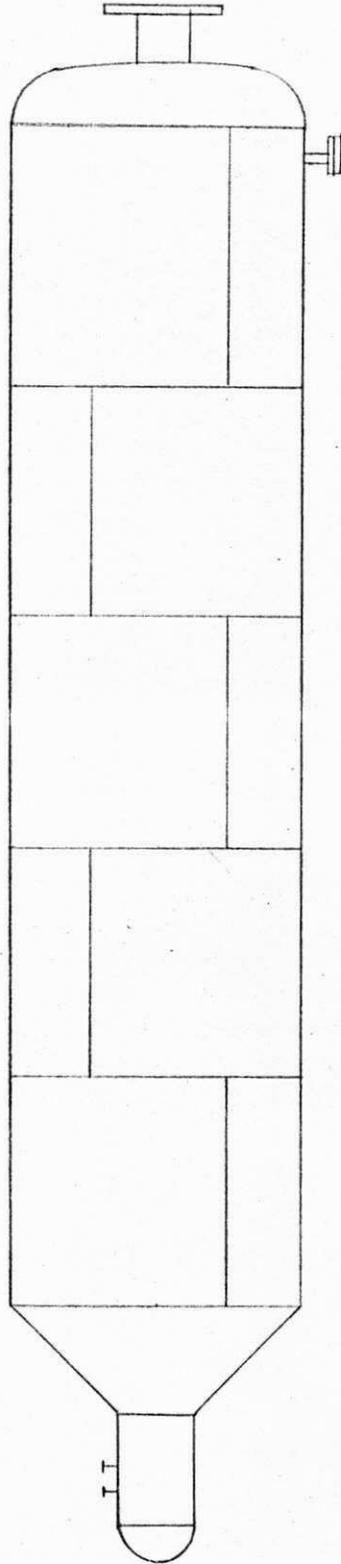
ANEXO - II

VASO DE PRESSÃO



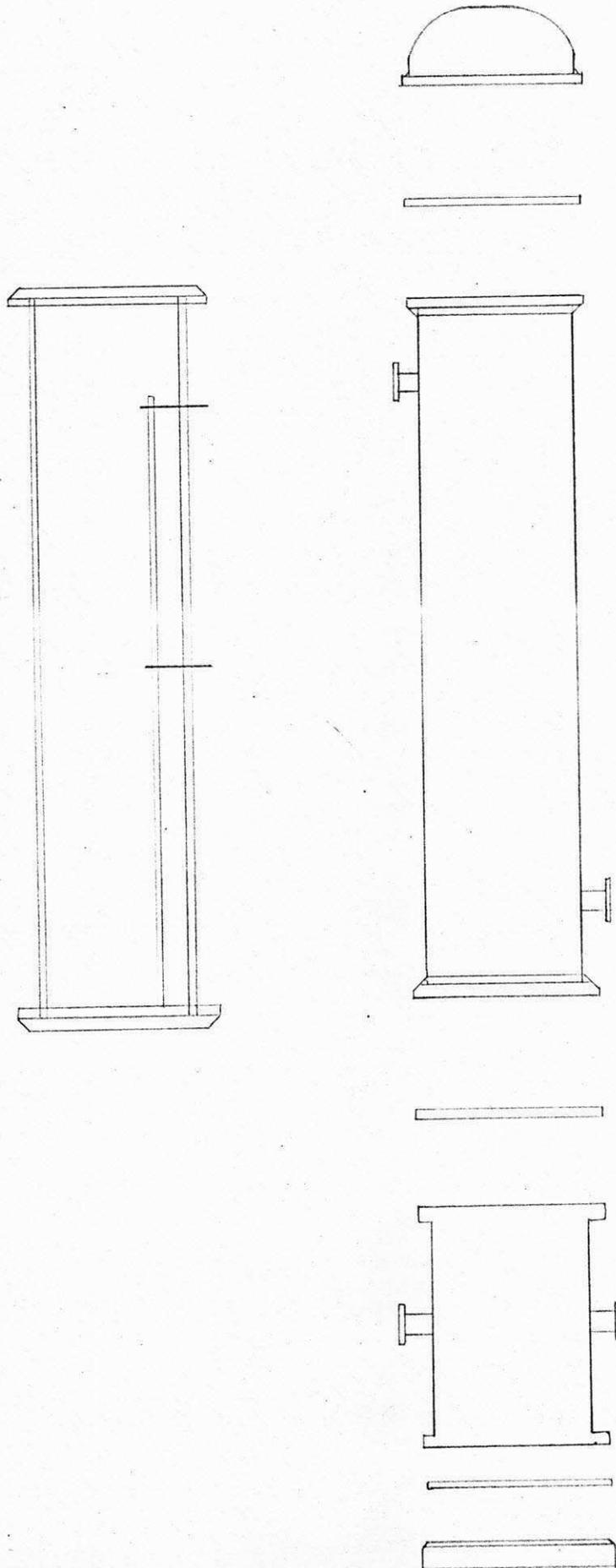
