



METANEIDE

DECLARAÇÃO

Declaramos para servir de prova junto a Universidade de Paraíba que o Sr. José Vieira de Magalhães Filho, fez estágio --- orientado, com duração de 280 horas (conforme planos anexos), em nosso grupo empresarial, sendo 160 horas na Metaneide Ltda., e 120 na Fundação Cearense.

O motivo pelo qual o estágio foi dividido em duas etapas, deve-se ao fato de que, sendo o estágio de curta duração a empresa não pode atribuir ao estágio funções específicas, o que possibilitou que o mesmo tivesse condições de acompanhar todo processo produtivo das duas empresas no período destinado ao estágio.

Fortaleza, 13 de Agosto de 1.982.

METANEIDE

Adérito Sequeira Praça
Adérito Sequeira Praça
DIRETOR INDUSTRIAL

MATRIZ: AV. MISTER HULL, 5759 - PBX (085) 228-3422
TELEGRAMA: METANEIDE - CAIXA POSTAL, 1348
C.G.C. 07.837.701/0001-29 - **INSC. ESTADUAL** 06.161.273-1
FORTALEZA - CEARÁ - CEP 60.000

FILIAL: RUA RICARDO MACHADO, 59 - LOJA A - S. CRISTÓVAO
FONE: (021) 234-0387 - **C. G. C.** 07.837.701/0002-00
INSC. ESTADUAL 81.262.264 - **RIO DE JANEIRO - RJ**
CEP 20000



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

ÍNDICE DE ASSUNTOS

FUNDIÇÃO CEARENSE

Apresentação e introdução	01
Revisão bibliográfica do processo definido	02
Descrição da Empresa	20
Sistema de vendas	21
Mão de obra	21
Ambiente de trabalho	22
Ambulatório médico	22
Banheiros e armários	22
Matéria prima e materiais secundários	23
Sistema de armazenamento da matéria prima	26
Sistema de almoxarifado	26
Controle do almoxarifado	26
Trabalho acompanhados e executados	27
Trabalhos acompanhados	27
Fluxograma de produção e controle de qualidade	29
Trabalhos executados	30
Cálculo de uma tesoura simples treliçada com calha	32
Resumo dos perfis adotados para a tesoura	40
Cálculo de uma marquise simples com calha	42
Resumo dos perfis adotados para a marquise	50
Anexo 1 - tipos de estruturas metálicas e detalhes	52
Anexo 2 - projeto (planta) da tesoura treliçada	53
Anexo 3 - projeto (planta) da marquise	54
Anexo 4 - método gráfico do Cremona	55
Anexo 5 - tabela para determinação da área da calha	56
Anexo 6 - tabela para determinação do diâmetro da descida da calha	57

ÍNDICE DE ASSUNTOS

METANÉIDE

Apresentação e introdução	58
Revisão bibliográfica do processo definido	59
Descrição da empresa	71
Planejamento e controle da produção	76
Fluxograma de produção e controle de qualidade	78
Etapas descritivas do controle de qualidade	79
Matérias primas e materiais secundários	83
Sistema de almoxarifado	84
Fornecedores	85
Ambiente de trabalho	86
Mão de obra	87
Trabalhs acompanhados na empresa	88
Análise química	92
Trabalho executado	101
Anexo 1 - Diagrama de equilibrio ferro-carbono	102
Anexo 2 - Diagrama da solidificação e esfriamento	103
Anexo 3 - Formulário de controle de produção e estoque ..	104
Anexo 4 - Fluxograma de produção	105
Anexo 5 - Ficha de controle de fundição	106
Anexo 6 - Plano de manutenção elétrica e mecânica	107
Anexo 7 - Ficha de lubrificação	108
Anexo 8 - Ficha de manutenção e lubrificação semanal	109
Anexo 9 - Ficha técnica	110
Conclusão	111
Agradecimento	112
Bibliografia	113

APRESENTAÇÃO E INTRODUÇÃO

A empresa FUNDIÇÃO CEARENSE está situada à Avenida da Universidade, nº 2.513, no bairro do Benfica, em Fortaleza, Estado do Ceará.

A sua atuação se faz no mercado de estruturas metálicas e caldeiraria, sendo a sua principal produção, a de estruturas metálicas, com 850 t/ano, cerca de 70 ton/mês. A matéria prima - chapas de aço - é adquirida diretamente da Usiminas, proporcionando melhor controle e esta, estruturada na própria Empresa.

A Fundação Cearense também atua no mercado de tanques de armazenagem de álcool e similares, máquina forrageira, máquina de triturar mandioca, também dispendo de oficina para trabalhos avulsos. O seu âmbito de mercado ultrapassa os limites estaduais.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DO PROCESSO DEFINIDO

O processo de fabricação de estruturas metálicas consta, geralmente, da execução de um perfil estrutural específico, assim como: perfis em "U", em "L", em "I", em "H", em "T" e etc.e, a união destes, comumente com solda, de maneira a formar uma estrutura padrão. (Anexo 1).

O processo de fabricação de estruturas metálicas é basicamente dividido em dois grupos: grandes estruturas e pequenas e médias estruturas.

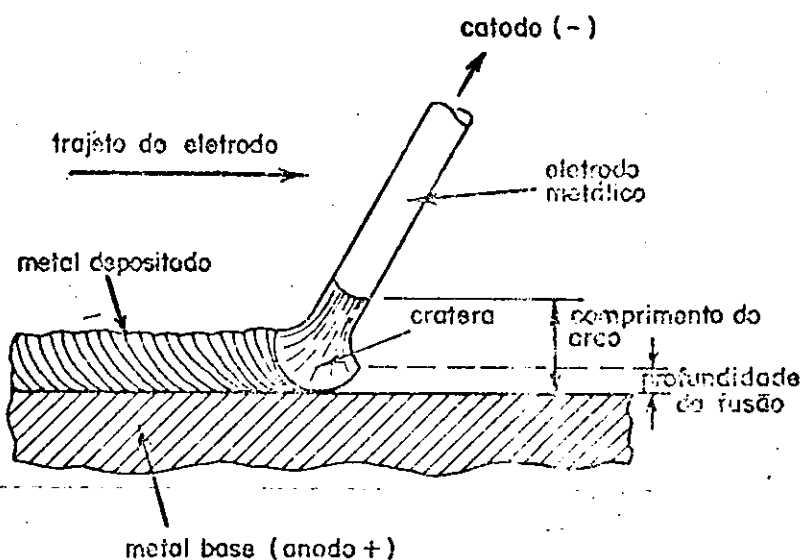
Na fabricação de estruturas de grande porte se requer chapas muito grossas e a execução do perfil é toda em solda. A chapa de aço é cortada na pantográfica e/ou maçarico, na sua respectiva dimensão e esta soldada a outra para a formação do perfil desejado. Neste caso, necessita-se de um controle mais apurado para o cordão de solda, sendo imperioso, em alguns casos, se chanfrar as chapas de aço, soldá-las e, posteriormente, submeter o cordão a uma análise com raios X ou ultrassom.

Na fabricação de estruturas metálicas de pequeno e médio portes, as chapas são de espessura tal, que o perfil é estruturado sem haver trabalho de soldagem. A chapa de aço recebe o corte na guilhotina, nas dimensões desejadas e logo após é dobrada em viradeiras, apresentado, assim, o perfil projetado.

Dentre os vários processos para a obtenção de uma estrutura metálica, destaca-se como o mais importante, a soldagem. Esta etapa se constitui no processo de juntar peças metálicas, colocando-as em contacto íntimo e aquecer as superfícies de contacto de modo a levá-las a um estado de fusão ou de plasticidade. A expressão solda é usada para designar o resultado da operação.

A ação de aproximação e aquecimento, plasticidade ou fusão parcial, leva a um fenômeno de difusão na xona soldada, dando como resultado a junção (solda), que se caracteriza por sua resistência e que se torna perfeitamente coesa depois que o metal resfria.

A soldagem a arco é o processo mais extensamente usado. É o tipo chamado soldagem autógena, ou seja, no processo o material-base participa por fusão na constituição da solda. Nele a fonte de calor é o arco elétrico.



A figura acima mostra o processo de soldagem por arco elétrico; o arco de soldagem é formado ao passar uma corrente entre uma barra de metal, que constitui o eletrodo e corresponde ao pólo negativo ou catodo e o metal original, que corresponde ao pólo positivo ou anodo. A chama do arco tem a forma de uma coluna que se alarga em direção a superfície da peça. No pé da coluna, forma-se a cratera do arco ou a bacia da solda. Para dar origem ao arco é necessário que o eletrodo seja abaixado até a peça, de modo que a corrente comece a fluir.

O intervalo entre a extremidade fundida da barra ou eletrodo e a superfície da bacia formada, são ocupados por um meio incandescente que é uma mistura de ar parcialmente ionizado e as substâncias gasosas que aparecem a temperaturas elevadas, devido a interação entre o material do eletrodo e seu revestimento químico e ar.

O revestimento realiza de maneira mais ou menos completa, as seguintes funções:

. Função elétrica: Obtém-se rápida abertura do arco elétrico e boa estabilidade, quer em corrente contínua como alternada, pela colocação de sais fortemente emissivos no revestimento. Os silicatos de sódio e/ou potássio são empregados em todos os eletrodos revestidos, agindo ainda como aglomerante dos pós componentes do revestimento.

. Função protetiva: Durante a fusão, o revestimento liberta fumos que substituindo o ar na região circundante ao arco elétrico, protege o trajeto das gotas de oxidação e da nitruração. A escória líquida produzida pelo revestimento flutua sobre a poça de fusão, separando-a do contato com a atmosfera também durante a solidificação e o resfriamento da solda.

. Função física: O peso da escória molda a poça de fusão, proporcionando cordões lisos, regulares e de boa estética. A escória líquida age sobre o valor da tensão superficial do metal fundido, melhorando a estética nos trabalhos fora da posição plana.

. Função química: É possível a transferência de elementos de liga do revestimento à escória e portanto à poça de fusão, tendo por finalidade corrigir, onde necessário, a análise do metal depositado.

. Função depurante: A escória líquida pode reagir, em altas temperaturas, com as impurezas presentes na poça de fusão, transformando-as em sais que vêm à tona.

Face ao anteriormente exposto, hoje é indiscutível a exigência de um bom revestimento nos eletrodos para soldagem manual ao arco elétrico.

Dependendo da composição de seu revestimento, é tradicional distinguir os seguintes tipos de eletrodos revestidos: oxidante, ácido, rutílico, básico e celulósico.

Eletrodos com revestimento oxidante

São constituídos preponderantemente de óxidos de ferro (70%) sob forma de hematita. O restante é material escorificante à base de sílica sob forma de quartzo, feldspato e caulim.

São de fácil emprego na posição plana, não servindo para trabalhos fora desta posição. Permitem a obtenção de cordões com estética excelente, funcionando bem tanto em corrente alternada como em contínua.

A preponderância de óxidos de ferro no revestimento e a ausência de ferro-ligas desoxidantes conduzem à formação de cordões de solda ricos em óxidos, sendo as propriedades mecânicas derivantes um tanto ruins.

Os eletrodos oxidantes encontram aplicação em trabalho onde a estética é preponderante e as propriedades mecânicas da junta soldada decorrente, pouco ou nada representam.

Uma aplicação específica: soldagem de revestimento em chapas/partes de ferro puro, sujeitas a desgaste corrosivo devido à eletrólise; um exemplo típico são os tanques para galvanização.

Eletrodos com revestimento ácido

São constituídos de óxidos de ferro (30%), sob a forma de hematita; ferro-ligas (25%); materiais escorificantes à base de sílica (40%) sob a forma de quartzo, feldspato e caulim e, ainda, carbonatos de cálcio.

São de fácil manejo em qualquer posição, especialmente no plano e ângulo horizontal, seja em corrente alternada, como contínua; produzem abundante escória de fácil remoção, caracteristicamente porosa no seu interior; a penetração normal é média, crescendo com as altas amperagens usualmente empregadas na técnica de soldagem com profunda penetração. Os cordões de ângulo são planos ou ligeiramente côncavos. A presença de ferro-ligas permite a desoxidação da poça de fusão, possibilitando a obtenção de boas propriedades mecânicas no depósito; os carbonatos, se bem que presentes em pequenas quantidades, conferem uma certa atividade depurante ao eletrodo.

Os eletrodos ácidos encontram aplicação nas soldagens em aços doces, com teores de carbono e impurezas bastante pequenos; apresentam tendência a trincas quando empregados em aços impuros ou com teores de carbono mais altos, susceptíveis à têmpera. São aplicados em vasos de pressão, base de máquinas pesadas e partes estruturais, em função da espessura da seção a ser soldada.

Eletrodos com revestimento rutílico

São constituídos de óxidos de titânio, um mineral chamado rutilo (50%); ferro-ligas (15%); escorificantes à base de sílica (35%).

São caracterizados pelo fácil emprego em qualquer posição de soldagem, com arco de fácil abertura e manutenção, seja em corrente alternada, como contínua, necessitando baixa voltagem em vazio; produzem escória de fácil remoção; a penetração é de média à pequena, o que facilita o seu emprego em chapas finas; o cordão é liso com escamas finas e ebm regulares; a superfície varia de convexa à côncava, dependendo da versão do eletrodo empregada. Apresentam muita similaridade aos ácidos nas características de emprego e nas propriedades mecânicas.

Os rutílicos são comumente de mais fácil manuseio, mas têm uma atividade depurante menor, sendo mais sensíveis às impurezas e ao carbono, dando origem a trincas com uma certa facilidade.

Os eletrodos rutílicos se destinam à soldagem de aços doces, devendo ser consideradas as limitações anteriormente indicadas. São especialmente indicados para soldagem em ângulo horizontal, com um só passe, em altas correntes e altas velocidades, devido ao seu fácil manuseio, bom perfil de filete e habilidade em cobrir frestas provenientes da má preparação de juntas.

Eletrodos com revestimento básico

São constituídos preponderantemente de sais de cálcio (70%), sob forma de carbonatos (CaCO_3) e fluoretos (CaF_2); ferro-ligas (20%), tais como Fe Ti - Fe Mn - Fe Si; frequentemente possuem também pó de ferro.

São propriedades típicas do eletrodo básico:

- A escória tem uma enérgica ação dessulfurizante, reagindo em altas temperaturas com as impurezas presentes na poça de fusão dando origem a sulfetos e fosfetos de cálcio, que vêm à tona. O eletrodo básico é o mais indicado para a soldagem de aços muito impuros minimizando a formação de trincas a quente; quando for necessário um preaquecimento, torna-se recomendável o emprego de eletrodos básicos devido à maior participação do metal de base na poça de fusão.

- A secagem do revestimento é muito enérgica, sendo realizada a temperaturas elevadas ($350/400^\circ\text{C}$) o que elimina quase totalmente sua umidade; assim são minimizadas seja a água oriunda dos silicatos empregados na mistura úmida dos pós, seja a própria água molecu

lar proveniente dos hidratos componentes do revestimento; daí sua denominação "eletrodo de baixo hidrogênio". O eletrodo básico é o mais seco e o que libera a menor quantidade de hidrogênio durante a fusão portanto é o tipo mais indicado para a soldagem de aços com teor de carbono elevado e aços de baixa liga, minimizando a formação de trinças a frio, situadas sob o cordão de solda. É o eletrodo ideal para soldagem de aços de alta resistência.

- O revestimento é muito higroscópico. Por esta razão os eletrodos básicos são colocados em embalagens hermeticamente fechadas; como os eletrodos deverão ser conservados secos até o momento de sua utilização, é de todo recomendável o emprego de estufas elétricas apropriadas, onde os eletrodos são colocados logo após a abertura de sua embalagem original.

- As características mecânicas do metal-depositado são excelentes; sobressaindo suas propriedades plásticas - alongamento e impacto. Daí o emprego dos eletrodos básicos onde existem solicitações internas muito elevadas, tais como nas soldagens de elementos altamente vinculados e de peças de grande espessura.

- A soldagem pode ser feita em qualquer posição; adotar preferivelmente corrente contínua com polaridade indireta (positiva), visto o revestimento conter fluoreto de cálcio, substância esta pouco emissiva. A técnica executiva requer arco muito curto e movimentação lenta afim de se evitar porosidades, o que é particularmente difícil nos passes de raiz, exigindo grande habilidade do soldador. O arco calmo tem moderada penetração; a perda por salpicos é mínima; a escória é pesada e friável, de fácil remoção; o cordão é ligeiramente convexo, tendendo a plano, com superfície lisa e escamas finas.

Os eletrodos básicos se destinam, principalmente à soldagem de aços de alta resistência, aços com teor de carbono mais elevado, aços de baixa liga, aços com alto enxofre, aços endurecíveis, etc., mas encontram aplicação também sobre ferro maleável, aços para mola e na parte de aço doce, nas chapas placadas. São recomendáveis no ponteamto de seções pesadas devido sua elevada resistência e baixa tendência a trinças, nos aços a serem esmaltados e nos aços ao selênio.

Eletrodos com revestimento celulósico

São constituídos de matérias orgânicas sob forma de celulose (30%); óxido de titânio (30%); escorificantes à base de sílica (30%); ferro-ligas desoxidantes (10%).

São propriedades típicas do eletrodo do tipo celulósico:

- Os fumos são produzidos em grande quantidade e a escória é fina, de fácil remoção e pouco abundante, em decorrência da queima e volatilização da celulose; as escamas são espaçadas, grosseiras e não equidistantes.
- A penetração é grande, superior aos tipos anteriormente apresentados.
- A soldagem é fácil em todas as posições, principalmente com técnica multipasse, na posição vertical, mormente na descendente. Nesta posição a soldagem é muito mais veloz do que no sentido ascendente, porém a penetração é menor, existindo ainda o risco de inclusões de escória. Utilizando-se eletrodos celulósicos, as inclusões não chegam a ser problema, visto a escória ser quase inexistente e a menor penetração da posição descendente é compensada pela maior penetração intrínseca ao tipo celulósico.
- O campo específico de aplicação encontra-se na soldagem de topo em tubulações (oleodutos, aquedutos, minerodutos, etc.). Os eletrodos celulósicos propiciam passe de raiz com penetração completa, contínua e uniforme, fato este fundamental, pois o reverso da grande maioria das tubulações é inacessível, não permitindo a remoção do passe de raiz e a ressoldagem posterior.
- A quantidade de hidrogênio liberada pelo revestimento orgânico é muito grande, o que limita a aplicação dos eletrodos celulósicos somente aos aços doces.
- Os comprimentos dos eletrodos são preferencialmente inferiores aos normais, isto porque o aquecimento da alma por efeito JOULE pode provocar a combustão prévia da celulose, obrigando a um descarte mais longo. Sendo mais curtos e utilizados dentro da faixa de amperagem recomendada, o citado inconveniente não chega a ter tempo de se manifestar, permitindo o aproveitamento integral dos eletrodos.
- A corrente utilizada é a contínua, com polaridade indireta (positiva); existem eletrodos que também soldam em corrente alternada, mas a penetração obtida é um pouco menor. As correntes máximas

recomendadas para eletrodos celulósicos são inferiores às dos outros tipos, devido à queima precoce da celulose e à elevada perda por salpicos que ocorreriam nas altas amperagens.

Além de tubulações em aço comum, os eletrodos celulósicos se aplicam na soldagem de aços doces empregados na construção naval, estruturas como pontes e edifícios, tanques de armazenagem acessórios em vasos de pressão, etc.

Ao se deparar com uma construção a realizar envolvendo metais, quase que certamente virá à tona uma questão que, pela sua amplitude e importantes consequências, guarda em si muitas indagações: A SOLDAGEM.

A definição do tipo de eletrodo

. O metal de base

O ponto de partida é o metal de base: é necessário conhecer de forma a mais completa possível, suas propriedades. Na maioria das vezes, conhece-se o ponto principal: o metal de base atende a uma dada norma. E deste ponto derivam então uma série de dados fundamentais na definição de uma família de eletrodos aptos a satisfazer os requisitos do trabalho. Conhece-se a composição química, propriedades mecânicas, eventuais tratamentos térmicos, etc. Outras vezes, no entanto, deparamos com a necessidade de soldar um metal desconhecido que logicamente, jamais deveria ser enfrentado como tal; a efetivação de uma análise química, a mais representativa e completa possível, é imperiosa. Os principais elementos a considerar para análise seriam: C-Si-Mn-P-S-Cr-Ni-Mo-Cu-V-Nb-Al. O conhecimento desta análise permitirá, com boas probabilidades, enquadrar o metal de base antes desconhecido, em alguma norma que apresente uma composição química similar àquela encontrada.

Uma vez conhecido o metal de base, poderíamos em princípio classificá-lo em três tipos fundamentais:

- I - Aços comuns, com resistência à tração de até 510 N/mm² e não contendo geralmente nenhum elemento de liga.
- II - Aços de elevada resistência à tração, com valores mínimos superiores a 510 N/mm², na maioria das vezes possuindo elemento (s) de liga em pequeno teor.
- III - Aços inoxidáveis, resistentes aos ácidos e ao calor, alta

mente ligados ao cromo, cromo/níquel ou ainda, o cromo/níquel/molibdênio.

O grupo I é normalmente soldado com eletrodos comuns enquadrados nas seguintes normas:

Internacional ISO	E 43 X X
	E 51 X X
Americana AWS A5.1-69	E 60 X X
	E 70 X X

O grupo II exige eletrodos de qualidade superior enquadrados nas seguintes normas:

Internacional ISO	E 51 X X
-------------------	----------

(A normalização internacional ainda não classificou eletrodos de baixa liga, com resistência à tração superior a 510 N/mm^2).

Americana AWS A5.1-69	E 70 X X
AWS A5.5-69	E 70 X X-Y
	E 80 X X-Y
	E 90 X X-Y
	E 100 X X-Y
	E 110 X X-Y
	E 120 X X-Y

Lembramos aqui que os elementos enquadrados na AWS A5.5-69 possuem sempre uma letra na segunda parte de sua classificação (Y) a qual deverá sempre ser considerada na realização de equivalências.

Y poderá ser:

- A - eletrodos ligados ao molibdênio
- B - elementos de liga cromo/molibdênio
- C - elementos de liga níquel
- D - elementos de liga manganês/molibdênio
- G - todos os outros eletrodos de baixa liga
- M - especificações militares

A característica do grupo III é a exigência de eletrodos de alta liga, também inoxidáveis, enquadrados normalmente na norma americana AWS A5.4-69:

E 3 X X-15/16
E 4 X X-15/16
E 5 X X-15/16

. A espessura do metal de base

A seguir é importante considerar a espessura do metal de base a soldar. É sabido que metais de pouca espessura empenam e furam com facilidade por ocasião da soldagem; por outro lado, materiais esôssps tendem a apresentar falta de penetração na raiz e trincas de têmpera ao lado ou sob o cordão de solda, devido a estarem sujeitos a um ciclo térmico severo. Em muitos casos, torna-se recomendável um preaquecimento e, como consequência, a utilização de eletrodos com revestimento básico.

. A junta a soldar

Outro ponto fundamental é a junta e a consequente consideração de penetração. Eletrodos de penetração baixa e ou média utilizam chanfros com as variáveis : ângulo, fresta e nariz, intimamente relacionadas, no intuito de assegurar penetração completa por ocasião da soldagem. Eletrodos de penetração grande ou profunda aceitam, até certos limites, chanfros retos e frestas mínimas. Cabe aqui um importante alerta : cuidado com esta soldagem que implica sempre em alta diluição. Trincas a quente ao longo da solda, acompanhando as cristas das escamas do cordão, são muito comuns; basta que os teores de C-Si-P e principalmente S sejam um pouco elevados, e as trincas aparecerão inevitavelmente. Nas juntas de acesso por um só lado, deve-se cuidar de forma especial do passe de raiz, que deverá assegurar penetração total e uniforme ao longo de toda a junta. Mais adiante veremos que o eletrodo celulósico é aquele que melhor se presta a obtenção desta condição de soldagem.

. A posição de soldagem

Em havendo condições, todas as soldagens deverão ser realizadas na posição plana; é a mais fácil, rápida, e econômica, permitindo ainda a utilização de eletrodos específicos para esta posição, de altíssimo rendimento.

Segue-lhe a posição horizontal, com os inconvenientes de chanfros assimétricos e emprego da técnica de soldagem por filetes. A soldagem vertical seria a terceira opção; a ascendente é relativamente fácil de ser executada, mas implica em

concentração de muito calor, progressão muito lenta e eletrodos de diâmetro limitado. Deve-se verificar a possibilidade de execução em vertical descendente, devido à rapidez e consequente economia; muitos eletrodos se prestam a esta execução, existindo alguns tipos especialmente desenvolvidos que somente operam na vertical descendente.

Os eletrodos, quanto às posições de soldagem são normalmente classificados como segue :

Americana AWS A5.1-69 A5.5-69	Internacional ISO
E X X 1 X - Todas as posições	1. Todas as posições
E X X 2 X - Topo - plano Ângulo - plano e horizontal.	2. Idem, exceto vertical descendente 3. Topo - plano Ângulo - plano e horizontal
	4. Topo - plano Ângulo - plano
	5. Igual a 3, e recomendado para a vertical descend.

. A corrente de soldagem

O tipo de corrente de soldagem disponível/previsto deve merecer a devida consideração, sendo decorrente do maquinário existente para a execução do trabalho. Há eletrodos que soldam somente em corrente contínua pólo positivo (ISO símbolo O relativo à corrente de soldagem; AWS E XX10 - E XX15).

Outros aceitam corrente alternada e contínua pólo positivo (ISO símbolos 3 - 6 - 9; AWS E XX11 - E XX16 - E XX18).

Outros ainda corrente alternada e contínua, pólo negativo (ISO símbolos 2 - 5 - 8; AWS E XX12 - E XX20).

Os indiferentes aceitam corrente alternada e contínua, polaridade positiva ou negativa (ISO símbolos 1 - 4 - 7 AWS E XX13 - E XX14).

Finalmente, estão em largo uso eletrodos de acentuada preferência para corrente alternada; são tipos modernos

destinados à soldagem por contato, especialmente indicados para soldagem por gravidade (AWS E 6027 - E 7024 - E 7028).

Aqui vai um lembrete extraído da prática: soldando eletrodos básicos em corrente contínua pólo positivo, dar preferência aos produtos idealizados para soldagem em CA/CC+. A incidência de defeitos no cordão, acarretados por oscilações na alimentação elétrica do primário, é muito menor em um eletrodo CA/CC+ do que em um eletrodo idealizado somente para CC+.

. O soldador

- Ao homem soldador cabe uma parcela importante na escolha do eletrodo. Deve-se exigir deste profissional apenas a habilidade executiva, pois seus conhecimentos sobre os fenômenos metalúrgicos ligados à soldagem são quase sempre nulos. Em escala crescente de dificuldade de emprego, temos os seguintes tipos de eletrodos: ácido - rutílico - celulósico - básico. Admitte-se que um soldador, que seja habilitado a soldar com eletrodos básicos, tenha condições de efetuar soldagens também com os outros tipos de eletrodos.

É notória a dificuldade que um soldador de eletrodos do tipo celulósico encontra, ao tentar realizar trabalhos com eletrodos básicos. Devido ao arco mais aberto e movimentos amplos, o resultado é quase sempre porosidade excessiva. Necessitando-se de treinar um soldador para básicos, é aconselhável relegar-se os soldadores de tipo celulósico para a condição de última escolha, pois sua adequação é realmente difícil.

. As condições circunstanciais

As condições circunstanciais deverão ser também levadas na devida consideração, devido à influência que podem vir a exercer na escolha de um eletrodo.

Alguns exemplos:

- Condições de umidade relativa do local de trabalho, diretamente ligada à questão armazenagem/cuidados com os eletrodos revestidos; os eletrodos básicos são os mais sujeitos à absorção da umidade ambiental.
- Proteção quanto aos ventos porventura existentes na região

de trabalho; os celulósicos são os mais aconselháveis em condições adversas de tempo, devido ao volume de fumos/gases que emanam do seu revestimento.

- Estado superficial do metal de base; em existindo pintura, ferrugem, etc., o eletrodo do tipo básico será o mais prejudicado, apresentando acentuada tendência a porosidade no cordão de solda.

. Os tipos de eletrodos revestidos em função de seu revestimento

Enfeixando todas estas considerações, analisaremos a seguir a influência dos diferentes tipos de revestimentos sobre as características e velocidade da soldagem, bem como sobre a qualidade do metal depositado. A definição do eletrodo a ser utilizado na obra se fará sobre um dos seguintes tipos, apresentados a seguir:

- Os eletrodos rutilicos com aproximadamente 100% de rendimento teórico apresentam facilidade na abertura de arco e manejo excelente em todas as posições, sendo próprios para execução de cordões curtos em aços de baixo teor de carbono, em soldagens de ângulo e em chapas finas, e também quando a fresta for muito grande. A quantidade de respingos é pequena e o cordão liso com escamas finas e regulares apresenta belo acabamento. A velocidade de soldagem é razoável; permitem soldagem em corrente alternada mesmo quando a máquina de solda apresentar baixa tensão em vazio, próximo aos 50 V. A penetração é de média a pequena. Os eletrodos rutilicos sem liga se recomendam normalmente para aços com resistência a tração inferior a 440 N/mm^2 . São bastante sensíveis às impurezas e a um teor de carbono mais elevado, dando origem a trincas com certa facilidade; também não se aconselha o emprego de eletrodos rutilicos quando o metal de base for submetido a tensões elevadas quando em serviço. Os eletrodos rutilicos são muito pouco sensíveis à umidade. São designados pelas normas como abaixo:

Internacional ISO

letra R

Americana AWS

E XX12 - E XX13

- Os eletrodos rutilicos de alto rendimento apresentam, como regra geral, tanto maior velocidade de soldagem quanto maior for seu rendimento. Os eletrodos desta família são de fácil aplicação, principalmente em corrente alternada, proporcionando um cordão liso com escória de fácil remoção, quase sempre auto destacável; são especialmente indicados para soldagem de ângulo horizontal e plano, adequando-se perfeitamente à soldagem por gravidade devido serem eletrodos de contato. O metal depositado apresenta valores de escoamento e ruptura iguais ou mesmo superiores aos dos eletrodos básicos sem liga, porém alongamento, estricção e resistência ao impacto, inferiores.

A uniformidade da superfície do cordão e sua boa concordância, ao metal de base, permitem boa resistência à fadiga, igual ou mesmo superior àquela obtida em uniões em bruto soldadas com eletrodos básicos.

Os eletrodos rutilicos de alto rendimento também se recomendam para aços doces sem liga com uma resistência à tração de até 440 N/mm². Considerando-se a resistência do metal depositado, os eletrodos rutilicos sem liga em geral podem ser utilizados também para a soldagem de aços com um limite de resistência à tração superior a 440 N/mm² mas, como regra geral para a soldagem destes aços, deve-se empregar somente eletrodos com um baixo percentual de hidrogênio. No metal depositado, a saber: eletrodos básicos, básicos ao rutilo e básicos ao zircônio.

Norma internacional ISO	letra RR
Americana AWS	E 7024

- Os eletrodos ácidos sem pó de ferro no revestimento possuem uma abertura e reacendimento de aço mais difícil do que os eletrodos rutilicos, porém mais fácil do que os básicos. São de fácil manejo em qualquer posição, especialmente no plano e ângulo horizontal, seja em corrente contínua como alternada. A velocidade de soldagem é razoável; os cordões são lisos e brilhantes, sendo a escória abundante, porosa e de fácil remoção. Os limites de escoamento e resistência à tração são mais baixos do que os dos eletrodos rutilicos, porém o alongamento e a resistência ao impacto são superiores. Os eletrodos ácidos sem liga são apropriados para aços com resistência à tração de até 440

N/mm², com teores de carbono e impurezas bastante baixos.

Este tipo de eletrodo dominava o mercado há algumas décadas a trás, tendo sido paulatinamente substituído pelos eletrodos rutilicos nas soldagens em plano e, pelos básicos, nas soldagens fora da posição plana. São designados por:

Internacional - ISO Letra A

Americana AWS E XX20

- Os eletrodos ácidos de alto rendimento apresentam uma velocidade de soldagem consideravelmente maior do que os eletrodos de rendimento normal. Os cordões são lisos e brilhantes, sendo a escória friável e de remoção imediata.

Estes eletrodos são destinados às soldagens de topo e ângulo na posição plana, sendo apropriados para soldagem de estruturas de aço pelo processo por gravidade, com baixa inclinação. Suas propriedades mecânicas são semelhantes às dos eletrodos ácidos de rendimento normal, sendo pois aplicáveis em aços com resistência à tração de até 440 N/mm².

Internacional ISO Letra A (AR)

Americana AWS E XX27

- Os eletrodos básicos comuns têm uma velocidade de soldagem razoável na posição plana, porém são mais rápidos do que os outros tipos em soldagem na vertical ascendente. Isto se explica pela maior amperagem aceita pelos eletrodos básicos na soldagem vertical. Além disso, a quantidade de metal depositado por eletrodo é maior do que em outros tipos de revestimento, diminuindo assim o número de trocas de eletrodos. Normalmente, tanto a velocidade de fusão quanto o tempo de arco em vertical ascendente são maiores com os eletrodos básicos do que com os outros tipos.

A escória não se elimina com a mesma facilidade do que os tipos anteriormente apresentados, porém não é de difícil remoção: o arco deve ser mantido sempre curto e o eletrodo movimentado lentamente, a fim de se evitarem porosidades. Permitem soldagem em qualquer posição, preferivelmente em corrente contínua polo positivo. A penetração é moderada, produzindo poucos respingos e escória friável.

O metal depositado pelos eletrodos básicos tem um baixo teor de

hidrogênio, caracterizando-se pelas elevadas propriedades mecânicas mesmo em baixas temperaturas; este tipo de eletrodo apresenta maiores garantias tanto contra o fissuramento a quente como a frio. Quanto maior for a temperabilidade de um aço a ser soldado, tanto mais necessário é o uso de eletrodos básicos e maiores as exigências relativas a um baixo teor de umidade no revestimento. Devido à ação depurante de sua escória básica, este tipo é o mais indicado para a soldagem de aços impuros: tendo necessidade de preaquecimento do metal de base e consequente aumento de diluição, há maior probabilidade de impurezas na poça de fusão, com natural indicação de um eletrodo básico para tal soldagem.

Os eletrodos básicos sem liga são apropriados para os aços com resistência à tração de até 530 N/mm². O principal campo de aplicação dos eletrodos básicos é na soldagem de alta responsabilidade: cascos de navios, caldeiras, vasos de pressão, etc.

São recomendados ainda para a execução de juntas muito rígidas formadas por elementos altamente vinculados ou de grande espessura, soldagem a frio de aços com teor de carbono mais elevado, para aços fundidos e aços cuja soldabilidade seja duvidosa.

Os eletrodos básicos são muito higroscópicos, razão pela qual sua embalagem deve ser hermeticamente fechada; para conservar os eletrodos secos, recomenda-se a utilização de estufas apropriadas para sua armazenagem, onde os eletrodos serão colocados logo após a abertura da sua embalagem original.

São distinguidos nas normas pelas seguintes figurações:

Internacional ISO

Letra B

Americana AWS

E YX15 - E XX16 - E XX18

- Os eletrodos básicos ao zircônio de alto rendimento são os mais rápidos de todos os tipos de eletrodos, sendo usados na posição plana. São empregados na soldagem de metais de mesma qualidade que os eletrodos básicos comuns, utilizando-se corrente alternada ou contínua, pólo positivo.
- Os eletrodos básicos ao rutilo de alto rendimento possuem as excelentes propriedades de aplicação dos eletrodos rútilicos e a elevada qualidade de metal depositado dos eletrodos básicos. São os melhores eletrodos para soldagem de ângulo horizontal em

aços de alta resistência, onde não é aconselhável o emprego de eletrodos rútilicos de alto rendimento. Podem ser igualmente utilizados em soldagens sobre metais de mesma qualidade que os eletrodos básicos comuns e básicos ao zircônio de alto rendimento.

Os eletrodos básicos de alto rendimento são designados pelas seguintes especificações:

Internacional ISO	Letra B
Americana AWS	E XX28

- Os eletrodos celulósicos têm como característica principal uma grande penetração, sendo o tipo mais aconselhável para a soldagem dos passes de raiz onde se necessitar penetração completa contínua e uniforme, principalmente se a junta for acessível de um só lado. Propiciam soldagem em todas as posições, sendo particularmente indicados para posição vertical descendente; produzem grande quantidade de fumos e uma escória fina e pouco abundante, de fácil remoção; como decorrência, o eletrodo celulósico é o tipo mais adequado para soldagem de tubulações em geral. São utilizados normalmente em corrente contínua, pólo positivo, produzindo um cordão de acabamento regular e ligeiramente convexo, com escamas espessadas, grosseiras e não equidistantes. Devido à presença da celulose, a quantidade de hidrogênio liberada pelo revestimento é muito grande, o que limita o campo de emprego dos eletrodos celulósicos somente aos aços doces.

Internacional ISO	Letra C
Americana AWS	E XX10 - E XX11

- Os eletrodos oxidantes foram os primeiros a surgir, no início do século, quase não encontrando mais aplicação no estágio atual da soldagem. São de fácil emprego na posição plana, permitindo a obtenção de cordões de excelente estética, tanto em corrente alternada como contínua.

O metal depositado por este tipo é rico em óxidos, apresentando propriedades mecânicas bastante escassas.

Uma aplicação específica: a soldagem de revestimento em chapas/partes de ferro nuro sujeitas a desgaste corrosivo devido à eletrólise (exemplo: tanques de galvanização).

Internacional ISO	Letra O
-------------------	---------

Um bom subsídio para a escolha do tipo indicado para uma dada soldagem é aquele derivante do carbono equivalente do metal de base, a saber:

$$C \text{ equiv.} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

Se o valor obtido não for superior a 0,41, podem ser utilizados em princípio, todos os tipos de eletrodos. Para valores superiores a 0,41, devem ser empregados eletrodos básicos; se o C equiv. for igual ou superior a 0,45, torna-se obrigatório o preaquecimento.

DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A FUNDIÇÃO CEARENSE trabalha com estruturas metálicas de pequeno e médio porte. A matéria prima, chapas de aço, é proveniente da Usiminas, apresentando um controle de qualidade definido.

O perfil estrutural é todo fabricado na Empresa, sendo o trabalho de corte da chapa em guilhotinas, o dobramento da chapa no perfil desejado em viradeira adequada e, logo após, a empacotamento. Esta etapa consiste no arranjo do apoio da estrutura (tesouras, arcos, sheds, etc.) conforme o projeto, recebendo então a pontecção de fixação dos componentes. A fase seguinte consiste na armação da estrutura sobre os gabaritos respectivos, recebem aí, os trabalhos de soldagem e inspeção. A fase seguinte está afeta ao setor de pintura, onde nova inspeção visual é feita sobre a qualidade da soldagem. Somente então é realizada a pintura com cuidados especiais anticorrosivos. Pesagem e expedição marcam as etapas seguintes. O trabalho de montagem de toda a estrutura e conseqüente cobertura com telhas é realizado no local da obra.

SISTEMA DE VENDAS

Na Empresa o vendedor visita a Empresas Repartições, ou seja, clientes diversos, visando tomar conhecimento de alguma obra. Com o acerto de alguma obra, o vendedor leva o projeto do cliente para ser dados o orçamento. Este orçamento é dado pelo engenheiro responsável, que faz a previsão do material necessário, sendo o valor da obra claculado pelo peso total da estrutura.

Na elaboração do orçamento é necessário a planta baixa da coberta, para que através desta seja dimensionado os perfís possibilitando assim, o cálculo do peso total da estrutura.

MÃO-DE-OBRA

A FUNDIÇÃO CEARENSE tem mão-de-obra qualificada que fica em torno de 60% do pessoal. Dentre o pessoal qualificado temos:

- Soldadores
- Serralheiros
- Pintores
- Montadores
- Torneiro mecânico
- Frezadores
- Tecnólogo em estruturas metálicas
- Técnico em usinagem, etc.

AMBIENTE DE TRABALHO

Neste setor a empresa não está bem estruturada. O rápido crescimento sem uma prévia programação, reduziu o espaço útil de trabalho, tornando-se insuficiente para um trabalho adequado. Em 1983/84 a Empresa pretende mudar-se para local mais amplo em que ofereça melhores condições de trabalho.

AMBULATÓRIO MÉDICO

Com a presença de um médico diariamente durante duas horas.

BANHEIROS E ARMÁRIOS

Consta anualmente com 1(um) banheiro amplo e asseado. Mantém também 1(um) armário para cada funcionário, onde podem guardar suas roupas e objetos pessoais.

MATÉRIA PRIMA E MATERIAIS SECUNDÁRIOS

MATÉRIA PRIMA

As principais matérias-primas usadas são:

- Chapas de aço
- Eletrodos de soldagem
- Barras de aço redondas
- Telhas de fibrocimento e alumínio
- Tintas

Chapas de Aço

As chapas de aço são adquiridas diretamente da Usi Minas, possibilitando um melhor controle da estrutura. Acompanhando a remessa das chapas de aço, é recebido uma ficha de controle de qualidade contendo todas as características do lote: número de série, composição química, peso específico, limite à fadiga, tensão de compressão, tensão de tração, tensão de ruptura, etc.

Antigamente, quando a Empresa comprava as chapas de aço diretamente no comércio local, não se podia ter um controle dessa natureza.

Com a ficha de controle de qualidade das chapas de aço, foi possível conceder uma maior garantia das Estruturas Metálicas.

As chapas de aço mais utilizadas na Empresa são:

Bitólas MSG ou Pol - 14 - 13 - 12 - 11 - 3/16 - 1/4 - 5/16 - 3/8 - 1/2 - 5/8. A chapa utilizada na calha é a MSG 18 galvanizada. Essas chapas, geralmente, apresentam comprimento de 3000mm e largura de 1200mm.

Eletrodos de soldagem

Os eletrodos de soldagem utilizados na Empresa, ou seja, para o ponteamto e cordão de solda são os da Aso-Metal S.A.

Para o ponteamto, é utilizado o eletrodo da AWS

E 6011, ABNT 4411 C, recebendo a classificação ASO 11, pela Aso-metal. Este eletrodo é de alta penetração, com revestimento celulósico, usado para serviços de construção e reparos em geral onde sejam exigidos boas propriedades mecânicas, tais como tanques, estruturas metálicas e máquinas em geral, etc. Muito usado na ponteação de obras pesadas sujeitas a movimentação. Usado também em chapas galvanizadas e chapas que não tenham sido previamente limpas.

Apresenta um comprimento de 350mm. Os diâmetros mais usados são os de: 3,25, 4,00 e 5,00 mm, com faixa de amperagem de 40 - 70, 85 - 120, 120 - 160 respectivamente. Na soldagem pode ser usado em todas as posições, com pólo positivo, e podendo operar em corrente contínua e alternada.

Para o cordão de solda, é utilizado o eletrodo AWS E 6013, ABNT 4513 R, recebendo a classificação ASO 13, pela Aso-metal. Este eletrodo é de penetração normal, com revestimento rutílico, possui arco suave e muito estável, o que proporciona fácil usabilidade. Escória de fácil controle, possibilitando soldagem nas posições mais difíceis, além de ser auto-liberável. Produz soldas com ótimo acabamento. Eletrodo muito versátil e de larga aplicação em carrocerias, estruturas metálicas, chapas navais, reservatórios, tubulações, etc.

Os diâmetros amplamente utilizados são: 2,50, 3,25, 4,00, e 5,00 mm, com faixa de amperagem de 50 - 80, 90 - 120, 130 - 170, 170 - 230 respectivamente. Na soldagem pode ser usado em todas as posições, com pólo positivo, e operação em corrente contínua e alternada. O sistema elétrico da Empresa é todo em corrente alternada, portanto as máquinas de solda operam em corrente alternada. As máquinas de solda existente na Empresa são todas da White Martins, Soldac R 375.

Barras de aço redondas

As barras de aço redondas são utilizadas na fabricação dos tirantes e contraventos. Os tirantes são componentes da estrutura e, sua função é de amarração dos componentes principais da estrutura. Os contraventos como o nome já o diz, é um atenuador da ação dos ventos na estrutura. São dispostos em "X". (anexo - 2).

As barras largamente usadas são: SAE 1020, ABNT 1020 com diâmetros em polegadas de: 1/4 - 3/8 - 1/2 - 5/8 - 3/4 - 7/8 - 1.

Telhas de fibrocimento e alumínio

As telhas mais utilizadas são as de fibrocimento, onduladas, da Brasilit ou Eternit.

As telhas de alumínio não tem muita aceitação no mercado, devido ao seu preço elevado, sendo por outro lado de maior durabilidade. A sua implantação no projeto depende da escolha do cliente.

As dimensões mais utilizadas das telhas de fibrocimento nas estruturas metálicas são:

- 2440 x 1100 x 6 ou 5 mm
- 2130 x 1100 x 6 ou 5 mm
- 1830 x 1100 x 6 ou 5 mm
- 1220 x 1100 x 6 ou 5 mm

Tintas

A pintura é feita através de pistola, sendo mais utilizadas as tintas:

- Alumilack ref. - 98010
- Cromato de Zinco ref. - 98701
- Coralfer ref. - 16
- Coralfer Cinza ref. - 51
- Preto Fosco ref. - 412

SISTEMA DE ARMAZENAGEM DA MATÉRIA PRIMA

As chapas de aço e barras de aço redondas são engraxadas e armazenadas em galpão, juntamente com as telhas de fibrocimento em seus devidos locais. No almoxarifado é armazenado os eletrodos de soldagem e as tintas.

SISTEMA DE ALMOXARIFADO

Não existe um lay-out padronizado no almoxarifado. O material é posto em prateleiras estantes. Os eletrodos de soldagem, tintas, parafusos e materiais secundários são os principais materiais do almoxarifado.

CONTROLE DO ALMOXARIFADO

Para controlar as saídas e entradas de material no almoxarifado, é utilizado uma ficha de Kardek. O chefe de uma seção pesquisa o material. O almoxarifado entrega o material requisitado e, controla sua saída na ficha de Kardek. O mesmo é feito quando da entrada de materiais no almoxarifado.

TRABALHOS ACOMPANHADOS E EXECUTADOS NA EMPRESA

Acompanhei trabalhos na linha de produção e montagem de Estruturas Metálicas.

Linha de produção

Na sala de projeto é elaborado o plano de corte e este enviado para o setor de corte e dobramento. O corte é feito em guilhotinas e estas estão dispostas em série com a prensa viradeira, ou seja, guilhotina-guilhotina-prensa viradeira. Após o corte, as tiras de chapas passam pela prensa viradeira, onde recebem a conformação do perfil desejado.

Os perfis mais utilizados na Empresa são: perfil em "U" e perfil em "L".

A etapa seguinte consiste na empalmação, que é a arrumação da estrutura nos termos do projeto. Na empalmação os componentes estruturais, como: diagonais, montantes, banzo superior, banzo inferior são ponteados. Estes componentes arrumados e ponteados, são chamados de elemento estrutural. O elemento estrutural passa para o setor de gabaritação. A estrutura mãe, que é o primeiro elemento estrutural ponteados é colocado sobre gabaritos onde recebem o trabalho de soldagem. Após esta operação todos os outros componentes estruturais serão empalmados, ponteados e soldados sobre a estrutura mãe. Depois da soldagem de todos os elementos estruturais, estes passam ao setor de pintura. No setor de pintura é feita uma inspeção visual, para que seja iniciada a pintura. Posteriormente a pintura os elementos estruturais vão para o setor de pesagem. A balança utilizada é a decimal, também chamada de balança romana. Após a pesagem passam para o estoque de produto acabado.

Guilhotinas

A guilhotina é acionada por motor elétrico. O corte é executado pela lâmina de corte e esta movida por eixo excêntrico comandado por conjunto, polias-correias, ligado ao motor elétrico. As guilhotinas utilizadas são: TM-6, com capacidade para chapas de 3.000

milímetros e bitola de 6,4 milímetros e TM-9, com capacidade para chapas de 2.000 milímetros e bitola também de 6,4 milímetros, ambas da Newton.

Prensa viradeira

A prensa viradeira é semelhante à guilhotina; acionada por motor elétrico e a dobragem é feita pela lâmina de dobragem que é movida por eixo excêntrico acoplado pelo conjunto polias-correias-motor.

A prensa viradeira utilizada é a VM, com capacidade para chapas de 4.000 milímetros e bitola de 6,4 milímetros, da Cruaães.

Montagem

Todos os componentes e elementos estruturais, como também, telhas, são transportados por viaturas da própria Empresa.

A equipe de montagem acompanha todo o carregamento e ao chegar à obra, são iniciados os trabalhos de montagem.

A Empresa já recebe executadas todas as etapas de infra-estrutura necessárias ao início da montagem propriamente dita. Esta infra-estrutura referida é, naturalmente, inspecionada pelo Engenheiro da Empresa.

Primeiramente, são montados os elementos estruturais e terças. As terças são componentes que recebem as telhas e estão dispostas ao longo do galpão, dando amarração aos elementos estruturais. A seguir, são montados os contraventos e tirantes. Após esta fase, é dada à estrutura, o alinhamento respectivo, passando à cobertura do galpão.

A montagem é relativamente rápida; são necessários cerca de 15 dias úteis para a execução de um galpão de 20 metros de vão por 50 metros de comprimento, operando com uma equipe de 4 montadores.

FLUXOGRAMA DE PRODUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE



TRABALHOS EXECUTADOS

Os trabalhos que executei na Empresa, foram no setor de projetos, mais propriamente, em cálculos de estruturas metálicas. Executei cálculos de tesouras simples treliçada e marquises simples com calha. (anexo 2) ; (anexo 3)

Para os cálculos, inicialmente são necessários valores como: peso próprio da estrutura, peso próprio da telha, e sobrecargas.