ANEXO - III

TORRE

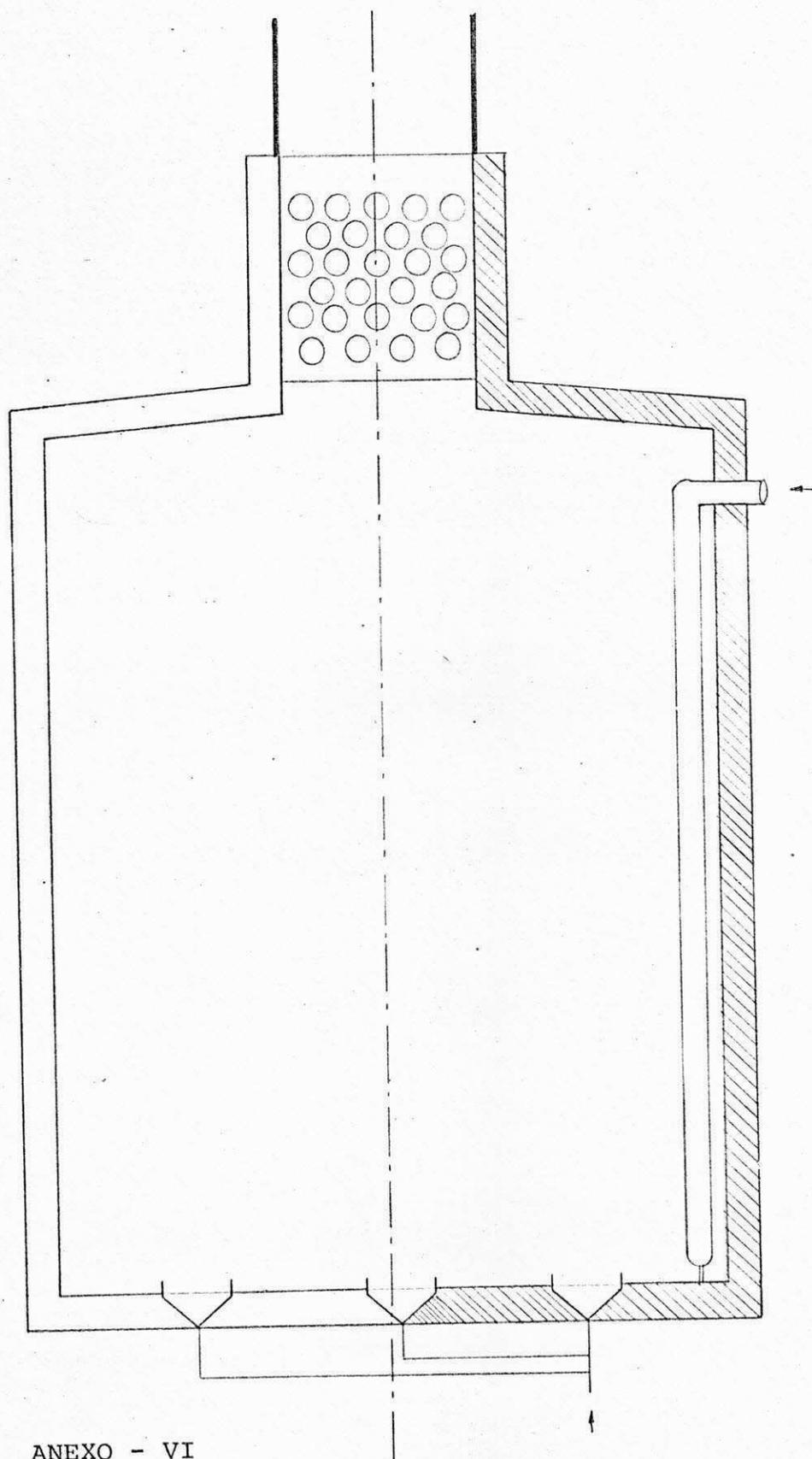


ANEXO - IV