O peso próprio da telha é obtido através de catálogos fornecido pelo fabricante. O peso próprio da estrutura e sobrecarga são estimados pelo calculista, inicialmente através de uma simulação teórica.

Estes valores dependem muito da espreiência do calculista, e de orientações que encontramos na bibliografia específica.

As sobrecargas variam com o vão, ação do vento, esforços dinâmicos, uso etc. Este superdimensionamento determinará um aumento na solidez dos elementos e componentes, que levamos em conta não só para melhorar a segurança da estrutura, como para uma maior longevidade.

Vão

Considerando o vão, existe uma faixa limitação: de 0 a 25 m a carga é estimada na base de 10 Kgf/m², e maior de 25 m a base é de 15 Kgf/m². Essa estimativa, é adotada para condições normais de ação do vento, esforços dinâmicos e utilização sem riscos humanos.

Ação do vento

A ação dos ventos mais importante, é a que atua de baixo para cima da estrutura, ou seja, formando um coxim suspensório em toda a cobertura, sem referir a ação de arrastamento. Quando se trabalha com marquise, a ação de levantar a estrutura é a que mais interessa, existindo tabelas específicas para esse tipo de so

licitação. É levado em conta, na marquise, a área em balanço da estrutura.

Não existe tabela específica para os outros tipos de estruturas mas, na prática, é feita uma consideração empírica e arbitrária, levando-se em conta a localização da obra, isto é, se exposta ou não a ventos velozes.

Esfôrços dinâmicos

Para os esfôrços dinâmicos é considerado pêsos e movimentação dos montadores, e depois, qualquer outra atividade sobre a estrutura como: manutenção, reparos, conservação ou limpeza.

Uso

Na utilização é considerado o fator risco humano. Estruturas são adquiridas para cobertura de lojas, hospitais, depósitos, etc e a sobrecarga calculada na estrutura de um hospital deverá ser maior do que a utilizada, por exemplo, em um depósito qualquer, de pequena frequência humana.

Para o pêsos próprio da estrutura, o processo inicial é estimar um pêsos aproximado qualquer, por metro quadrado de aço a usar. Diante disso, se faz todo o dimensionamento da estrutura e com o auxílio do pêsos específico da chapa de aço e a quantidade a ser aplicada, se faz a revisão do pêsos, anteriormente conseguido na simulação teórica, de toda a estrutura. Dividindo-se este pela área do galpão ou estrutura qualquer, se tem o pêsos próprio por metro quadrado. Se este for menor, deve-se rever os cálculos com o pêsos próprio adquirido. Este processo é feito até se chegar a uma aproximação razoável entre os dois valores, e este será o pêsos próprio definitivo, para cálculos de produção e de custos.

Após a pintura a estrutura vai para seção de pesagem, (ver fluxograma), assim sendo se tem a noção exata do seu pêsos. Esta estrutura dentro das suas características, serve como padrão para cálculos posteriores.

CÁLCULO DE UMA TESOURA SIMPLES TRELIÇADA COM CALHA

Estimados

Pêso próprio da estrutura	- 06 Kgf/m ²
Pêso próprio da telha	- 18 Kgf/m ²
Sobrecargas	- <u>10 Kgf/m²</u>
Total	- 34 Kgf/m ²

Determinação do número de terças

A telha utilizada é a de fibrocimento com 6mm de espessura e 1830 mm de comprimento, tendo comprimento útil de 1690 mm, por 1100 mm de largura.

$$\text{N}^{\circ} \text{ de terças} = \frac{\text{comprimento do local das terças}}{\text{comprimento útil da telha}}$$

$$\text{N}^{\circ} \text{ de terças} = \frac{5229}{1700}$$

$$\text{N}^{\circ} \text{ de terças} = 3,08$$

Utiliza-se 4 (quatro) terças com a comeeira.

Área de atuação das terças

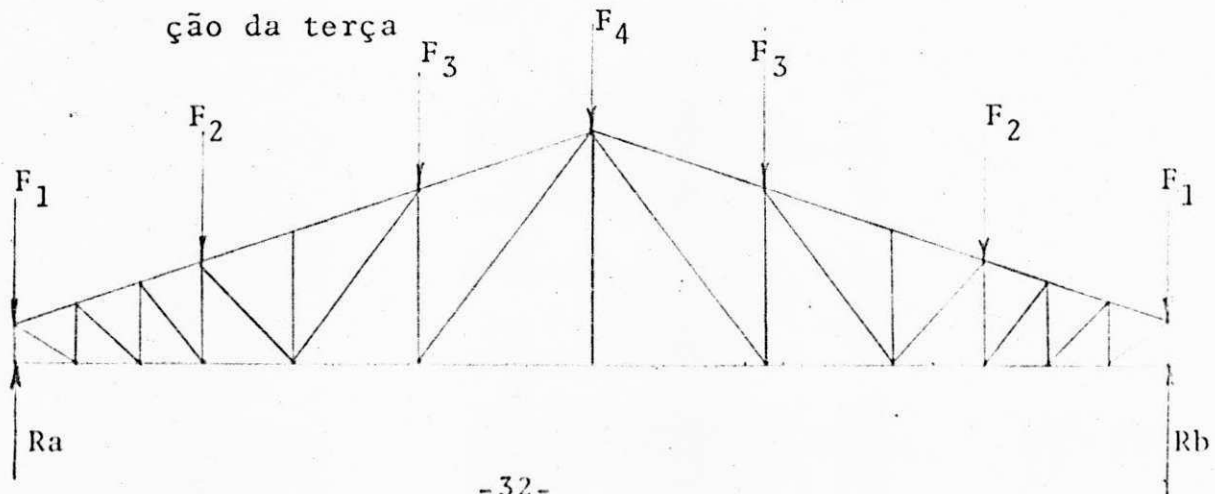
As terças atuam sobre dois elementos estruturais e normalmente sobre um montante. A área, para base de cálculos de uma terça, compreende a distância entre dois elementos estruturais, pelo espaçamento entre duas terças.

$$S' = (4,20 \times 1,70) \text{ m}^2$$

$$S' = 7,14 \text{ m}^2$$

Força atuante de cada terça

F = total da carga atuante por metro quadrado x área de atuação da terça



$$F_1 = 34 \text{ Kgf/m}^2 \times \frac{7,14}{2} \text{ m}^2$$

$$F_1 = 121,38 \text{ Kgf}$$

No cálculo de F_1 , o valor da área foi reduzida na metade, devido a F_1 atuar somente na metade da área. (beiral).

A força F_1 deverá ser acrescida, pois na extremidade da estrutura existe um beiral com calha. A força F_1 será a crescida de peso equivalente a dois homens. (140 Kgf).

$$F_1 = (121,38 + 140,00) \text{ Kgf}$$

$$F_1 = 261,38 \text{ Kgf}$$

$$F_2 = 34 \text{ Kgf/m}^2 \times 7,14 \text{ m}^2$$

$$F_2 = 242,76 \text{ Kgf}$$

$$F_3 = 34 \text{ Kgf/m}^2 \times 7,14 \text{ m}^2$$

$$F_3 = 242,76 \text{ Kgf}$$

$$S'_4 = \frac{7,14}{2} \text{ m}^2 + (0,15 \times 4,20) \text{ m}^2$$

$$S'_4 = 4,20 \text{ m}^2$$

$$F_4 = 34 \text{ Kgf/m}^2 \times 4,20 \text{ m}^2$$

$$F_4 = 142,80 \text{ Kgf}$$

No cálculo da força F_4 , o valor da área foi mu dado devido a atuação de F_4 na comeeira. Na comeeira existem duas terças e deve-se levar em consideração, passam F_4 ao dobro do seu valor.

$$F_4 = (142,80 + 142,80) \text{ Kgf}$$

$$F_4 = 285,60 \text{ Kgf}$$

Determinação das reações de apoio

Como a tesoura é simétrica, os cálculos ficam reduzidos ao somatório de todas as forças que atuam na elemento es trutural e sua divisão por dois.

$$R_a + R_b = (F_1 + F_2 + F_3 + F_4) \times 2 = 1919,44 \text{ Kgf}$$

$$R_a = 889,72 \text{ Kgf} \quad e \quad R_b = 889,72 \text{ Kgf}$$

Método do Cremona

O Cremona, como é chamado popularmente, é um mé

todo gráfico de determinação de esforços dos componentes de uma estrutura treliçada. É um método prático e de rápida solução, querendo, apenas, boa precisão na elaboração do gráfico. Entretanto, com o avanço tecnológico eletrônico, o método está sendo abandonado e substituído por outros analíticos, empregando calculadoras programáveis. (ver anexo 4).

Pelo método do Cremona encontramos os seguintes componentes, que receberam maiores solicitações:

$$\text{No banso superior} - \overline{CI} = F_{\text{trabalho}} = 2850 \text{ Kgf (compressão)}$$

$$\text{No montante} - \overline{DF} = F_{\text{trabalho}} = 959,72 \text{ Kgf (compressão)}$$

Dimensionamento e perfil utilizado

O perfil padrão para os bansos, inferior e superior, é o perfil em "U".

Normalmente os montantes e diagonais em uma estrutura metálica, tem como perfil padrão o perfil em "L" de abas-iguais; mas devido a considerações de estética, para os montantes e diagonais nessa estrutura, foi escolhido o perfil em "U".

Estimativa da área

Para o banso superior: (compressão)

$$\text{adm} = 1400 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$\text{adm} = \frac{\text{escoamento}}{n} = \frac{2800}{2}$$

$$\text{adm} = 1400 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$S = \frac{2850 \text{ Kgf}}{1400 \text{ Kgf/cm}^2}$$

$$S = 2,04 \text{ cm}^2$$

As chapas mais utilizadas em estruturas metálicas de pequeno e médio porte são as seguintes:

$$\# 14 = 1,90 \text{ mm}$$

$$\# 11 = 3,04 \text{ mm}$$

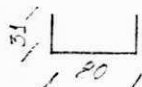
$$\# 13 = 2,28 \text{ mm}$$

$$3/16 = 4,76 \text{ mm}$$

$$\# 12 = 2,66 \text{ mm}$$

Em cordões de solda (bansos), geralmente não se usa chapa \neq 14 (2,00 mm). Essa exigência é evidenciada pela necessidade de se ter cordões mais resistentes à ação da chuva ou qualquer tipo de desgaste. Partirei para o dimensionamento do perfil utilizando a chapa \neq 13 (2,28 mm).

Admitindo:



\neq 13 (2,28 mm) para o cálculo da área:

$$S = 0,228 \times (8 + 6,2)$$

$$S = 3,2 \text{ cm}^2$$

Quando a estrutura está solicitada à compressão, devemos levar em conta o coeficiente de esbeltez.

$$\lambda = L / i_{\text{mín}}$$

onde: L = comprimento da semi-viga em questão
 $i_{\text{mín}}$ = raio de giração mínimo

Para o perfil:



$$i_x = 0,38 \times h = 0,38 \times 80 = 30,4 \text{ mm}$$

$$i_y = 0,28 \times b = 0,28 \times 31 = 8,68 \text{ mm}$$

$$L = 843 \text{ mm (pelo anexo)}$$

$$\lambda = 843 / 8,68$$

$$\lambda = 97,12$$

O coeficiente de esbeltez apresenta dois casos distintos:

1º caso: Se $\lambda \leq 105$

$$f_1 = 1200 - 0,023 \times \lambda^2 \text{ Kgf/cm}^2$$

2º caso: Se $\lambda \geq 105$

$$f_1 = 10363000 / \lambda^2 \text{ Kgf/cm}^2$$

Portanto:

$$f_1 = 1200 - 0,023 \times (97,12)^2$$

$$f_1 = 983,06 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$f_{\text{trabalho}} = F_{\text{trabalho}} / \text{Área(chapa utilizada)} = 2850 / 3,20$$

$$f_{\text{trabalho}} = 892,0 \text{ Kgf/cm}^2$$

Comparando temos: $f_{\text{trabalho}} < f_1$; portanto o perfil é resistente. A resistência do cordão está no limite. Isso é um tanto arriscado para a estrutura. Adotei chapa \neq 12 por apresentar maior

segurança.

Admitindo:

Chapa # 12 (2,66 mm) para o cálculo da área:

$$S = 0,266 \times (8 + 6,2) \text{ cm}^2$$

$$S = 3,80 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{\text{trabalho}} = 2850/3,80$$

$$\sigma_{\text{trabalho}} = 757,37 \text{ Kgf/cm}^2$$

Como o coeficiente de esbeltez permanece o mesmo, temos a comparação

$$\sigma_{\text{trabalho}} < f_1$$

$$757,37 < 983,06$$

O perfil acima apresenta maior segurança. Este perfil será utilizado no bando inferior e superior.



Para os montantes de fechamento:

$$F_{\text{trabalho}} = 959,72 \text{ Kgf}$$

$$L = 150 \text{ mm}$$

Estimando a área:

$$\sigma_{\text{adm}} = 1400 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$F_{\text{trabalho}} = 959,72 \text{ Kgf}$$

$$S = 959,72/1400$$

$$S = 0,685 \text{ cm}^2$$

Admitindo:

Chapa # 14 (1,90 mm) e perfil



Área: $S = 0,19 \times (7,4 + 6)$

$$S = 2,55 \text{ cm}^2$$

Coeficiente de esbeltez:

$$\lambda = L/i_{\text{mín}}$$

$$i_x = 0,38 \times h = 0,38 \times 74$$

$$i_x = 28,12 \text{ mm}$$

$$i_y = 0,28 \times b = 0,28 \times 30$$

$$i_y = 8,40 \text{ mm}$$

$$\lambda = 17,86$$

$$\lambda = 150/8,40$$

Como $\lambda \leq 105$

$$f_1 = 1200 - 0,023 \times (17,86)^2$$

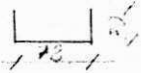
$$f_1 = 1.192,66 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$\sigma_{\text{trabalho}} = F_{\text{trabalho}}/\text{área} = 959,72/2,68$$

$$\sigma_{\text{trabalho}} = 358,10 \text{ Kgf/cm}^2$$

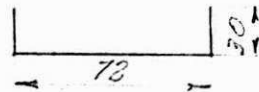
Comparando:

$\sigma_{\text{trabalho}} < \sigma_{fl}$; conclui-se que o perfil é resistente.



O perfil acima é resistente as solicitações e poderá ser utilizado; mas para efeito de diminuição de trabalho, ou seja, possível troca de material, a chapa que utilizei foi a mesma dos cordões (bansos).

Chapa # 12 (2,66 mm) e perfil



Para o restante da estrutura poderá ser utilizado a chapa # 14 (1,90 mm); com perfil igual ao mostrado acima.

Cálculo das terças

Largura de atuação das terças = 1,70 m

Carga total: 34 Kgf/m²

Vão dos apoios: 4,20 m

$q = \text{carga total} \times \text{largura de atuação da terça mais solicitada}$
 $= 34 \text{ Kgf/m}^2 \times 1,7 \text{ m}$ $q = 57,80 \text{ Kgf/m}$

No cálculo das terças é necessário levar em conta duas hipóteses:

- 1ª. Levando em consideração a carga total da estrutura;
- 2ª. levando em consideração, o peso próprio da estrutura, peso próprio da telha e carga pontual, proveniente de esforços dinâmicos. A carga pontual, é arbitrária e correspondendo, no caso, a dois homens. (140 Kgf).

Momento fletor considerando a carga total

$$M_f = \frac{q \times (l)^2}{8} = 57,80 \times (4,20)^2 / 8 \quad M_f = 127,45 \text{ Kgf.m}$$

Momento fletor considerando, p.p. da estrutura e p.p. da telha

Carga do p.p. da estrutura e telha = 24 Kgf/m²

Vão dos apoios = 4,20 m

Largura de atuação das terças = 1,70 m

$$q = 24 \text{ Kgf/m}^2 \times 1,7 \text{ m}$$

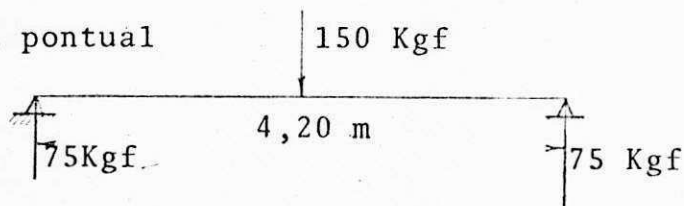
$$q = 40,8 \text{ Kgf/m}$$

Momento fletor máximo

$$M_f = \frac{q \times (l)^2}{8} = 40,8 \times (4,20)^2 / 8$$

$$M_f = 89,96 \text{ Kgfm}$$

Considerando a carga pontual



Carga pontual = 150 Kgf

Vão dos apoios = 4,20 m

Momento fletor máximo

$$M_f^A = 75 \text{ Kgf} \times 4,20 \text{ m} - 150 \text{ Kgf} \times 2,10 \text{ m}$$

$$M_f^A = 0$$

$$M_f^B = 150 \text{ Kgf} \times 2,10 \text{ m}$$

$$M_f^B = 315 \text{ Kgfm}$$

$$M_f^C = 75 \text{ Kgf} \times 4,20 \text{ m} - 150 \text{ Kgf} \times 2,10 \text{ m}$$

$$M_f^C = 0$$

Momento fletor máximo total

$$M_{ft} = 315 \text{ Kgfm} + 89,96 \text{ Kgfm}$$

$$M_{ft} = 404,96 \text{ Kgfm}$$

Comparando as hipóteses

1ª. $M_f = 127,45 \text{ Kgfm}$

2ª. $M_{ft} = 404,96 \text{ Kgfm}$

Conclui-se que o momento fletor máximo admitido para o cálculo, será o da 2ª hipótese, onde apresenta maior solicitação.

Momento resistente

$$W = \frac{M_f}{\sigma_{adm}} \quad ; \quad \text{onde :}$$

$$\sigma_{adm} = 1400 \text{ Kgf/cm}^2$$

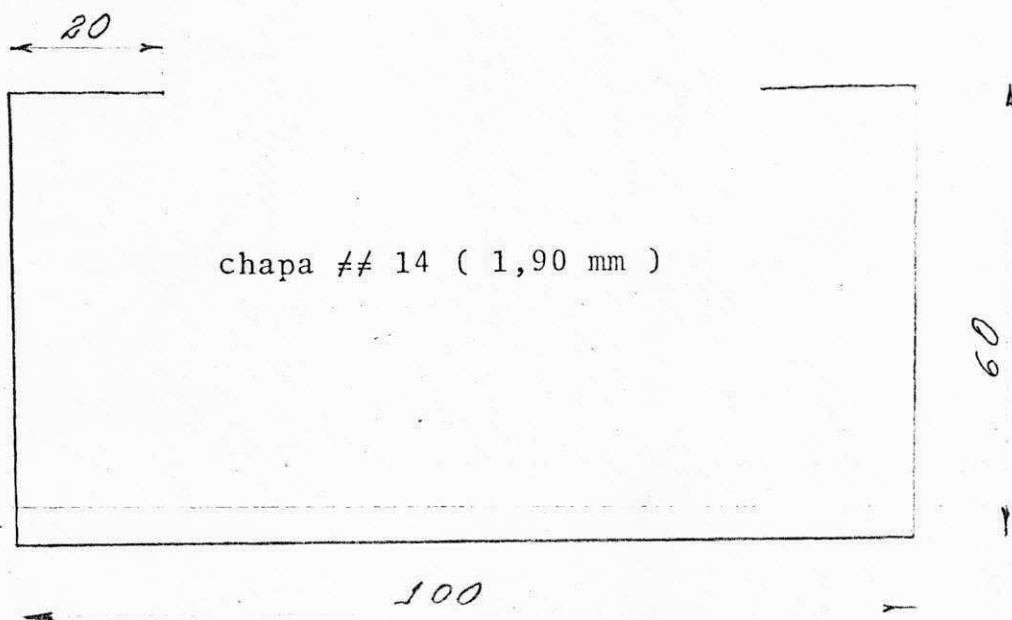
$$M_f = 404,96 \text{ Kgfm}$$

$$W = 404,96 / 14$$

$$W = 28,93 \text{ cm}^3$$

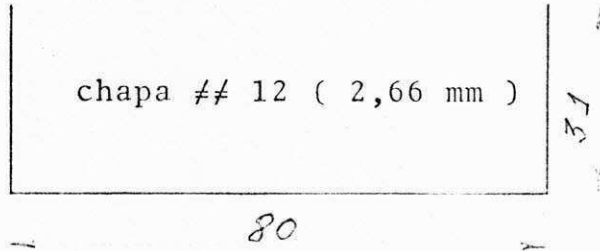
Pela tabela em anexo temos o seguinte perfil:

O perfil padrão para as terças é o perfil em "C", portanto na sua representação fica:

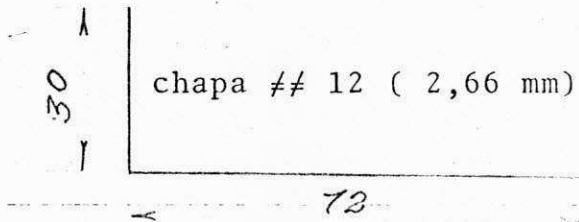


Em resumo temos:

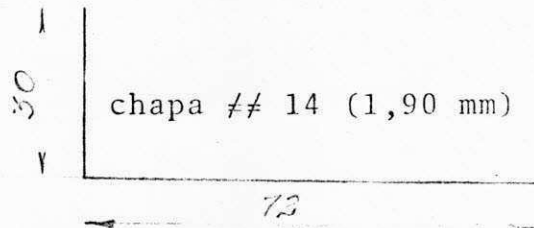
Para os cordões(bansos):



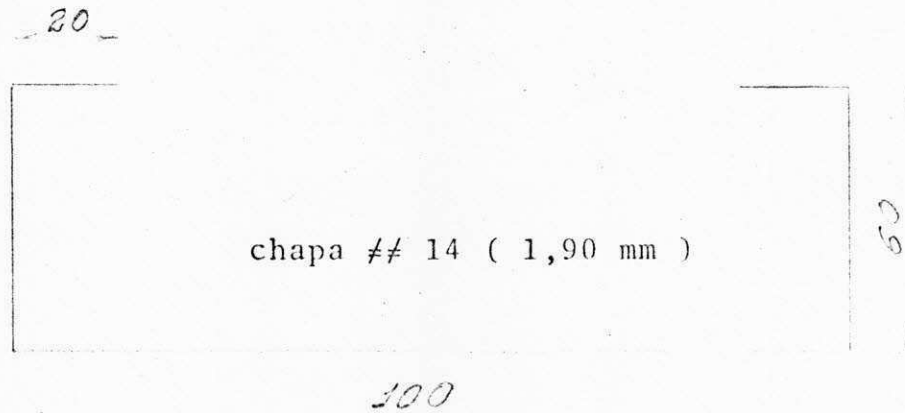
Montantes de fechamento:



Montantes e diagonais:



Terças:



Cálculo das calhas

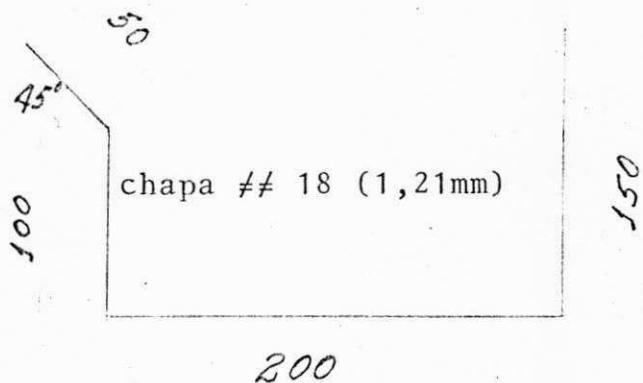
Para o cálculo das calhas, determina-se a área de cobertura (m^2) onde irá atuar a carga. Com este dado, entra-se em uma tabela adequada e encontra-se a área mínima necessária para a capacidade da calha. (anexo 5).

Determinação da área

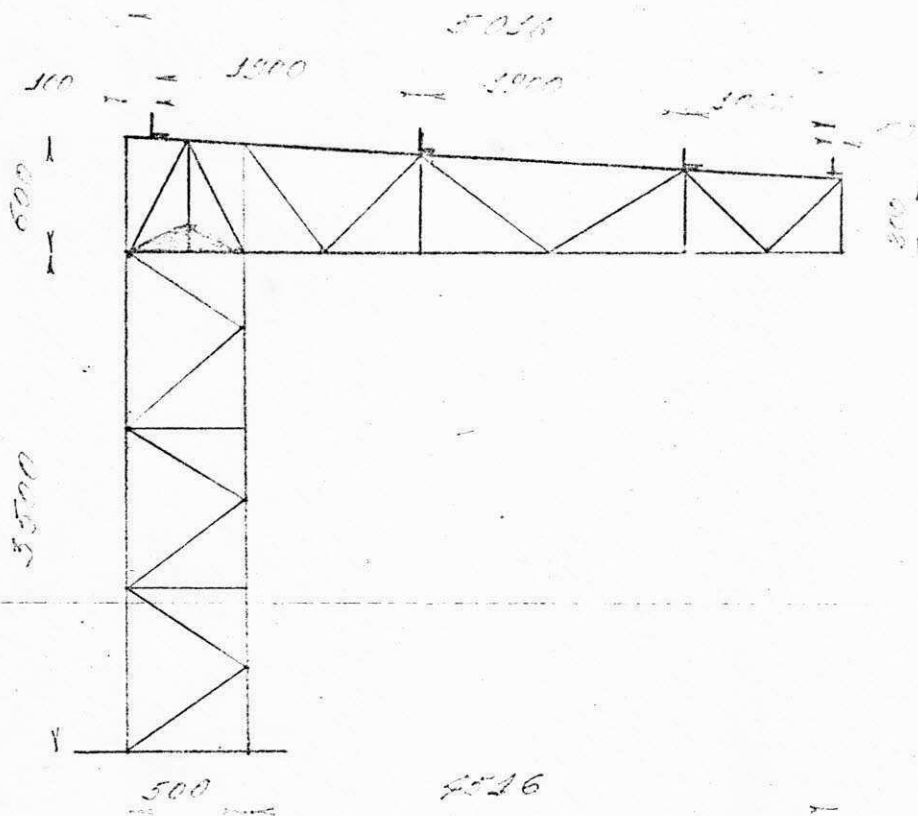
$$S_{\text{atuação}} = 13,40\text{m} \times 5,23 \text{ m}$$

$$S_{\text{atuação}} = 70,08\text{m}^2$$

Portanto o perfil adequado tem as seguintes dimensões:



CÁLCULO DE UMA MARQUISE SIMPLES COM CALHA



Estimados

Pêso próprio da estrutura	- 06 Kg/m ²
Pêso próprio da telha	- 03 Kg/m ² (alumínio)
Sobrecargas	- 10 Kg/m ²
Total	- 19 Kg/m ²

Determinação do número de terças

A telha utilizada é de alumínio de forma em canalizada, com 0,5 mm de espessura, 6000 mm de comprimento e largura útil de 1056 mm

$$\text{Nº de terças} = \frac{\text{comprimento do local das terças}}{\text{comprimento útil da telha}}$$

Neste caso, o comprimento útil da telha será igual ao maior comprimento útil de uma telha de fibrocimento em média com o menor comprimento útil dessa mesma telha. $(1900 \text{ mm} + 1066 \text{ mm}) / 2$

$$\text{Nº de terças} = \frac{5000}{1483}$$

$$\text{Nº de terças} = 3,38$$

$$\text{Nº de terças} = 04$$

Área de atuação das terças

As terças atuam sobre dois elementos estruturais e normalmente sobre um montante. A área para base de cálculos de uma terça compreende a dois elementos estruturais, pelo espaçamento entre duas terças.

Espaçamento

$$\begin{aligned} EF_1 &= (1900/2) \text{ mm} + 100 \text{ mm} & EF_1 &= 1050 \text{ mm} \\ EF_1 &= 1,05 \text{ m} \\ EF_2 &= 1900 \text{ mm} & EF_2 &= 1,90 \text{ m} \\ EF_3 &= (1900/2) \text{ mm} + (1066/2) \text{ mm} & EF_3 &= 1483 \text{ mm} \\ EF_3 &= 1,48 \text{ m} \\ EF_4 &= (1066/2) \text{ mm} & EF_4 &= 583 \text{ mm} \\ EF_4 &= 0,58 \text{ m} \end{aligned}$$

Distância entre dois elementos estruturais

$$D = 8000 \text{ mm} \qquad D = 8,0 \text{ m}$$

Área

$$\begin{aligned} AF_1 &= (8,0 \times 1,05) \text{ m} & AF_1 &= 8,4 \text{ m}^2 \\ AF_2 &= (8,0 \times 1,90) \text{ m} & AF_2 &= 15,20 \text{ m}^2 \\ AF_3 &= (8,0 \times 1,48) \text{ m} & AF_3 &= 11,84 \text{ m}^2 \\ AF_4 &= (8,0 \times 0,58) \text{ m} & AF_4 &= 4,64 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Levando em consideração a ação do vento

Pela norma ABNT- NB -599/78, a solicitação provocada pela ação do vento neste caso vale:

$$\begin{aligned} &= 36 \text{ Kgf/m}^2 \quad ; \text{ diminuindo os pesos constantes temos:} \\ &= \text{solicitação do vento} - \text{peso próprio da telha} - \text{peso próprio da estrutura} \\ &= 36 \text{ Kgf/m}^2 - 03 \text{ Kgf/m}^2 - 06 \text{ Kgf/m}^2 \\ &= 27 \text{ Kgf/m}^2 \end{aligned}$$

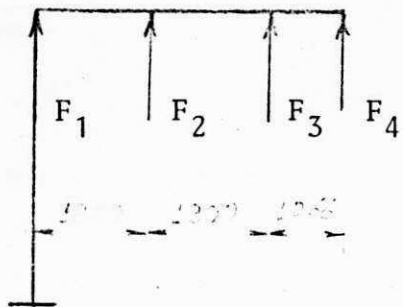
Comparando

$$= 27 \text{ Kgf/m}^2 > = 19 \text{ Kgf/m}^2$$

Sendo assim, o esfoço provocado pela ação do vento é maior do que as solicitações gravitacionais. No cálculo tirei como

base a ação do vento.

Esforços atuantes devido a ação do vento



$$\begin{aligned}
 F_1 &= 27 \text{ Kgf/m}^2 \times 8,40 \text{ m}^2 \\
 F_2 &= 27 \text{ Kgf/m}^2 \times 15,20 \text{ m}^2 \\
 F_3 &= 27 \text{ Kgf/m}^2 \times 11,86 \text{ m}^2 \\
 F_4 &= 27 \text{ Kgf/m}^2 \times 4,64 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_1 &= 226,80 \text{ Kgf} \\
 F_2 &= 410,40 \text{ Kgf} \\
 F_3 &= 320,22 \text{ Kgf} \\
 F_4 &= 125,82 \text{ Kgf}
 \end{aligned}$$

Momento fletor máximo

$$M_f^A = 125,82 \text{ Kgf} \times 5,016 \text{ m} + 320,22 \text{ Kgf} \times 3,80 \text{ m} + 410,40 \text{ Kgf} \times 1,90 \text{ m}$$

$$M_f^A = 2627,71 \text{ Kgfm}$$

Momento resistente

$$W = \frac{M_f^A}{\sigma_{adm}}$$

$$\sigma_{adm} = 1400 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$W = 2627,71/14$$

$$W = 187,69 \text{ cm}^3$$

Área do cordão

$$S = \frac{W}{h}$$

$$h = 600 \text{ mm}$$

$$h = 60 \text{ cm}$$

$$W = 187,69 \text{ cm}^3$$

$$S = 187,69/60$$

$$S = 3,13 \text{ cm}^2$$

O perfil padrão é o perfil em "U". O dimensionamento do perfil é feito por tentativa com base na área. Admitindo:



Chapa # 13 (2,28 mm)

Desenvolvimento do perfil

$$d = (80 + 31 + 31) \text{ mm}$$

$$d = 142 \text{ mm}$$

Área do perfil

$$S' = d \cdot e$$

$$S' = 323,76 \text{ mm}^2$$

$$S' = (142 \times 2,28) \text{ mm}^2$$

$$S' = 3,24 \text{ cm}^2$$

Comparando

$$S' > S$$

$$S = 3,13 \text{ cm}^2 \quad ; \quad S' = 3,24 \text{ cm}^2$$

Portanto o perfil é resistente.

A chapa utilizada já se encontra em limite de utilização em cordões de solda, como já foi mencionado anteriormente. (desgaste prematuro).

Somente para demonstrar a possibilidade de diminuição da bitola do perfil, em uma estrutura metálica, pode-se determinar a distância máxima de atuação do momento fletor máximo.

$$F_4 \cdot x + F_3 \cdot (x - 1,066) + F_2 \cdot (x - 2,966) + F_1 \cdot (x - 5,016) = 0$$

$$125,82 \cdot x + 320,22 \cdot (x - 1,066) + 410,40 \cdot (x - 2,966) + 226,80 \cdot (x - 5,016) = 0$$

$$125,82 \cdot x + 320,22 \cdot x - 341,35 + 410,40 \cdot x - 1217,25 + 226,80 \cdot x - 1137,63 = 0$$

$$x \cdot (125,82 + 320,22 + 410,40 + 226,80) = 341,35 + 1217,25 + 1137,63$$

$$x = \frac{2696,23}{1083,24}$$

$$x = 2,49 \text{ m}$$

$$x = 2,50 \text{ m}$$

$$x = 2500 \text{ mm}$$

Conclui-se que após 2,50 m de distância do ponto "A", o momento fletor é igual a zero e portanto poderia ser diminuído a espessura da chapa.

Cálculo da coluna

Para o cálculo é correto afirmar que o momento fletor máximo é transmitido para base da coluna. Portanto:

$$M_f^b = 2627,71 \text{ Kgf m}$$

Momento resistente

$$W = \frac{M_f}{\text{adm}}$$

$$W = 2627,71/14$$

$$\text{adm} = 1400 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$W = 187,79 \text{ cm}^3$$

Área do cordão

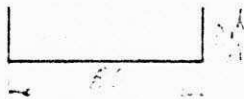
$$S = \frac{W}{h}$$

$$S = 187,69/350$$

$$h = 3500 \text{ mm}$$

$$S = 0,54 \text{ cm}^2$$

A área necessária ao perfil da coluna é menor que a dos elementos estruturais, mas por uma de segurança ao desgaste, estética, procurando também, evitar mudanças de perfil, foi que vi a necessidade de permanência dos perfis adotados nos elementos estruturais.



chapa # 13 (2,28 mm)

Cálculo do montante (compressão)

O montante, geralmente, é mais solicitado do que os diagonais; isto é verificado pelo entrelaçamento na estrutura e análise dos esforços atuantes.

$$F_5 = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 = 1083,24 \text{ Kgf}$$

$$F_{\text{sobre o mont.}} = F_5 + F'$$

$$F' = 19 \text{ Kgf/m}^2 \times AF_1 = 19 \times 8,4$$

$$F' = 159,60 \text{ Kgf}$$

$$F_{\text{sobre o mont.}} = (1083,24 + 159,60) \text{ Kgf}$$

$$F_{\text{sobre o mont.}} = 1242,84 \text{ Kgf}$$

A determinação do perfil é geralmente por tentativa. Para os montantes e diagonais, é notado a necessidade de aclopar estes, com o banso inferior e superior, sendo assim o perfil poderá ter as abas adotadas em perfis anteriores, ou seja 31 milímetros e a

altura da alma um pouco menor para o acoplamento e soldagem. Portanto:



chapa # 13 (2,28 mm)

Desenvolvimento do perfil

$$d = (72 + 31 + 31) \text{ mm}$$

$$d = 134 \text{ mm}$$

Área do perfil

$$S = d \times e$$

$$S = 305,52 \text{ mm}^2$$

$$S = (134 \times 2,28) \text{ mm}^2$$

$$S = 3,06 \text{ cm}^2$$

Fazendo a verificação do perfil escolhido

Coefficiente de esbeltez

$$\lambda = L/i_{\min}$$

$$i_x = 0,38 \times h = 0,38 \times 72 = 27,36 \text{ mm}$$

$$i_y = 0,28 \times b = 0,28 \times 31 = 8,68 \text{ mm}$$

$$L = 600 \text{ mm}$$

$$\lambda = 600/8,68$$

$$\lambda = 69,12$$

Comparando

$$\lambda < 105 \quad ; \quad \lambda = 69,12$$

Portanto, temos de utilizar a equação do 1º caso.

$$f_1 = 1200 - 0,023 \times (\lambda)^2 = 1200 - 0,023 \times (69,12)^2$$

$$f_1 = 1090,12 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$\sigma_{\text{trabalho}} = \frac{F_{\text{trabalho}}}{S}$$

$$\sigma_{\text{trabalho}} = 1242,84/3,06$$

$$\sigma_{\text{trabalho}} = 406,16 \text{ Kgf/cm}^2$$

Comparando

$$\sigma_{\text{trabalho}} < f_1$$

Portanto, o perfil é resistente.

Cálculo das terças

No cálculo das terças deve-se verificar quais os esforços que proporcionam maior solicitação, tendo que analisar a ação do vento, peso próprio da estrutura, peso próprio da telha, carga pontual, como também sobrecargas.

Esforços devido ao vento

Largura de atuação das terças = 1,9 m

Carga total: 27 Kgf/m²

Vão dos apoios: 8,0 m

$$q = 27 \text{ Kgf/m}^2 \times 1,9 \text{ m}$$

$$q = 51,3 \text{ Kgf/m}$$

Momento fletor considerando a carga total

$$M_f = \frac{q \times (l)^2}{8} = 51,30 \times (8,0)^2 / 8$$

$$M_f = 410,4 \text{ Kgf m}$$

Momento fletor considerando p.p. da estrutura e p.p. da telha

Carga do p.p. da estrutura e telha = 9 Kgf/m

Vão dos apoios = 8 m

Largura de atuação das terças = 1,90 m

$$q = 9 \text{ Kgf/m} \times 1,90 \text{ m}$$

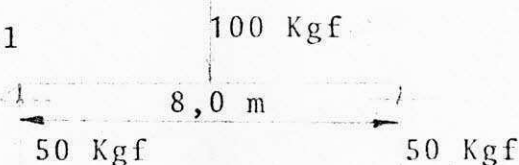
$$q = 17,10 \text{ kgf/m}$$

Momento fletor máximo

$$M_f = \frac{q \times (l)^2}{8} = 17,10 \times (8)^2 / 8$$

$$M_f = 136,80 \text{ Kgf m}$$

Considerando a carga pontual



Carga pontual = 100 Kgf

Vão dos apoios = 8,0 m

Momento fletor máximo

$$M_f^A = 50 \text{ Kgf} \times 8,0 \text{ m} - 100 \text{ Kgf} \times 4,0 \text{ m}$$

$$M_f^A = 0$$

$$M_f^B = 50 \text{ Kgf} \times 4,0 \text{ m}$$

$$M_f^B = 200 \text{ Kgf m}$$

$$M_f^C = 50 \text{ Kgf} \times 8,0 \text{ m} - 100 \text{ Kgf} \times 4,0 \text{ m} \quad M_f^C = 0$$

Momento fletor máximo total

$$M_{ft} = 200 \text{ Kgfm} + 136,80 \text{ Kgfm} \quad M_{ft} = 336,80 \text{ Kgfm}$$

Considerando os esforços normais

Largura de atuação das terças = 1,90 m

Carga total = 19 Kgf/m²

Vão dos apoios = 8,0 m

$$q = 19 \text{ Kgf/m}^2 \times 1,90 \text{ m}$$

$$q = 36,10 \text{ Kgf/m}$$

Momento fletor máximo

$$M_f = \frac{q \times (l)^2}{8} = 36,10 \times (8,0)^2 / 8$$

$$M_f = 288,80 \text{ Kgfm}$$

Comparando as hipóteses

$$1^a. M_f = 410,40 \text{ Kgfm}$$

$$2^a. M_{ft} = 336,80 \text{ Kgfm}$$

$$3^a. M_f = 288,80 \text{ Kgfm}$$

Conclue-se que o momento fletor máximo admitido para o cálculo, será o da 1ª hipótese, onde apresenta maior solicitação.

Momento resistente

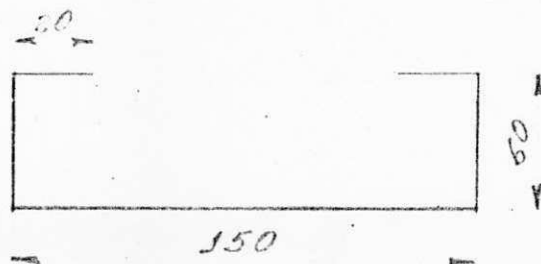
$$W = \frac{M_f}{\sigma_{adm}} \quad ; \quad \text{onde:} \quad \sigma_{adm} = 1400 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$M_f = 410,40 \text{ Kgfm}$$

$$W = 410,40 / 14$$

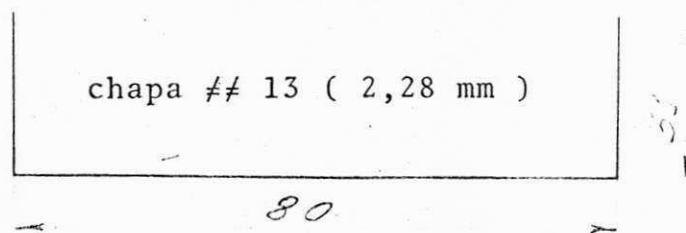
$$W = 29,30 \text{ cm}^3$$

Pela tabela em anexo, temos o seguinte perfil:

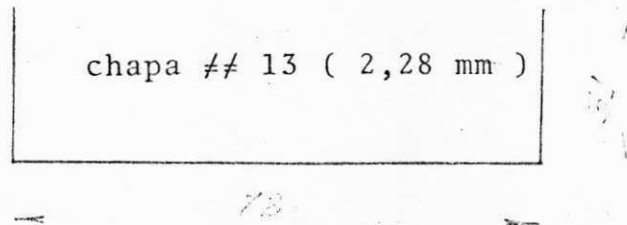


Em resumo, temos os seguintes perfis:

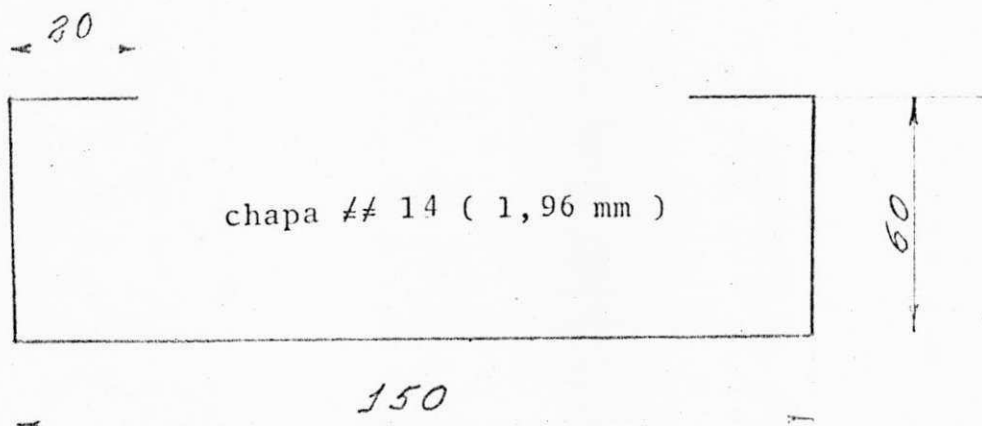
Para os cordões (bansos) da coluna e elementos estruturais:



Montantes e diagonais da coluna e elementos estruturais:



Para as terças:



Cálculo das calhas

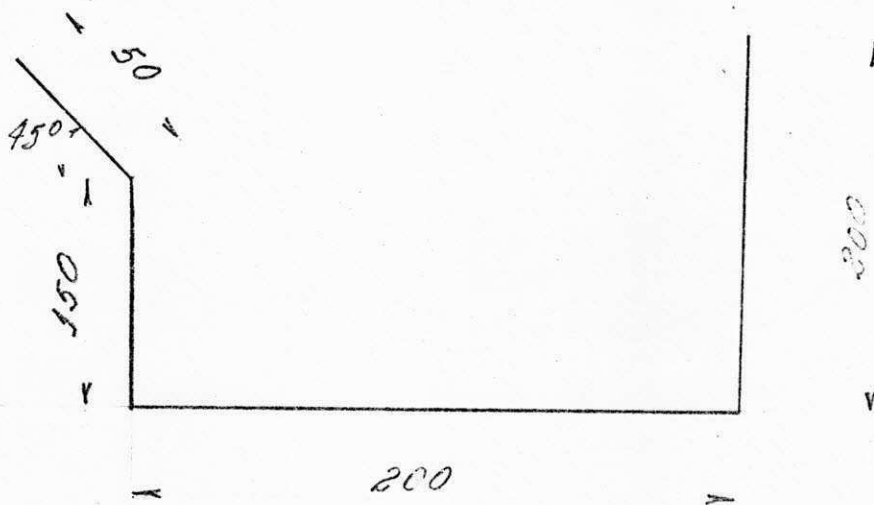
Para o cálculo das calhas, determina-se a área de cobertura (m^2) onde irá atuar a carga. Com este dado, entra-se em uma tabela adequada e encontra-se a área mínima necessária para a capacidade da calha. (anexo 5)

Determinação da área

$$S_{\text{atuação}} = 16,0\text{m} \times 5,0 \text{ m}$$

$$S_{\text{atuação}} = 80,0 \text{ m}^2$$

Portanto o perfil adequado tem as seguintes dimensões:



A N E X O 1

ESTRUTURAS METÁLICAS

— ARCOS

— TESOURAS

— SHEDS

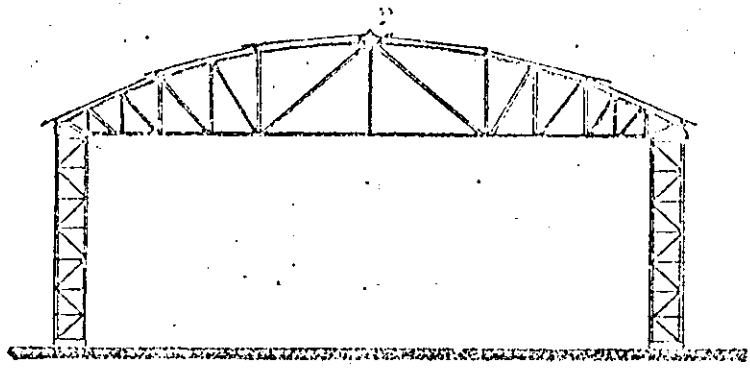
— MARQUISES

— ESTRUTURAS ESPACIAIS

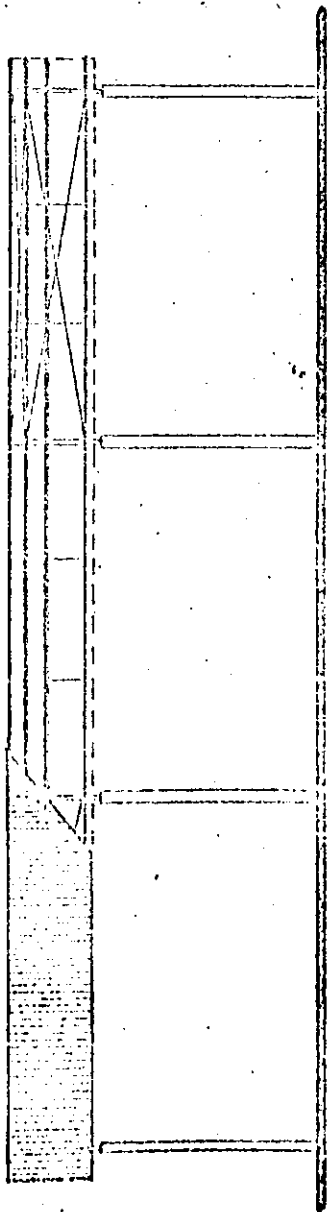
— DETALHES

CALDEIRARIA

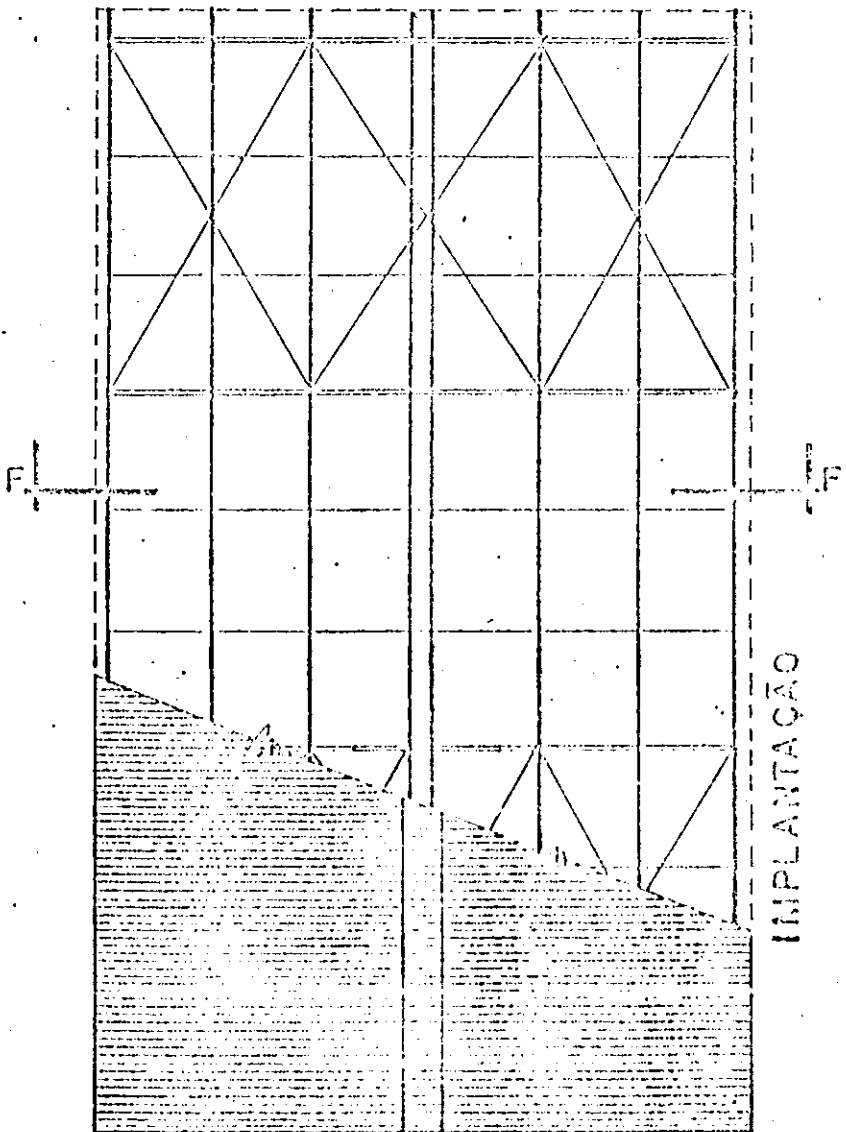
ARCO TRELIÇADO



CORTE-FF

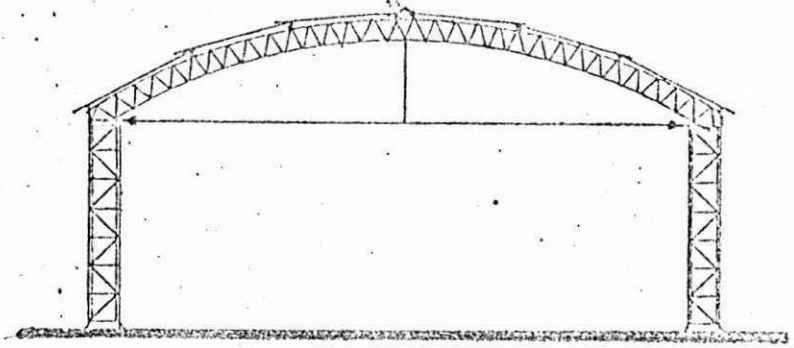


VISTA LATERAL



IMPLANTAÇÃO

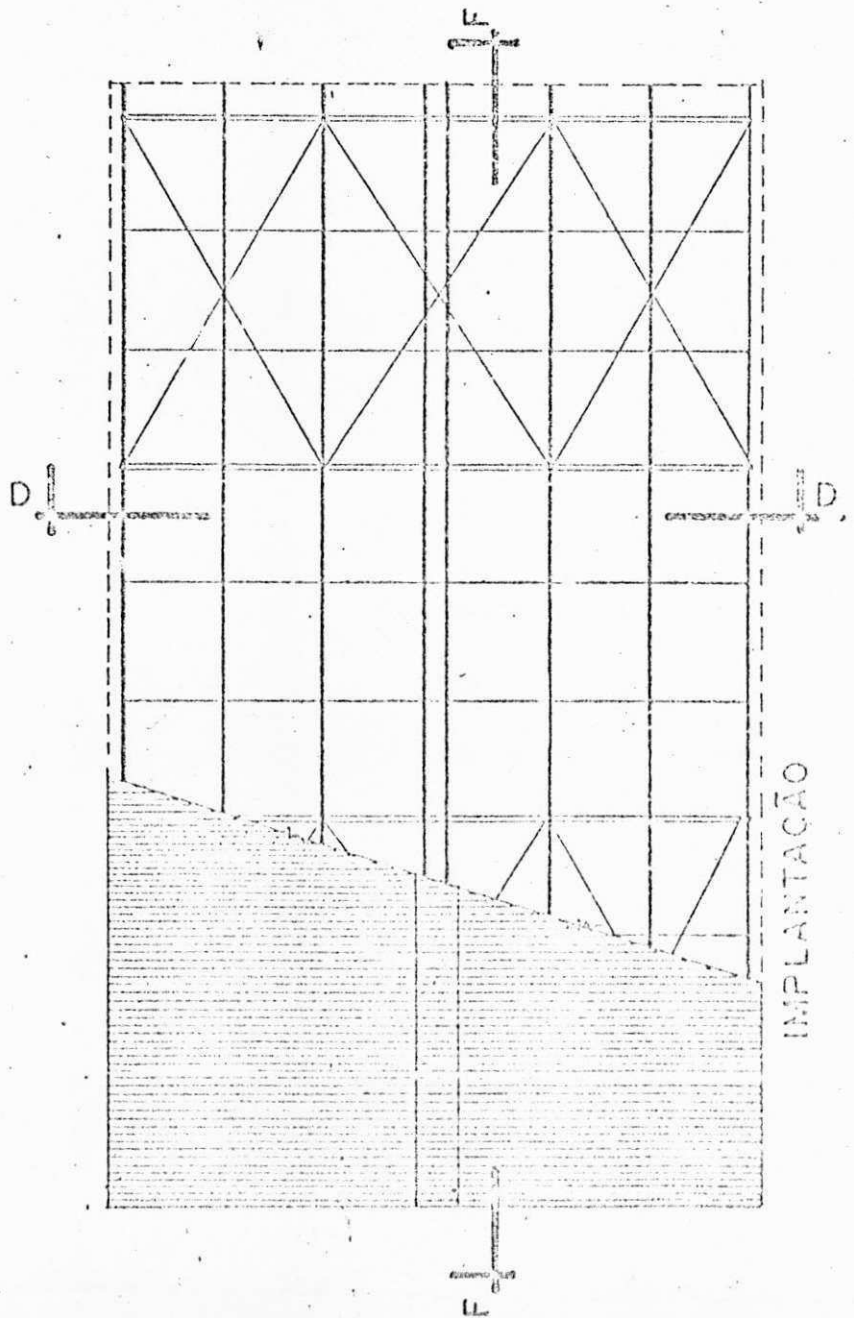
ARCO ATIRANTADO SIMPLES



CORTE-DD



VISTA LATERAL FF

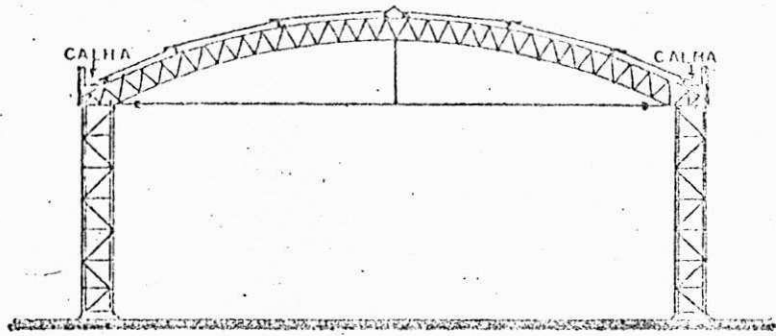


IMPLANTACÃO

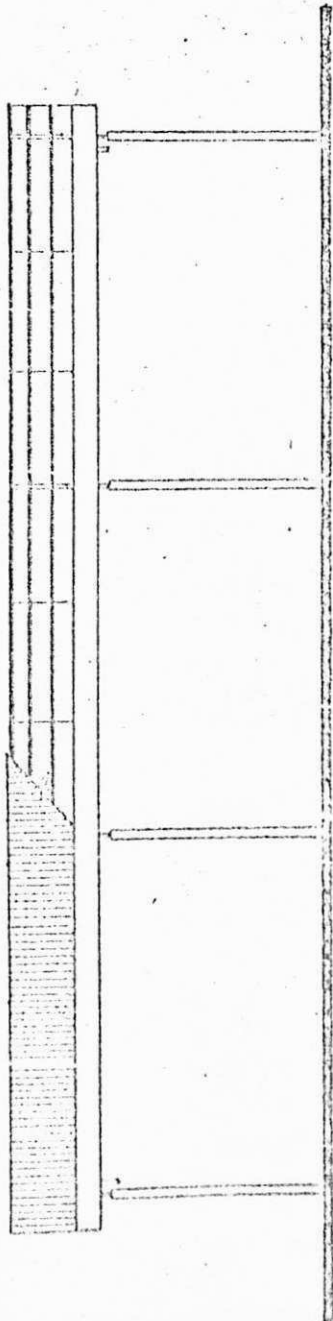


FUNDADA EM 1855

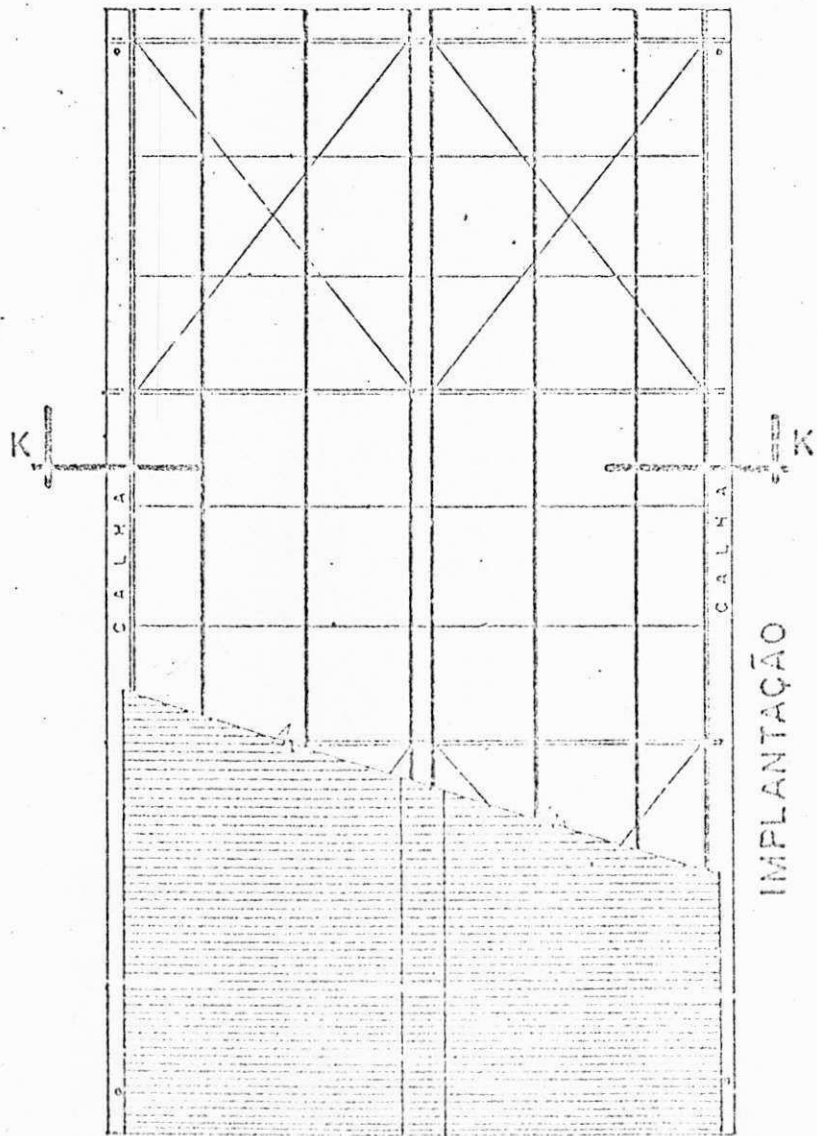
ARCO ATIRANTADO COM CALHA



CORTE-KK

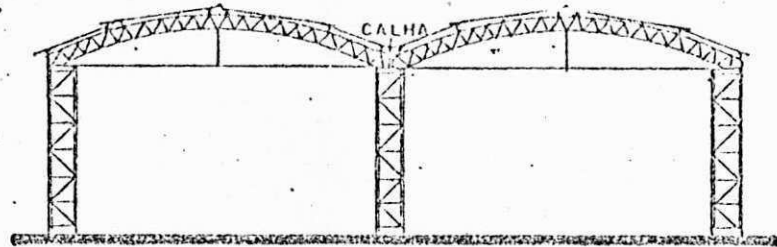


VISTA LATERAL

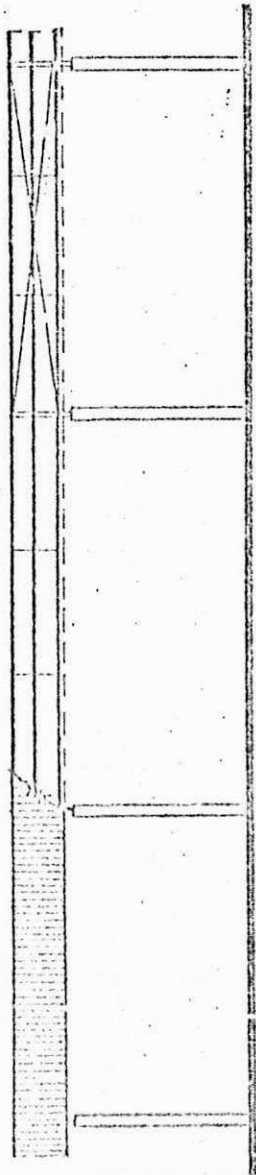


IMPLANTAÇÃO

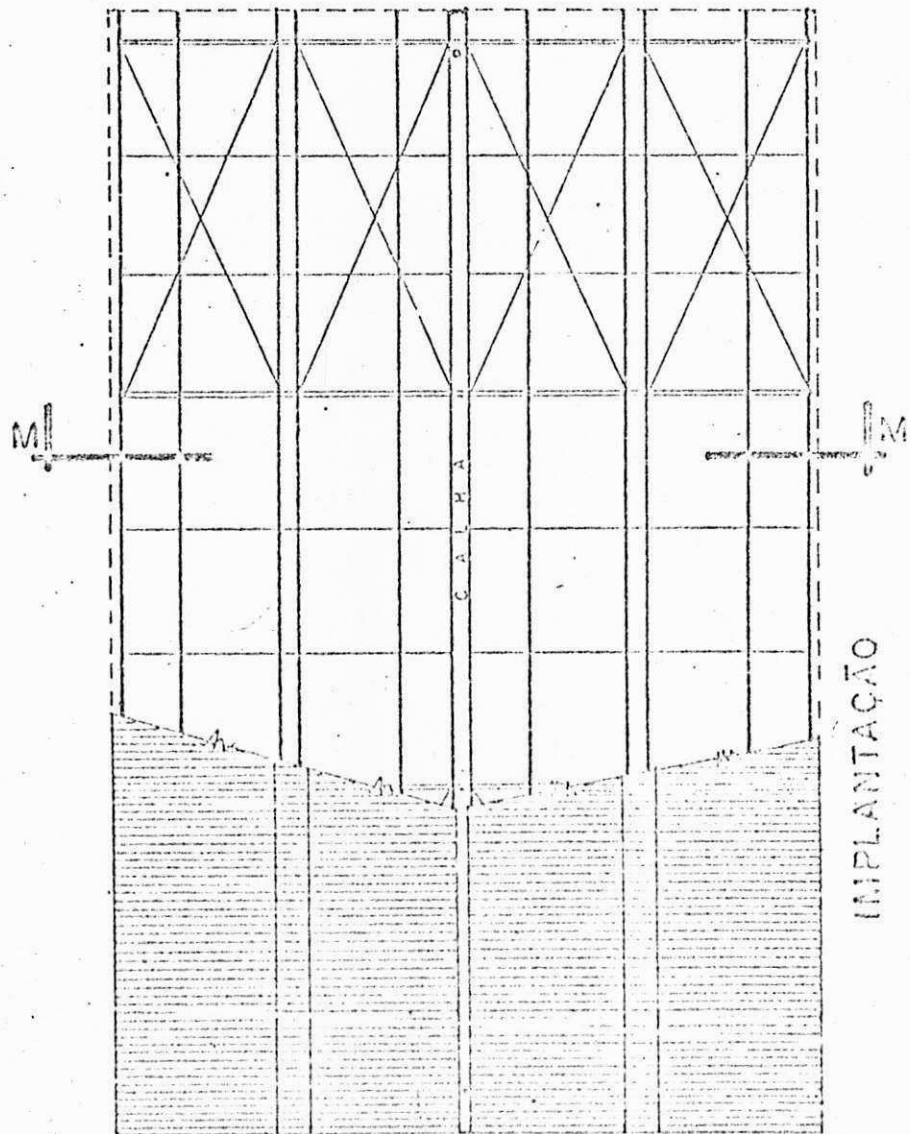
ARCO ATIRANTADO GEMINADO



CORTE - MM

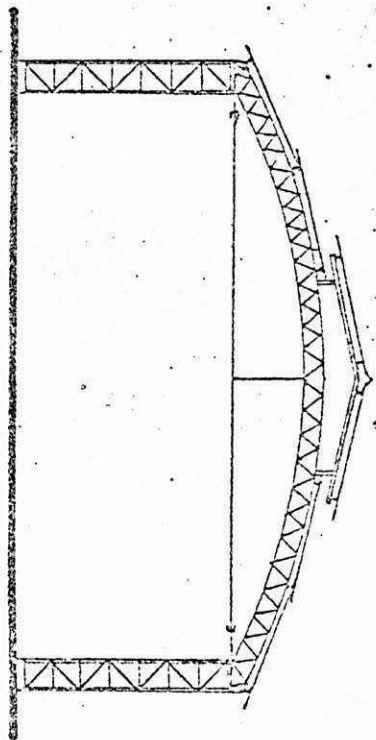


VISTA LATERAL

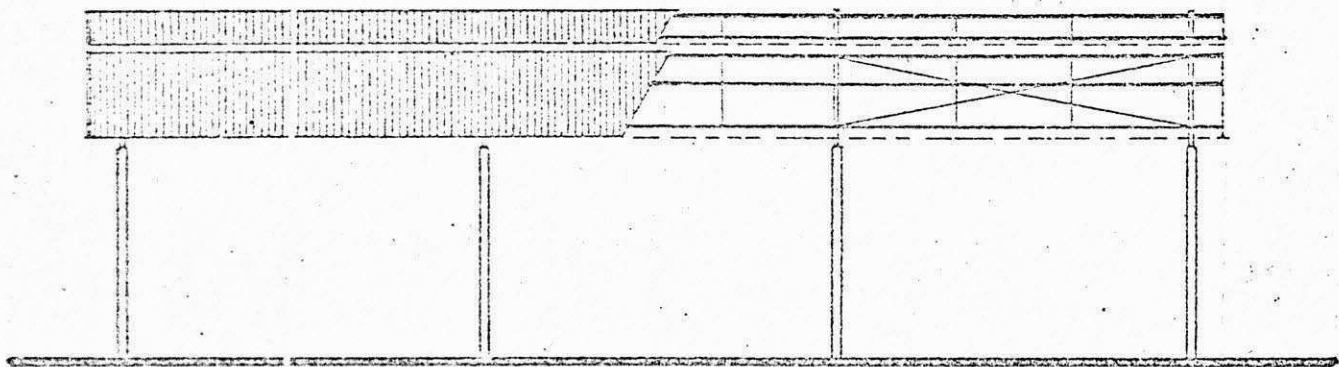


IMPLANTAÇÃO

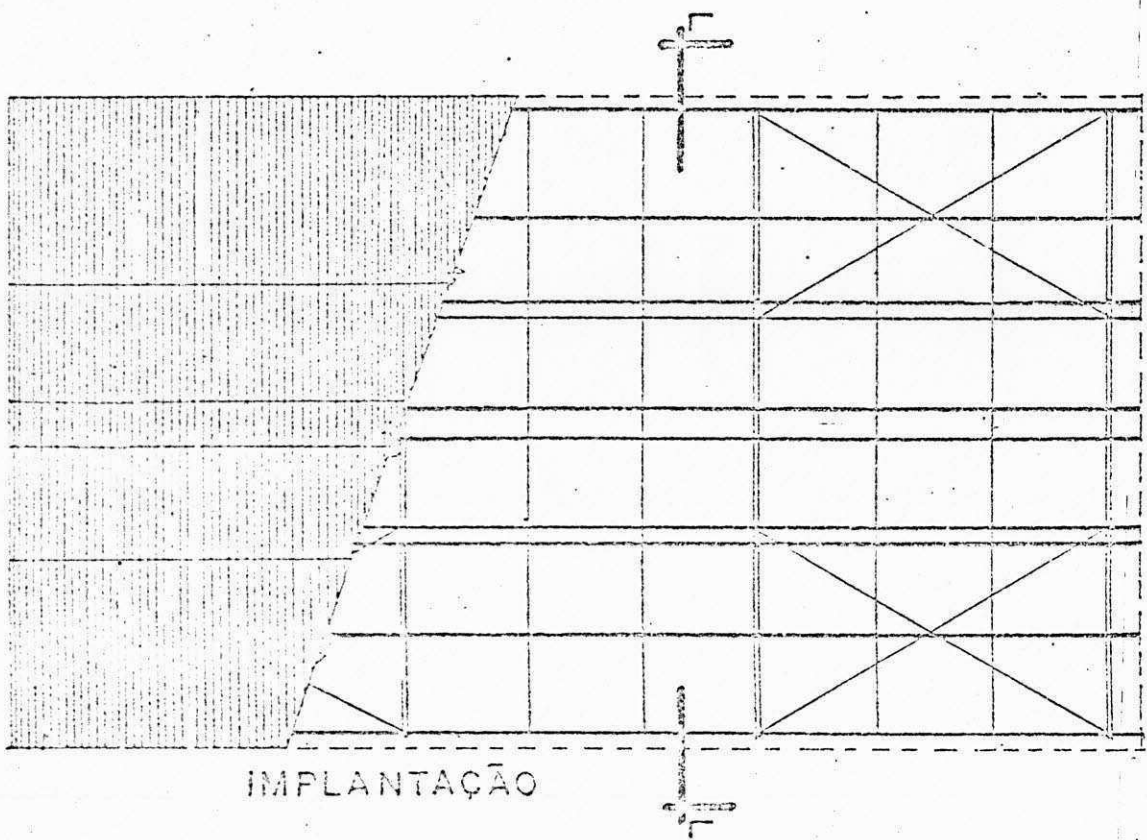
ARCO ATIRANTADO COM LANTERNIM



CORTE-LL



VISTA LATERAL