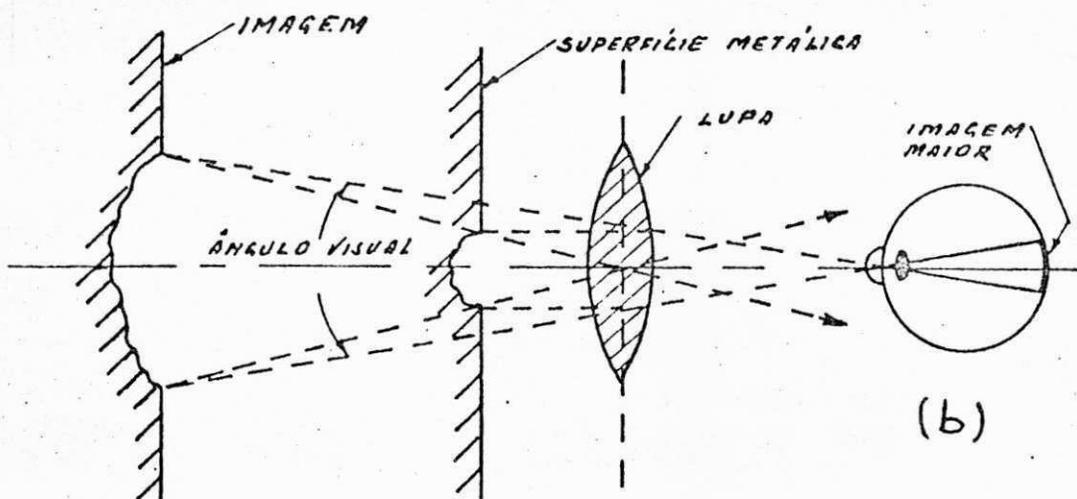
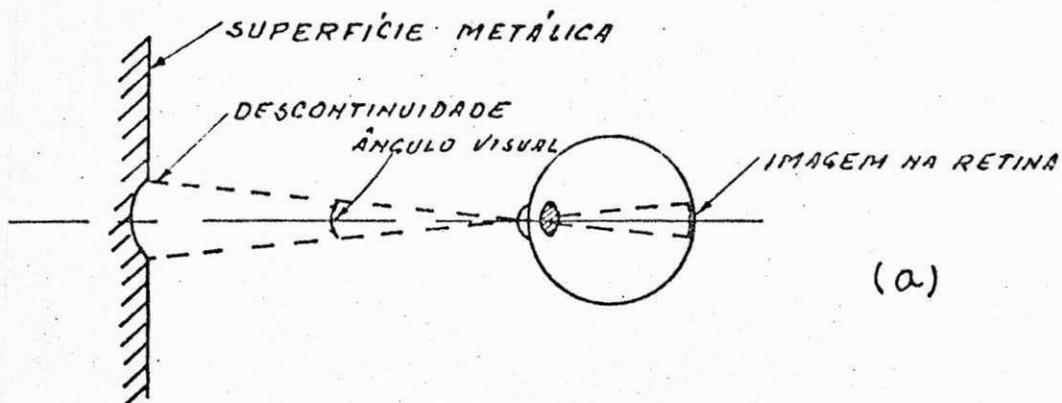
TROCADOR DE CALOR