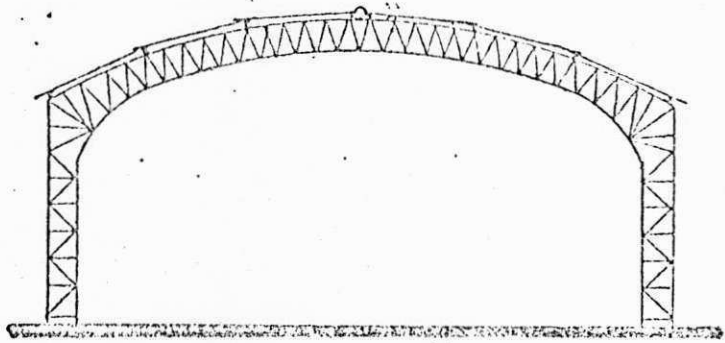
IMPLANTAÇÃO



FUNDAÇÃO CEAPENSE

FUNDADA EM 1855

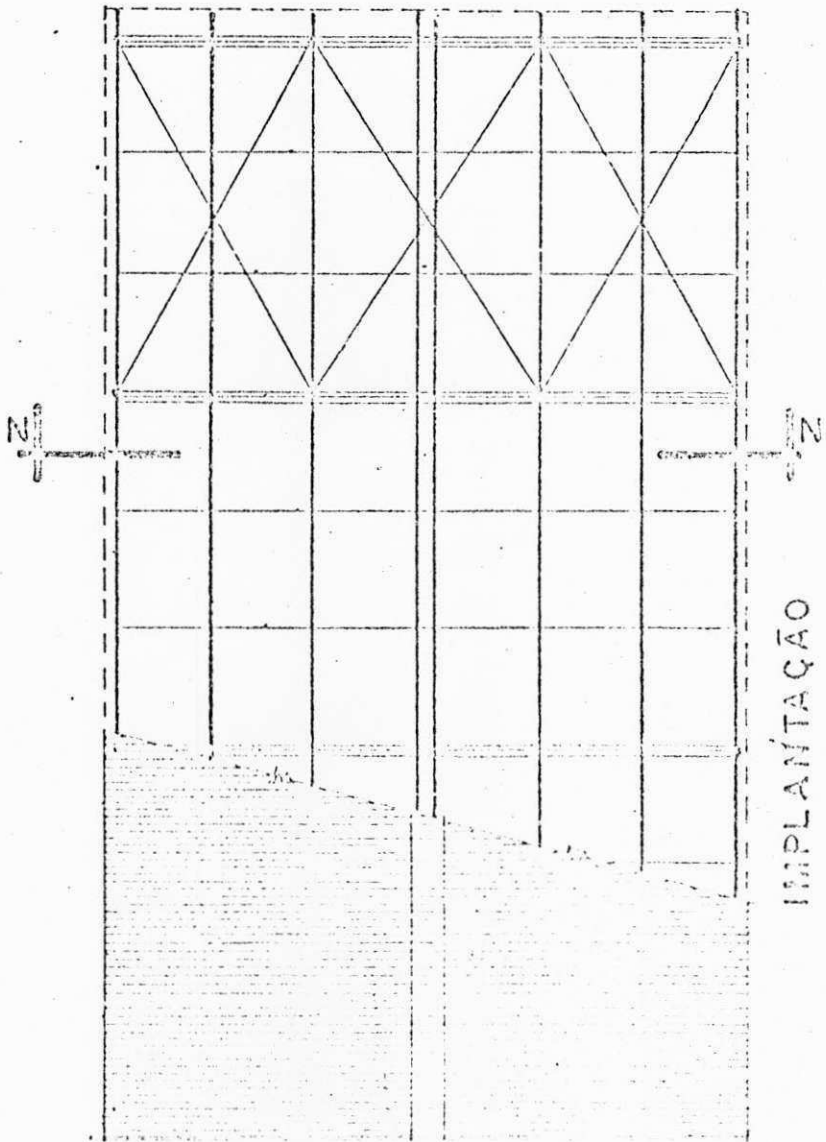
PÓRTICO



CORTE-NN

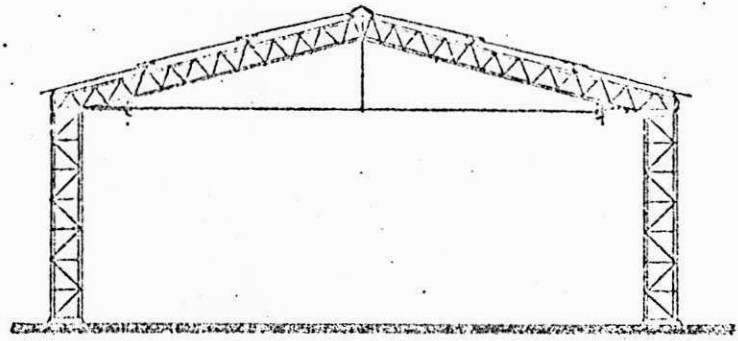


VISTA LATERAL



IMPLANTAÇÃO

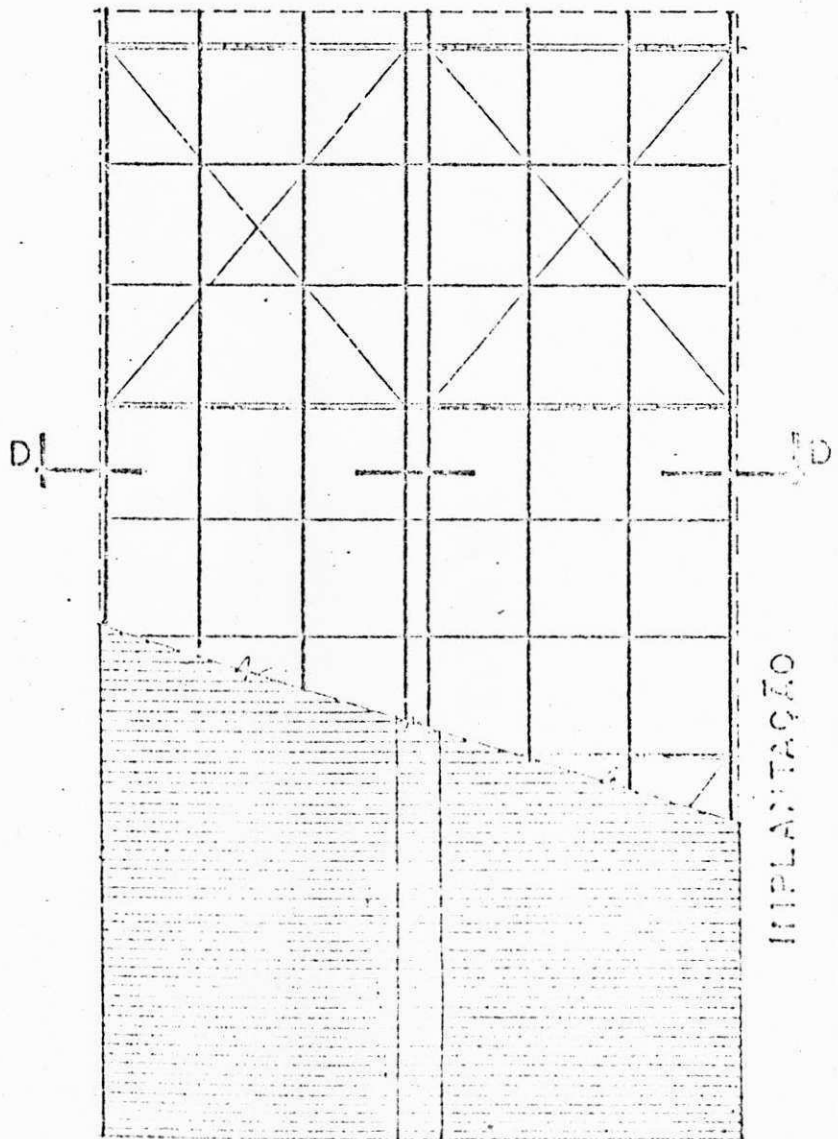
TESOURA ATIRANTADA SIMPLES.



CORTE-DD

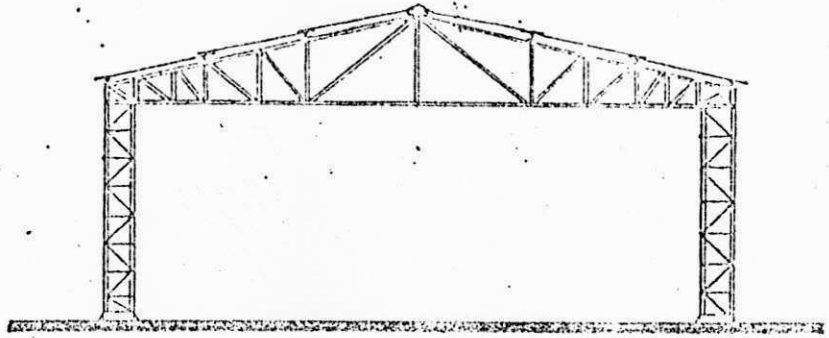


VISTA LATERAL



IMPLANTAÇÃO

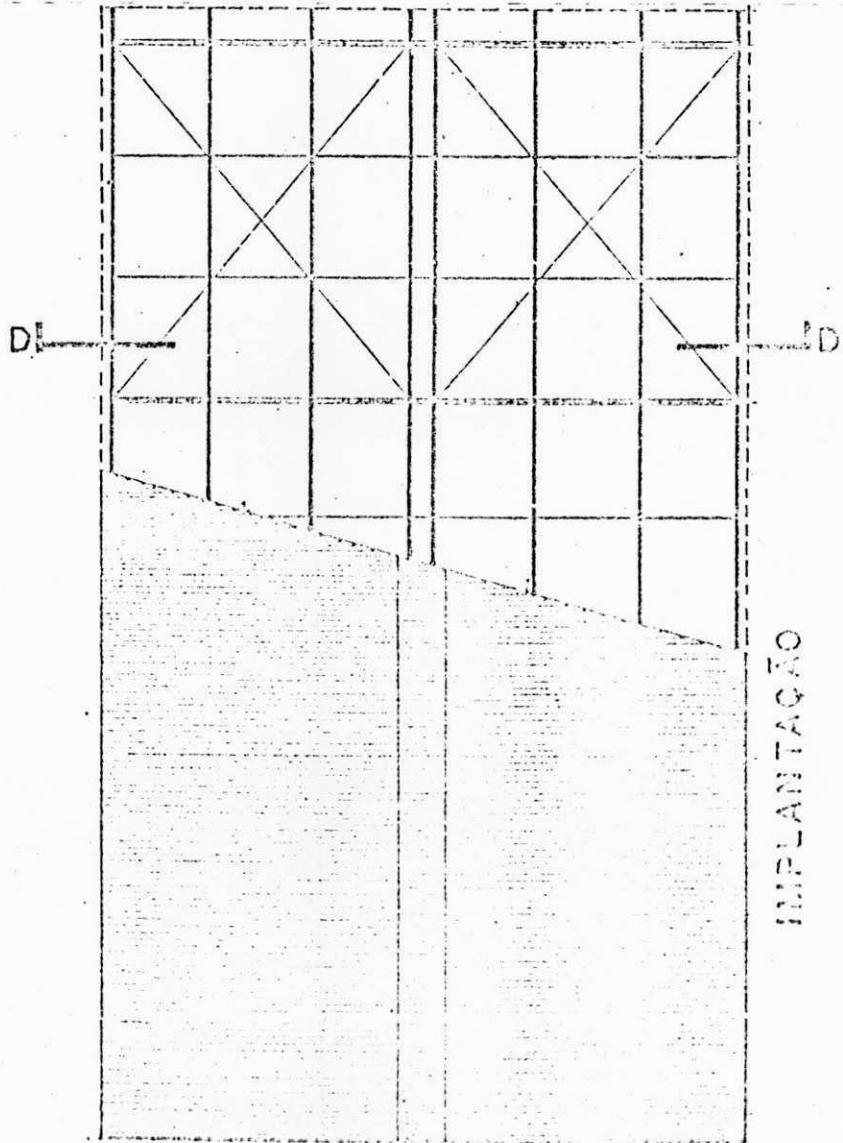
TESOURA TRELIÇADA SIMPLES



CORTE-DD

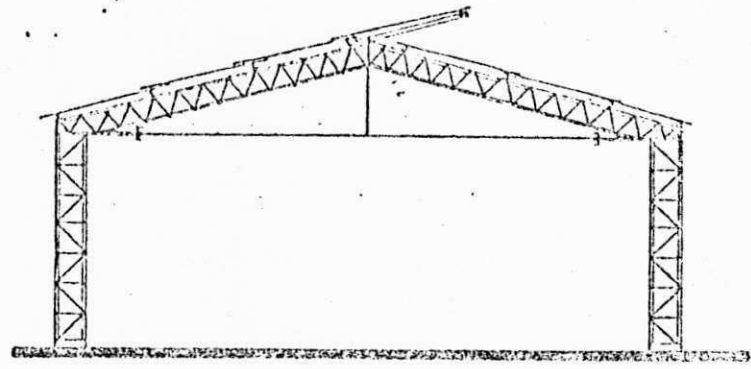


VISTA LATERAL

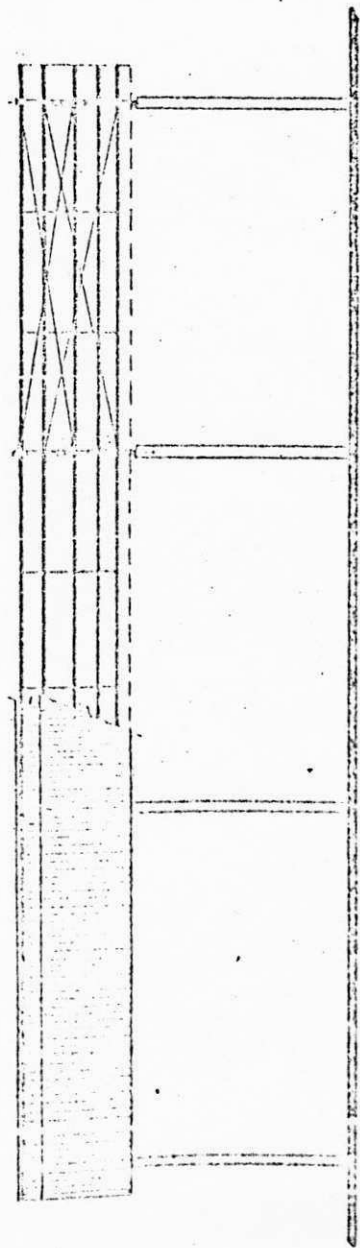


IMPLANTAÇÃO

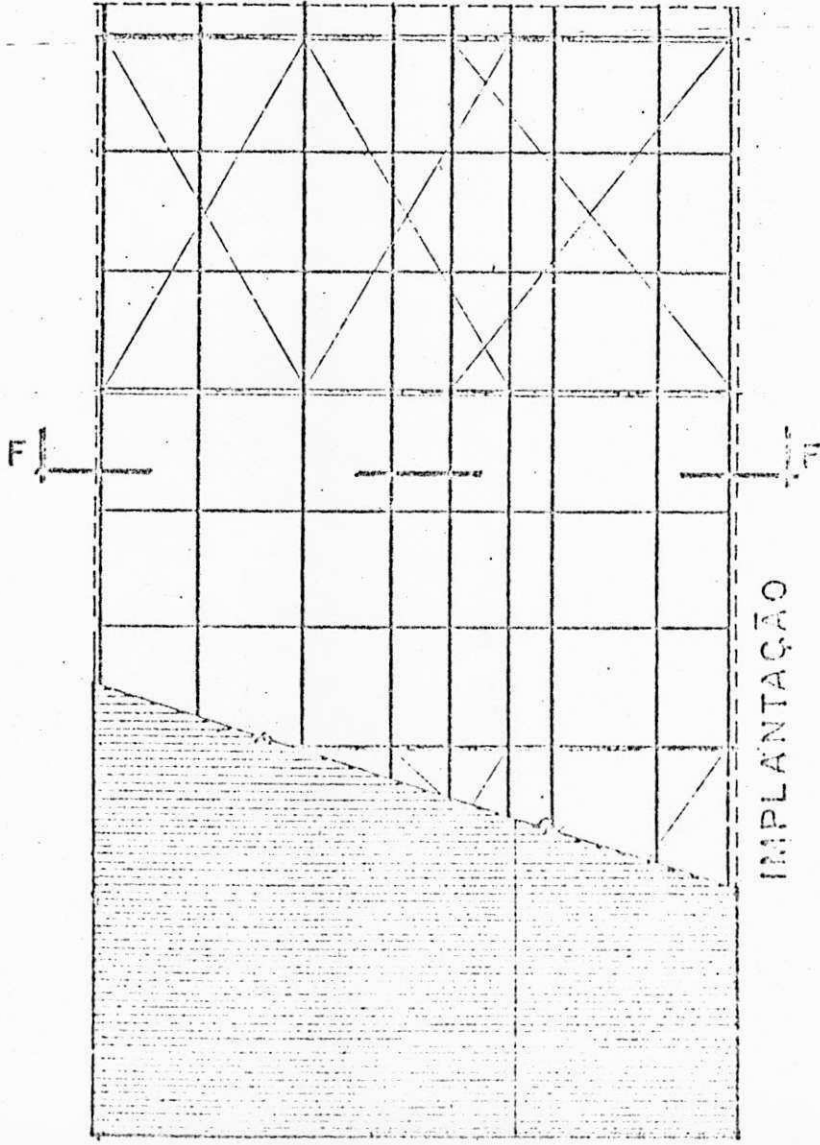
TESOURA COM LANTERNIM LATERAL
(ATIRANTADA)



CORTE - FF

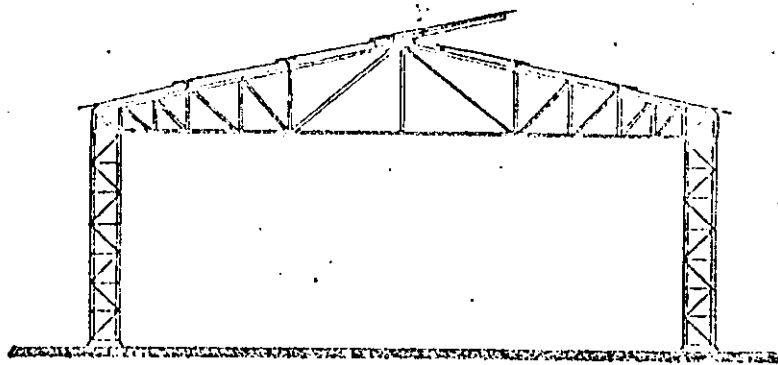


VISTA LATERAL

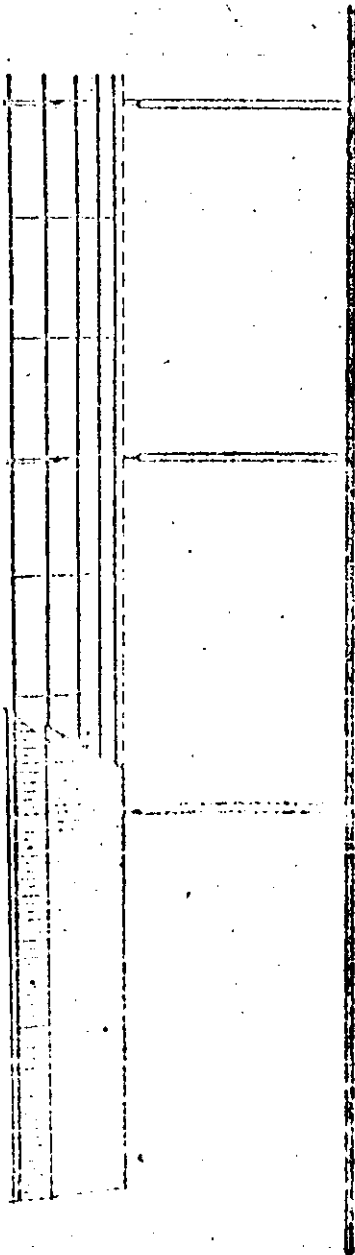


IMPLANTAÇÃO

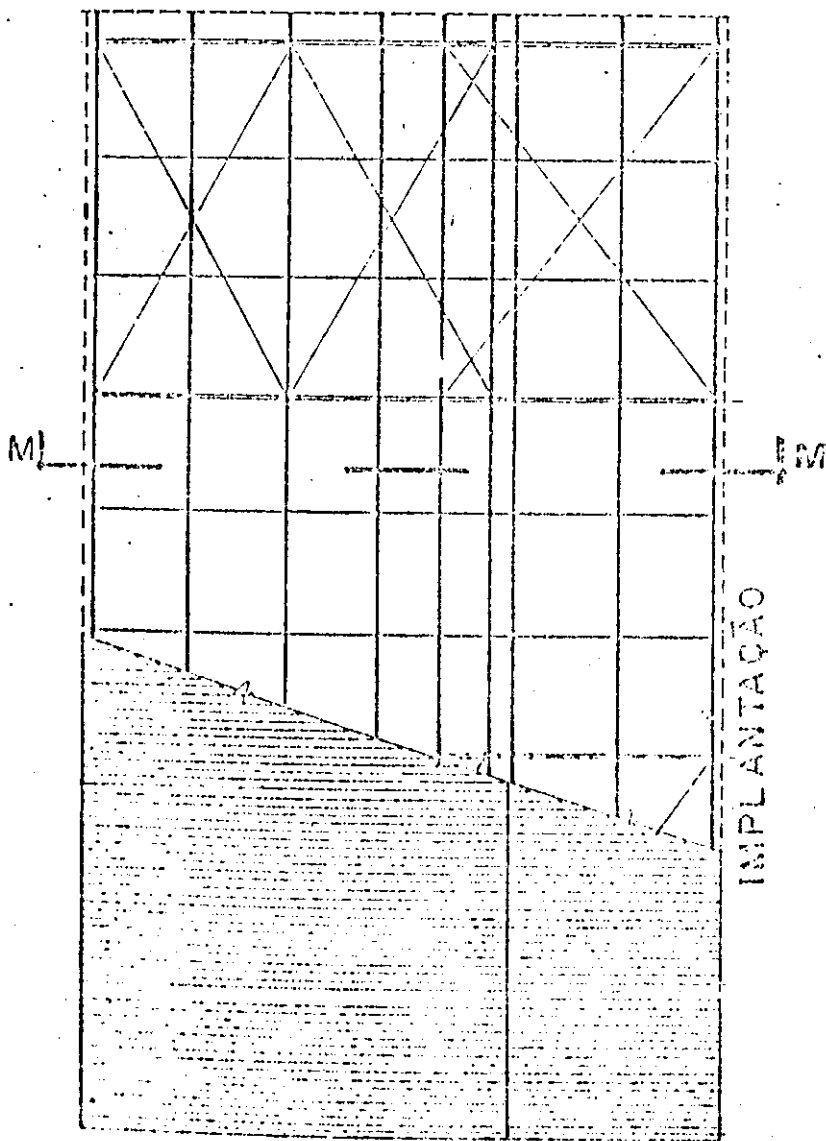
TESOURA COM LANTERNIM LATERAL (TRELIÇADA)



CORTE - M M

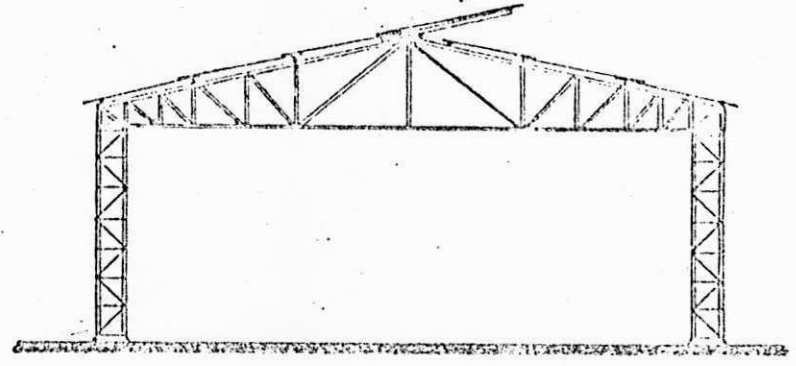


VISTA LATERAL

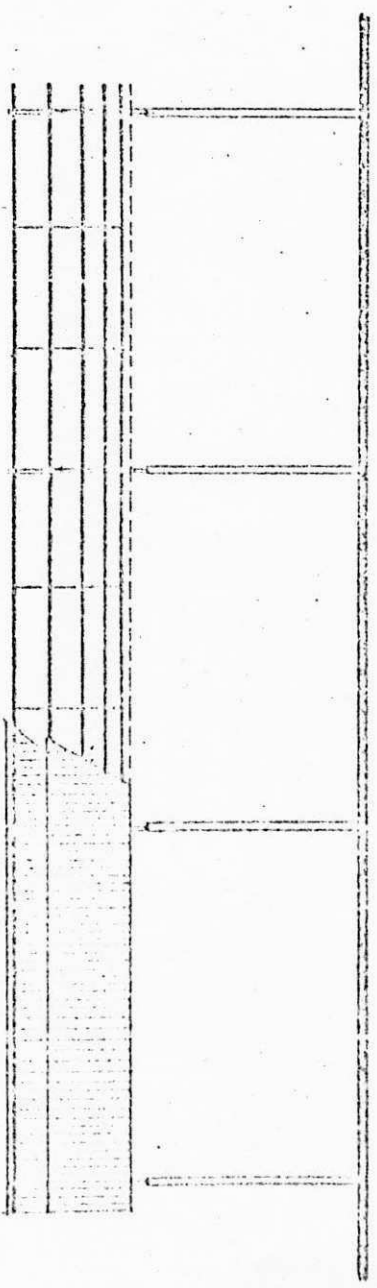


IMPLANTAÇÃO

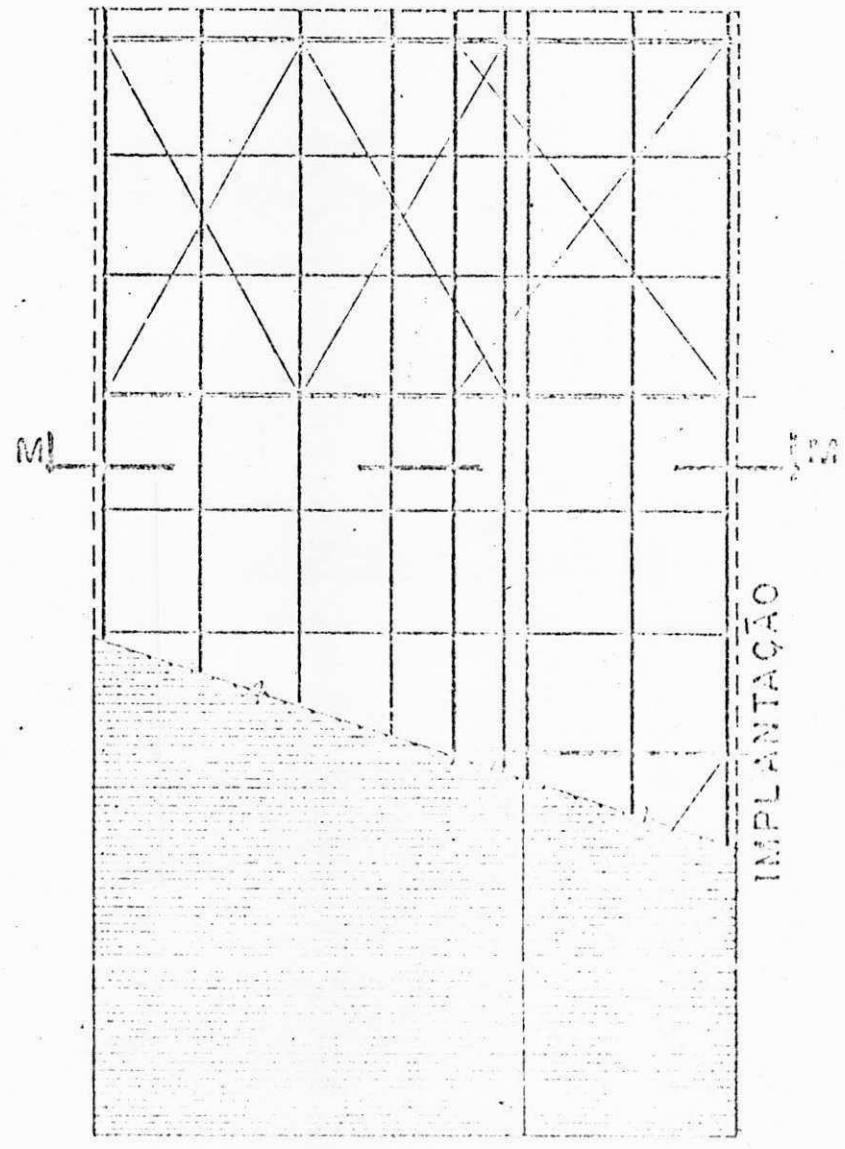
TESOURA COM LANTERNIM LATERAL
(TRELIÇADA)