FORNO

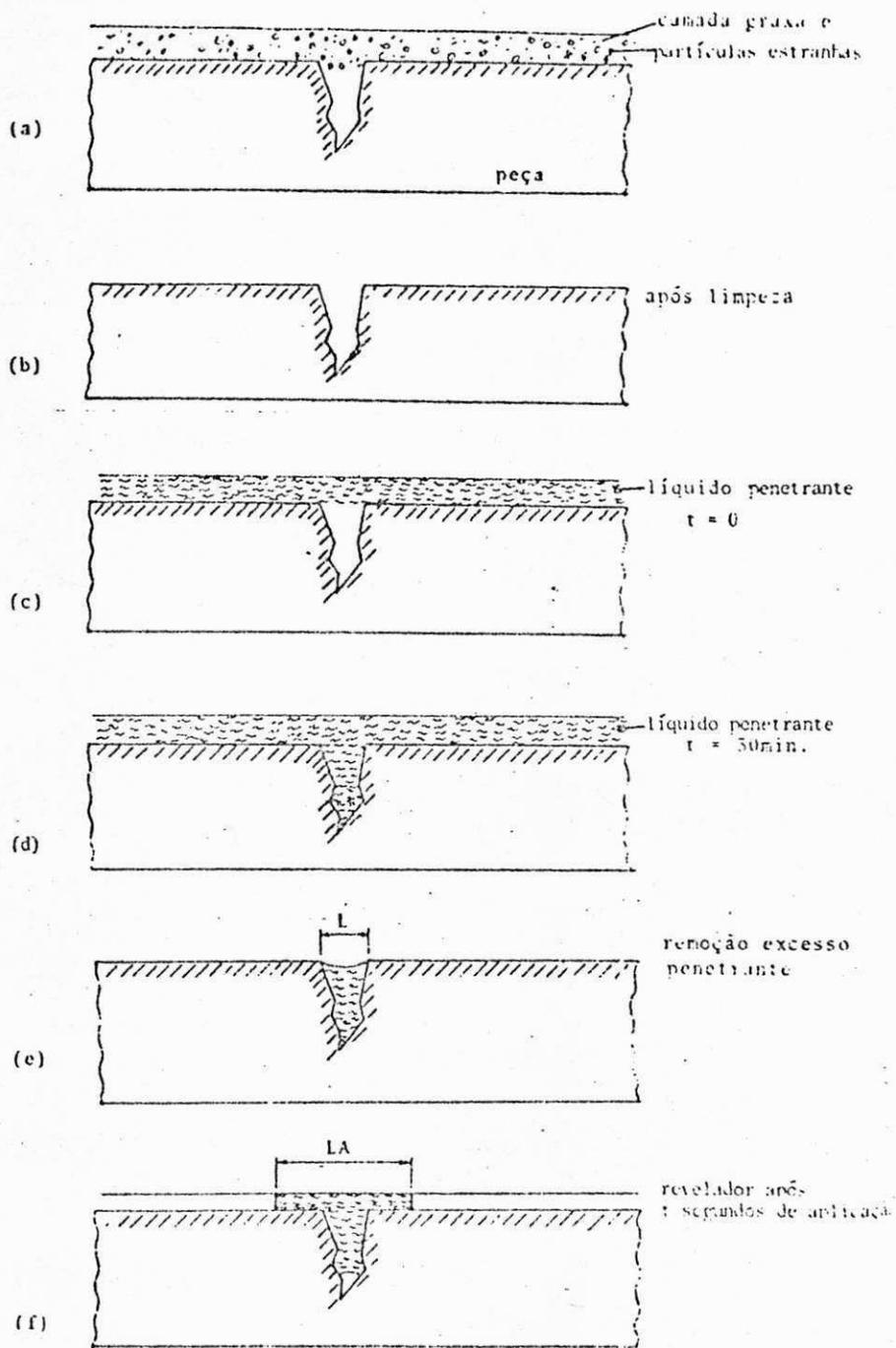


ANEXO - VI



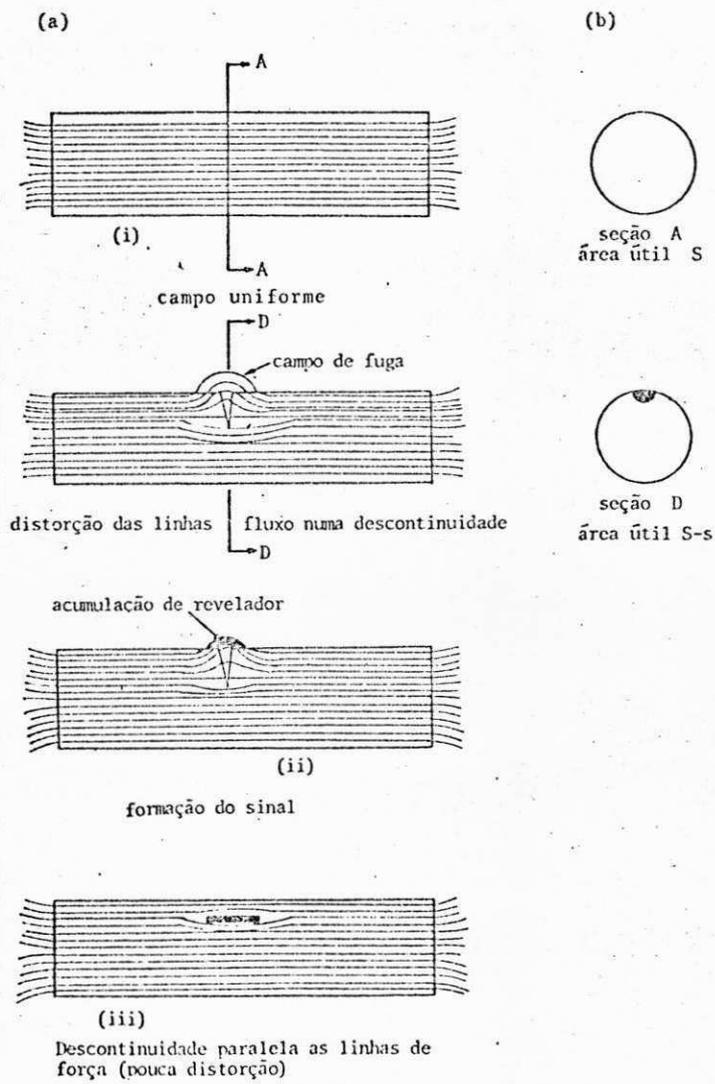
FORMAÇÃO DAS IMAGENS DE UMA DESCONTINUIDADE NA SUPERFÍCIE DE METAL, COM ÔLHO. DESARMADO E COM AUXÍLIO DE LUPA.

ETAPAS DA APLICAÇÃO DE LIQUIDO PENETRANTE



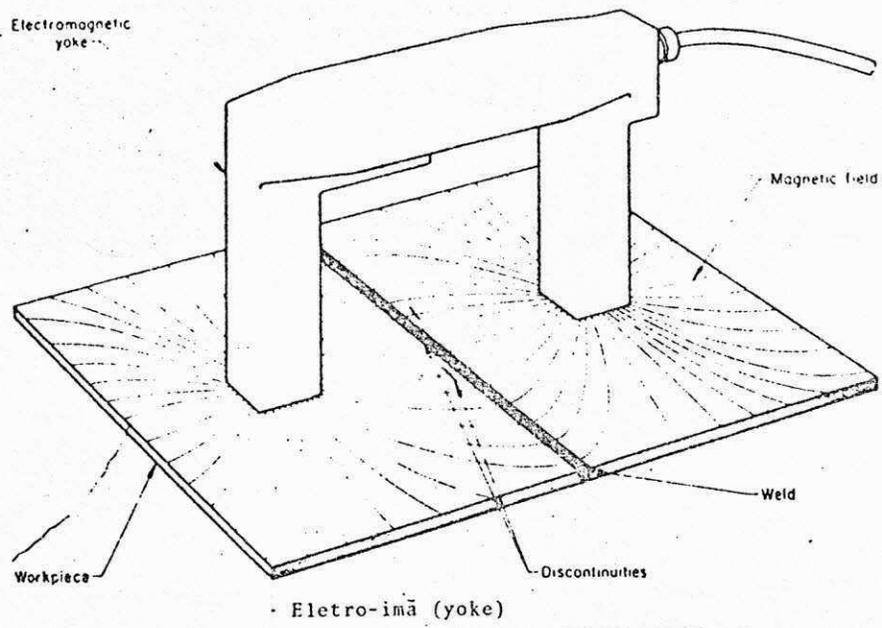
As diversas etapas na aplicação dos líquidos penetrantes.

PARTÍCULAS MAGNÉTICAS



Distribuição das linhas de força numa (i) seção homogênea, (ii) com defeitos perpendiculares e (iii) paralelos às linhas de força (b) seções A e D do material, mostrando a variação de área útil.

EQUIPAMENTO DE MAGNETIZAÇÃO
(YOKE).



ANEXO - X