CORTE - M M

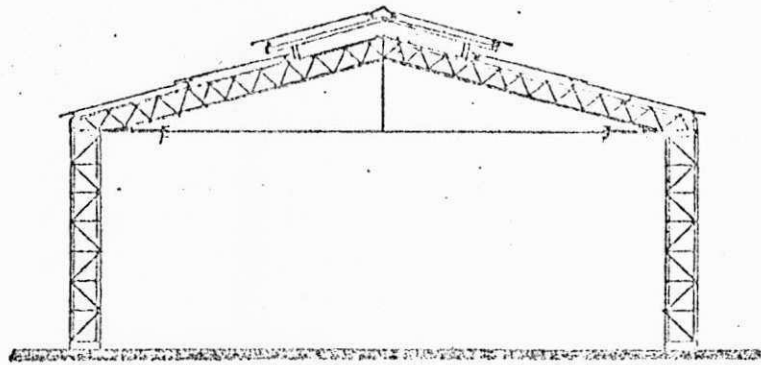


VISTA LATERAL

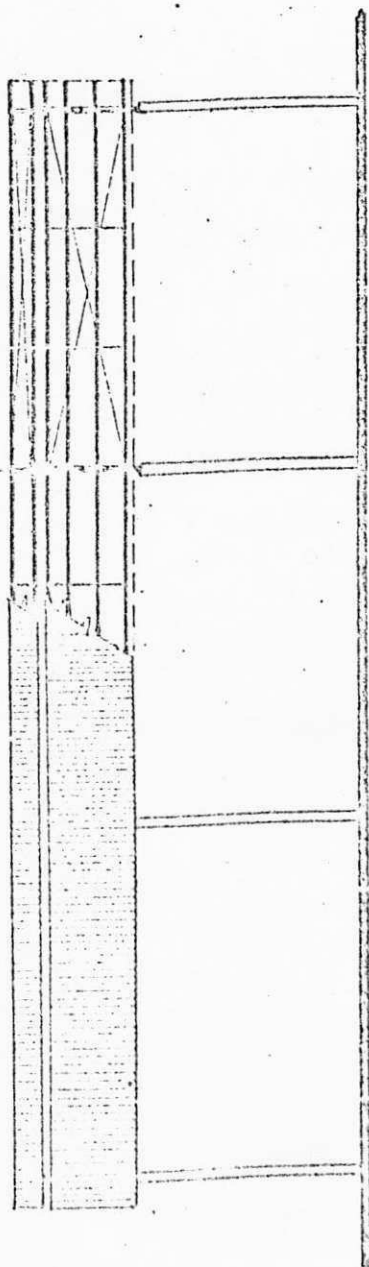


IMPLANTAÇÃO

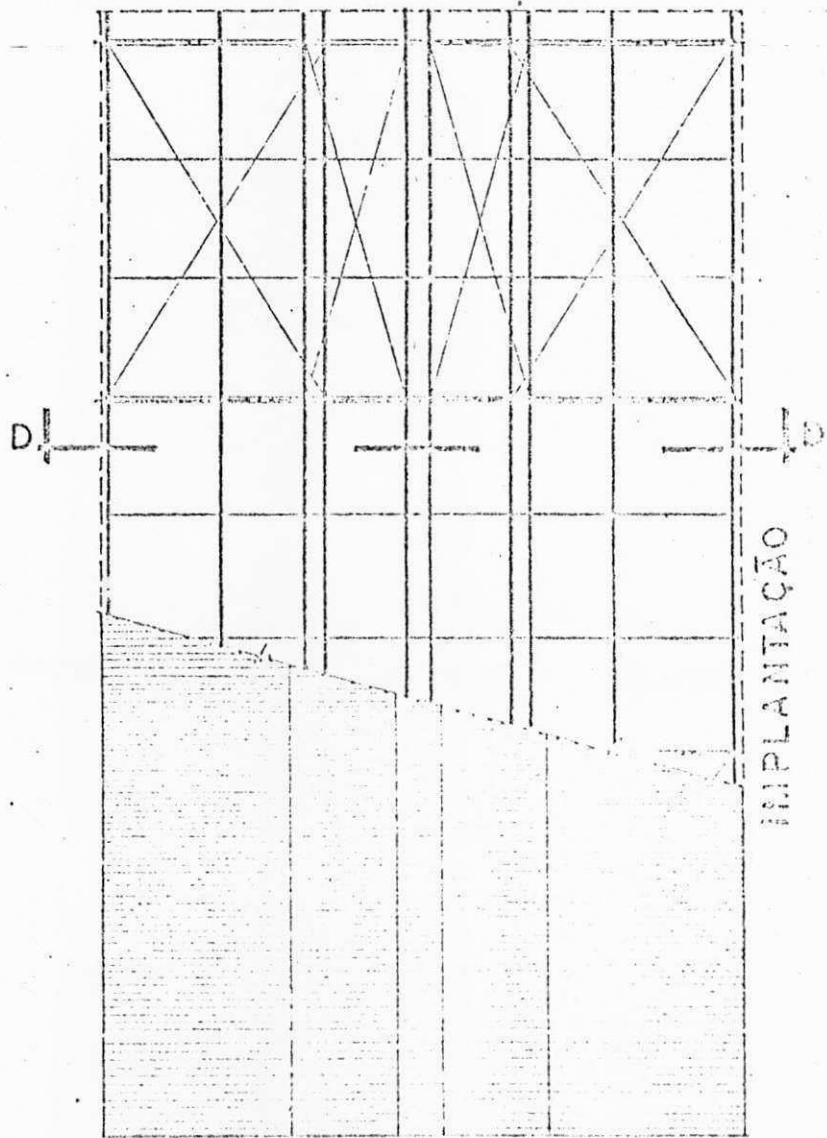
TESOURA ATIRANTADA COM LANTERNIM



CORTE- DD

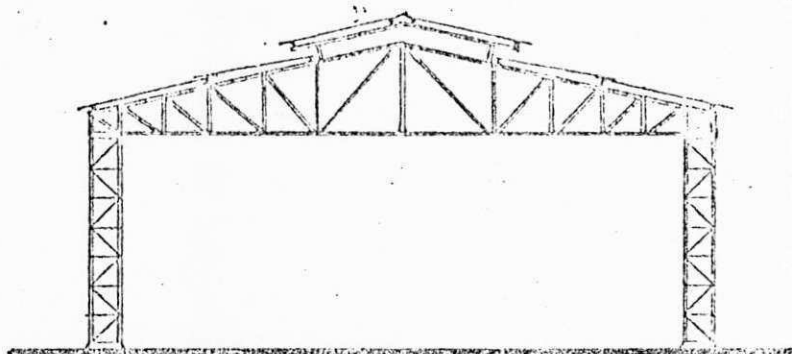


VISTA LATERAL

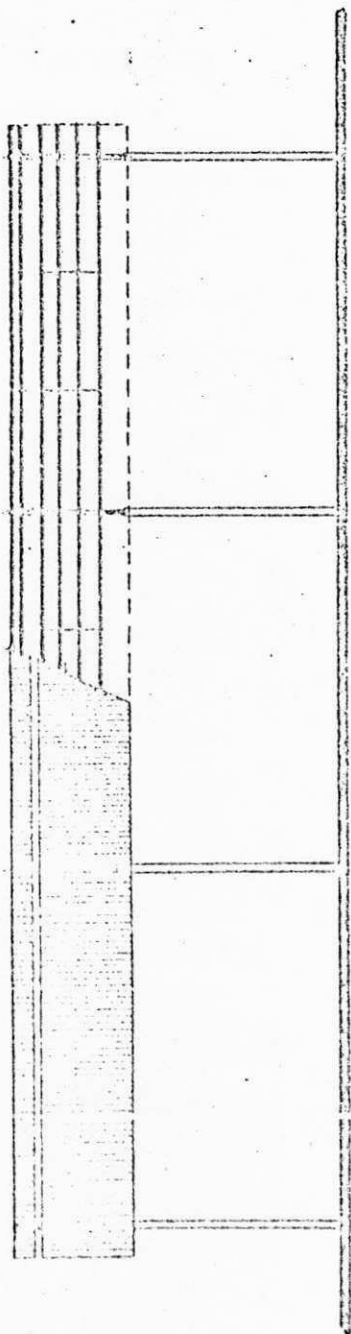


IMPLANTACAO

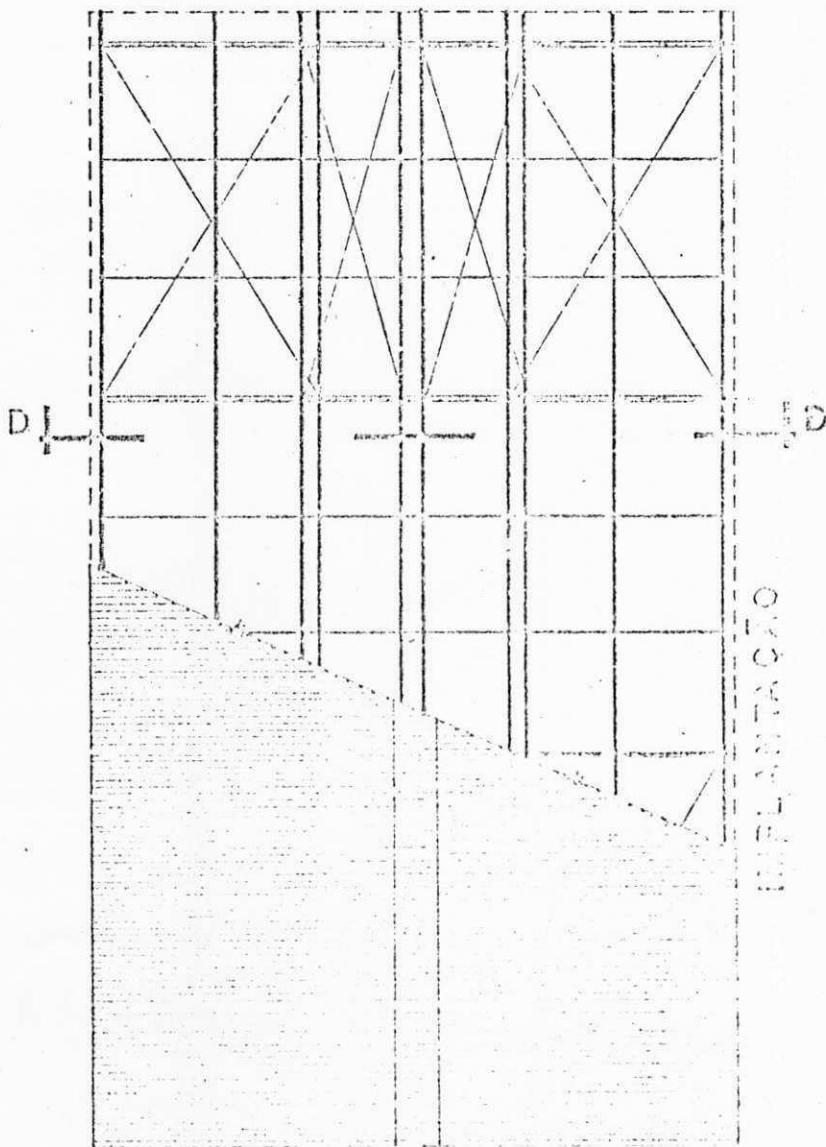
TESOURA TRELIÇADA COM LANTERNIM



CORTE - DD

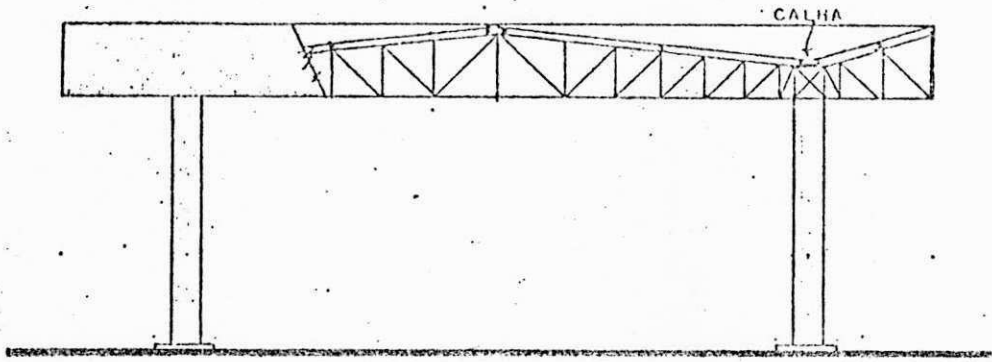


VISTA LATERAL

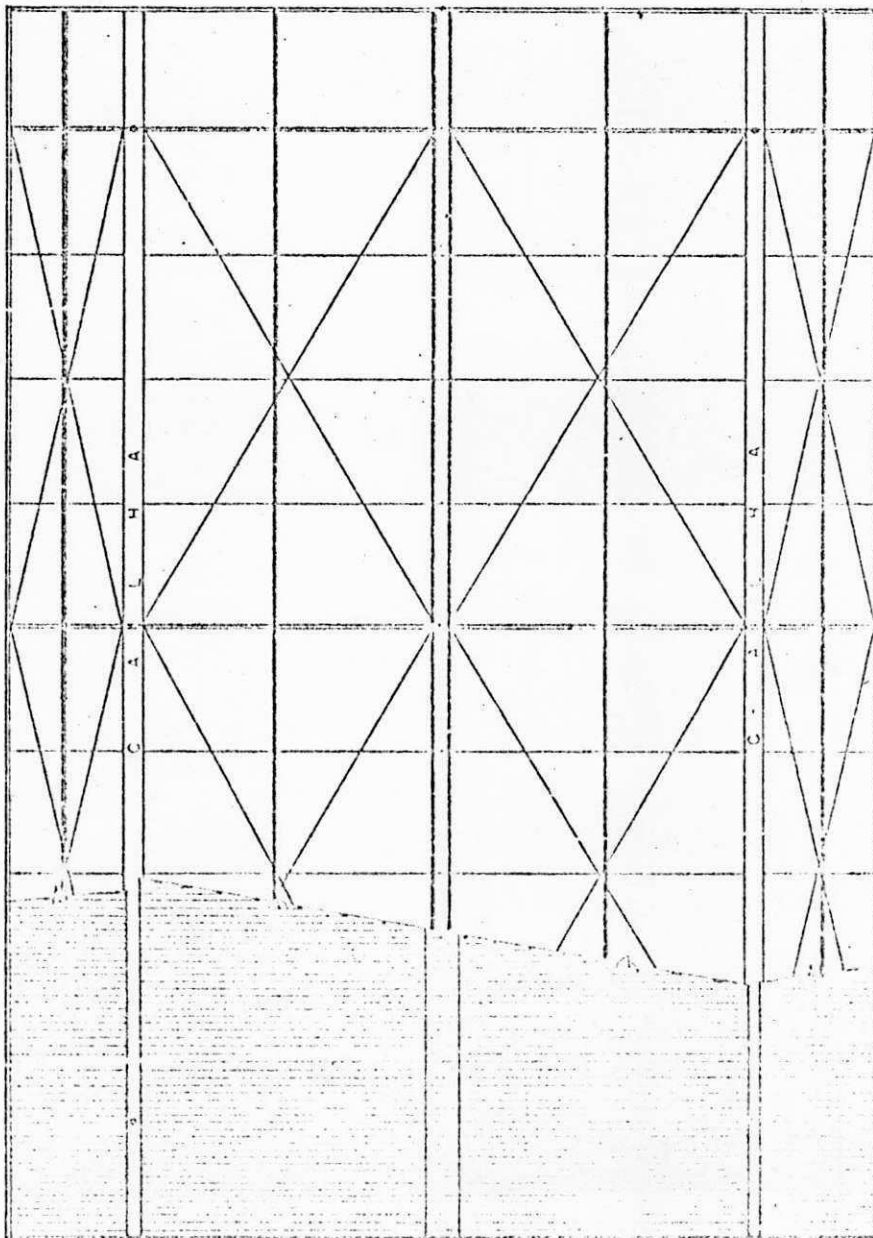


IMPLANTAÇÃO

TESOURA PARA POSTO COM VEDAMENTO VERTICAL



VISTA FRONTAL

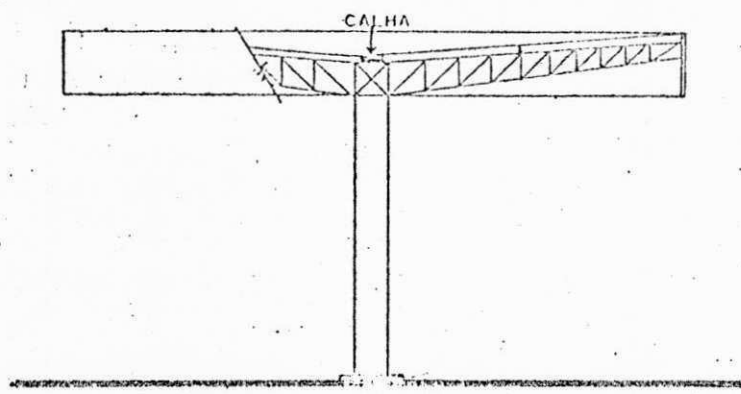


IMPLANTAÇÃO

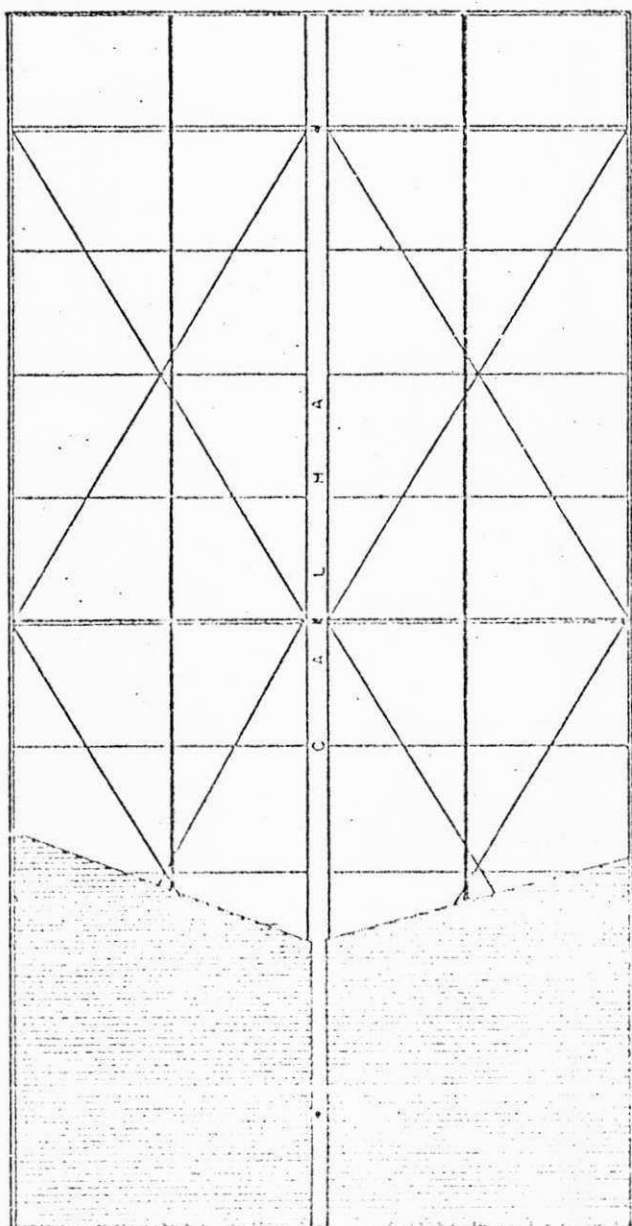


A EM 1855

ESOURA PARA POSTO COM VEDAMENTO VERTICAL

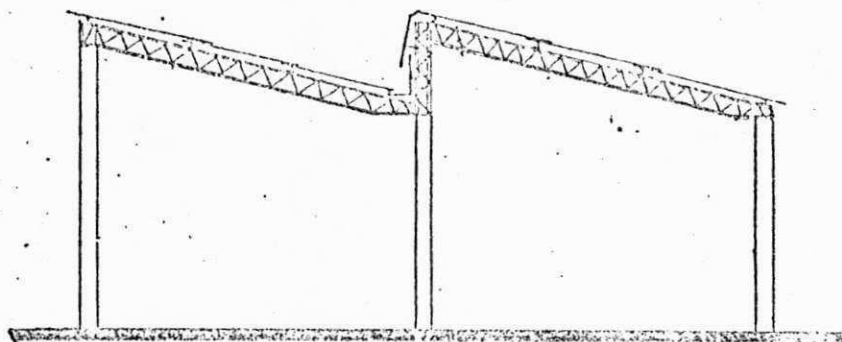


VISTA FRONTAL

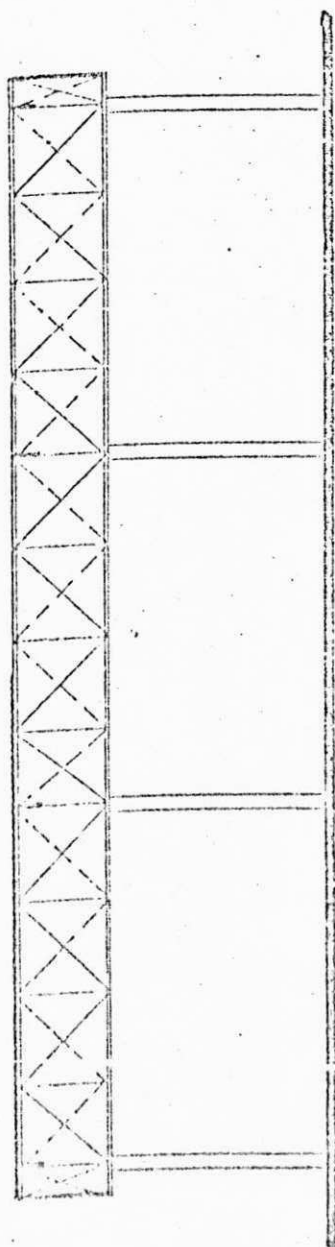


IMPLANTAÇÃO

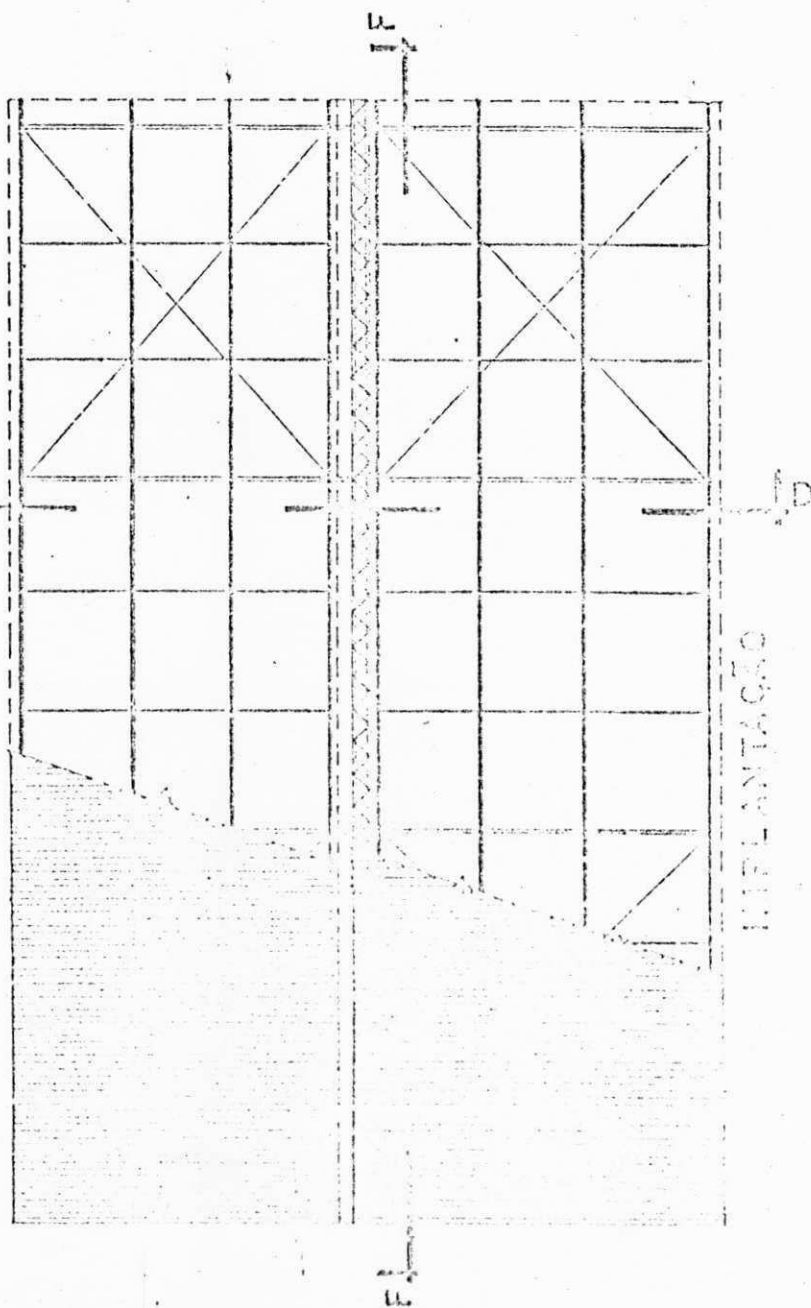
SHED APOIADO EM VIGA MESTRA (II)



CORTE - D D

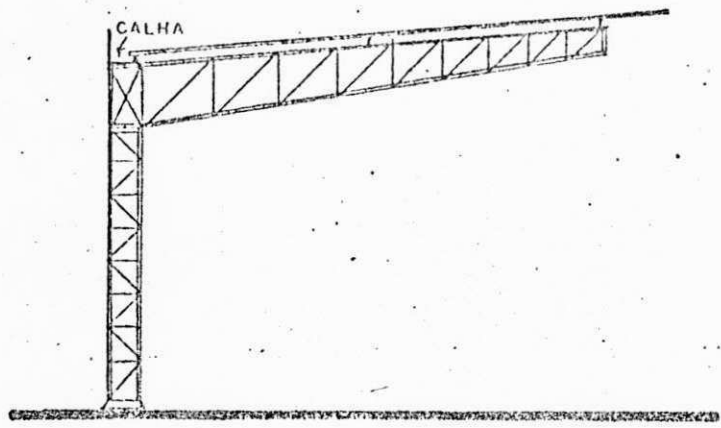


CORTE - FF

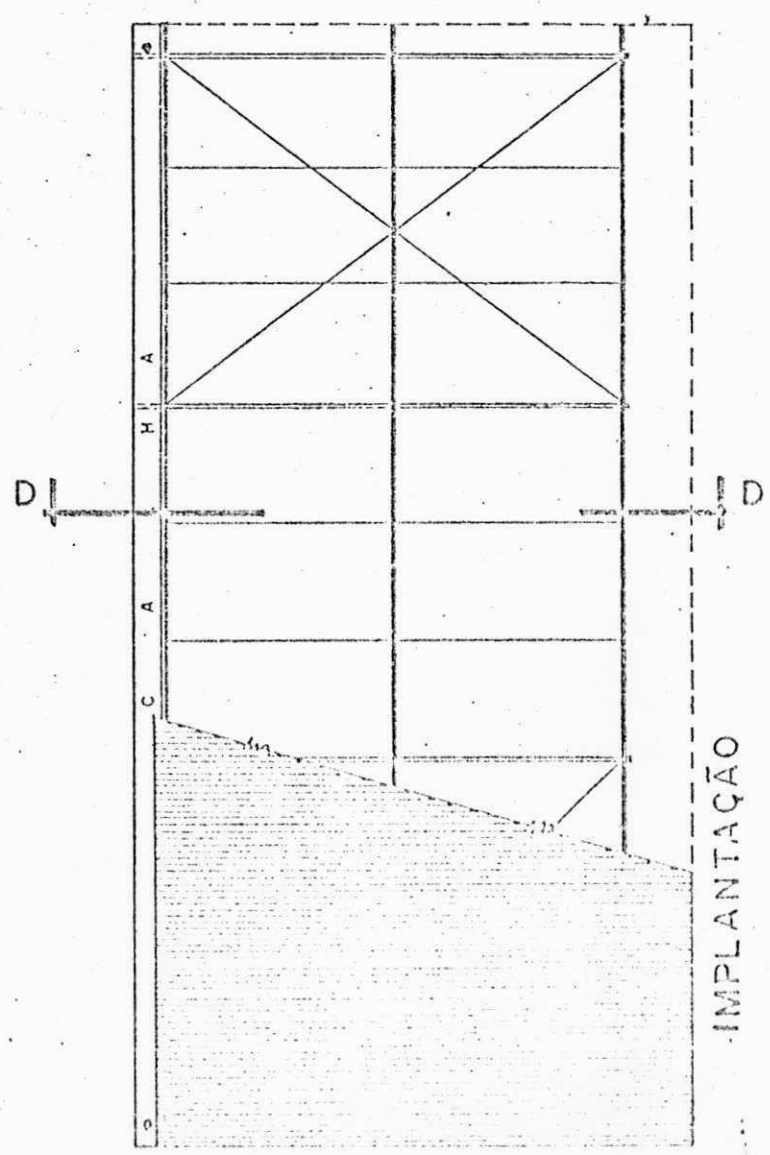


PLANTÃO

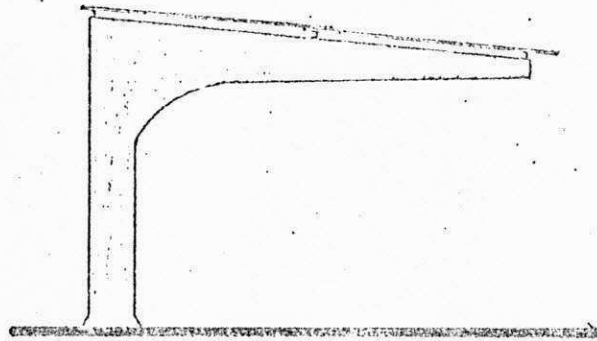
MARQUISE SIMPLES COM CALHA



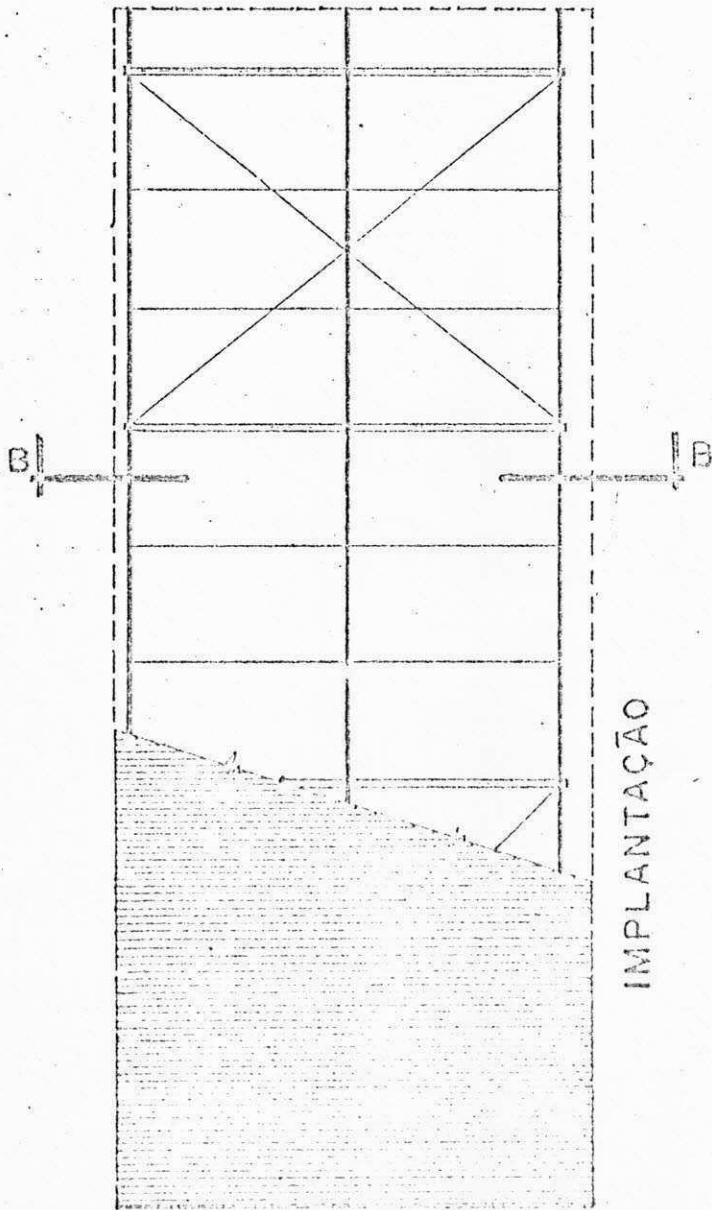
CORTE D D



MARQUISE CHAPEADA

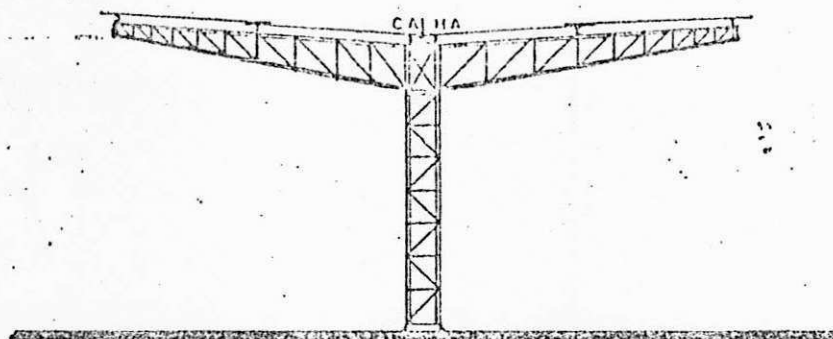


CORTE-BB

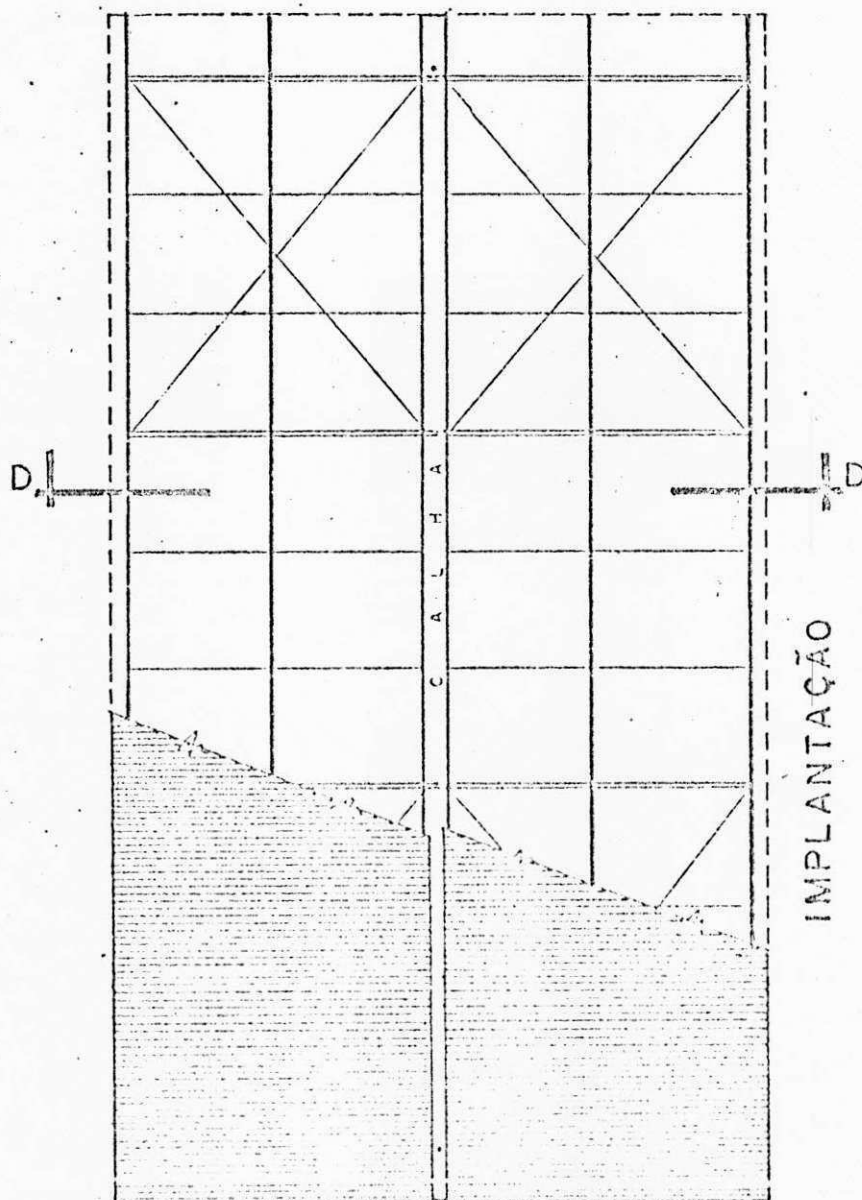


IMPLANTAÇÃO

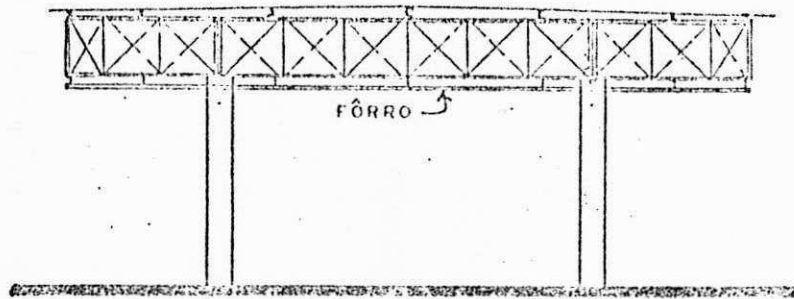
MARQUISE DUPLA COM CALHA



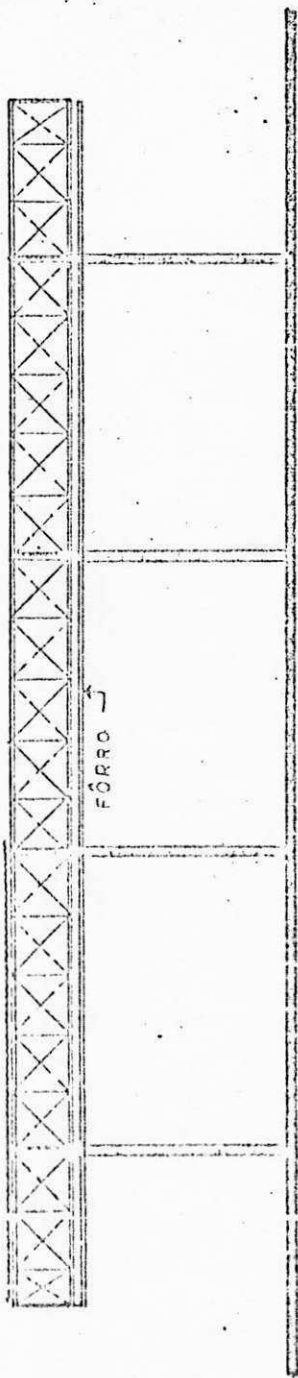
CORTE - DD



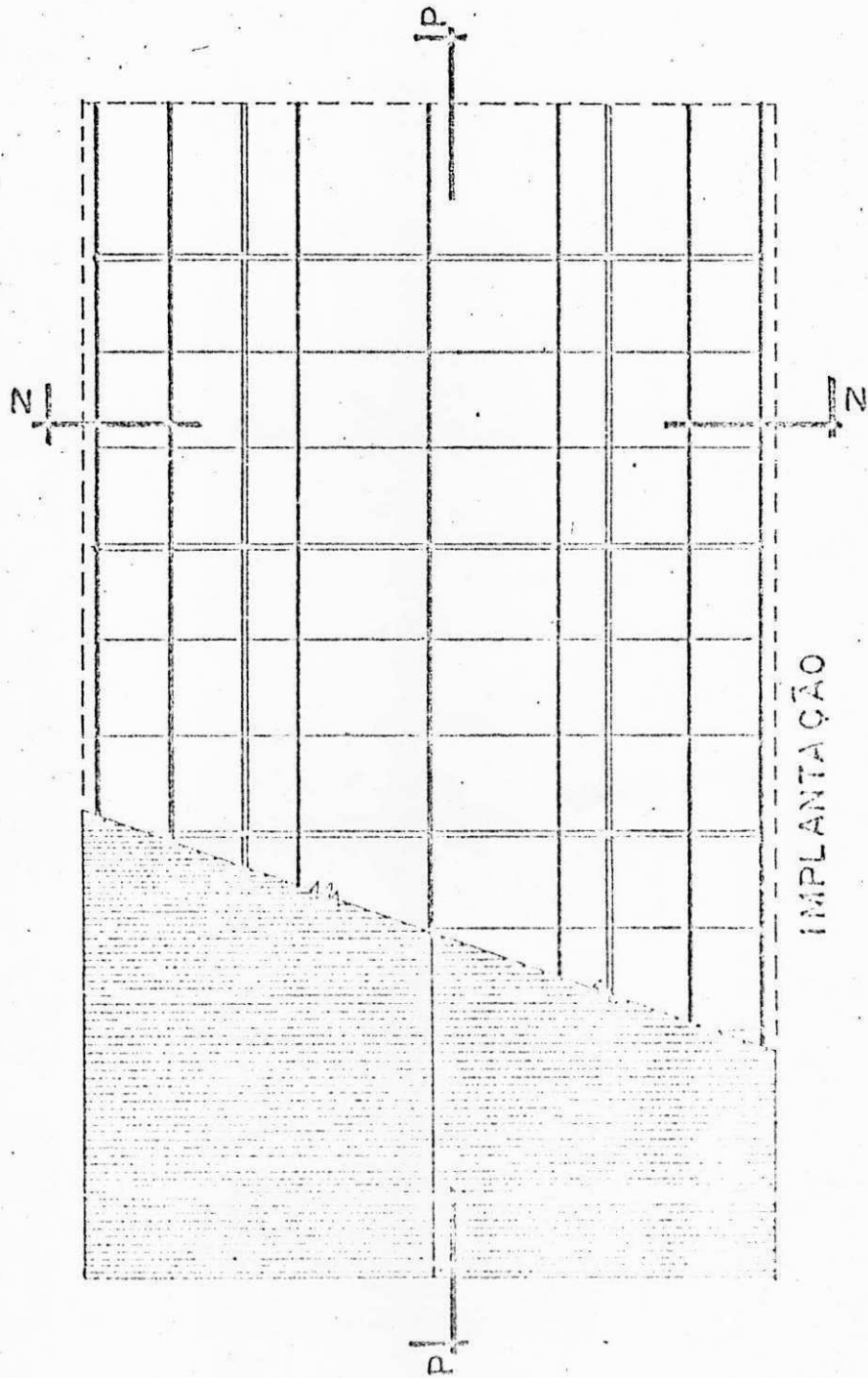
VIGA TRELIÇADA COM FÔRRO



CORTE - NN



CORTE - PP





DA EM 1855

VIGA COM VEDAMENTO VERTICAL



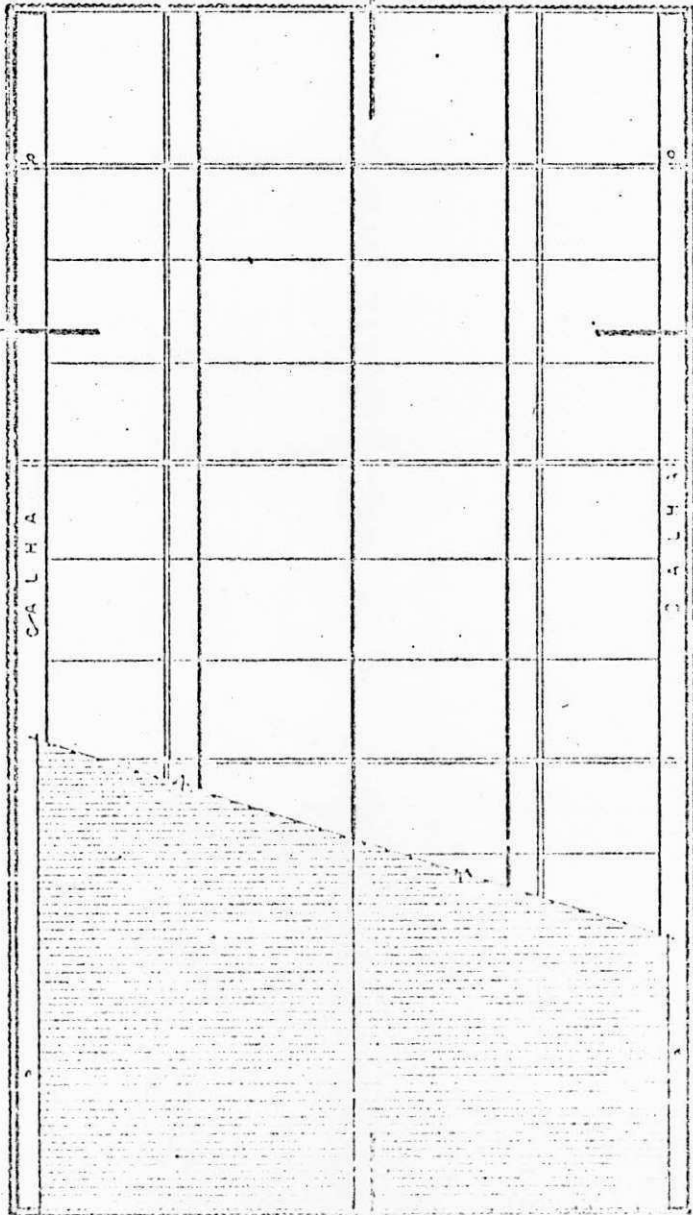
CORTE-PP

01

P/

P/

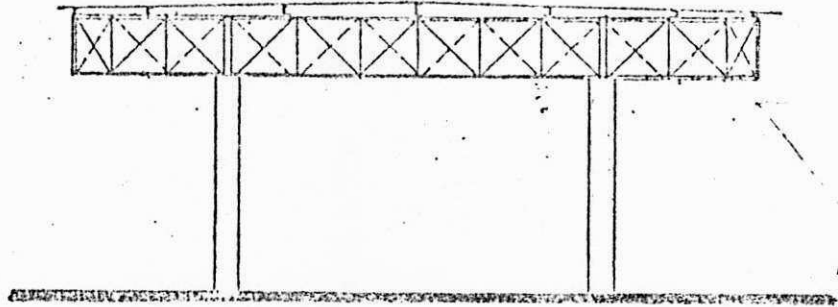
CORTE - 00



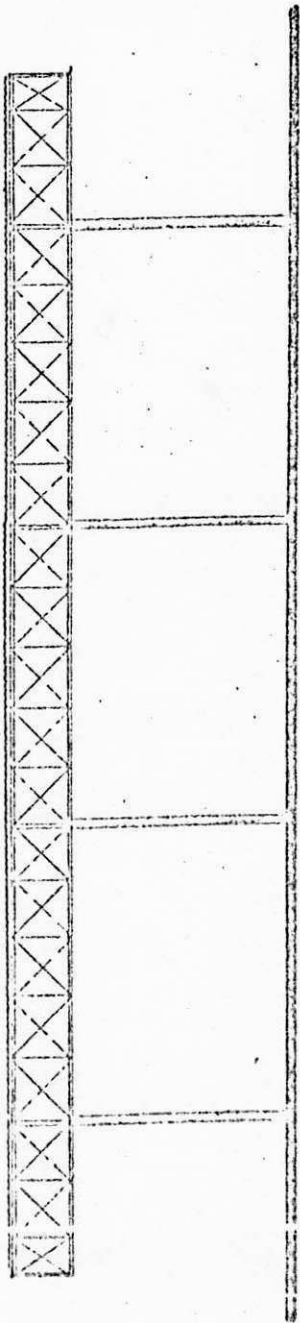
IMPLANTAÇÃO

01

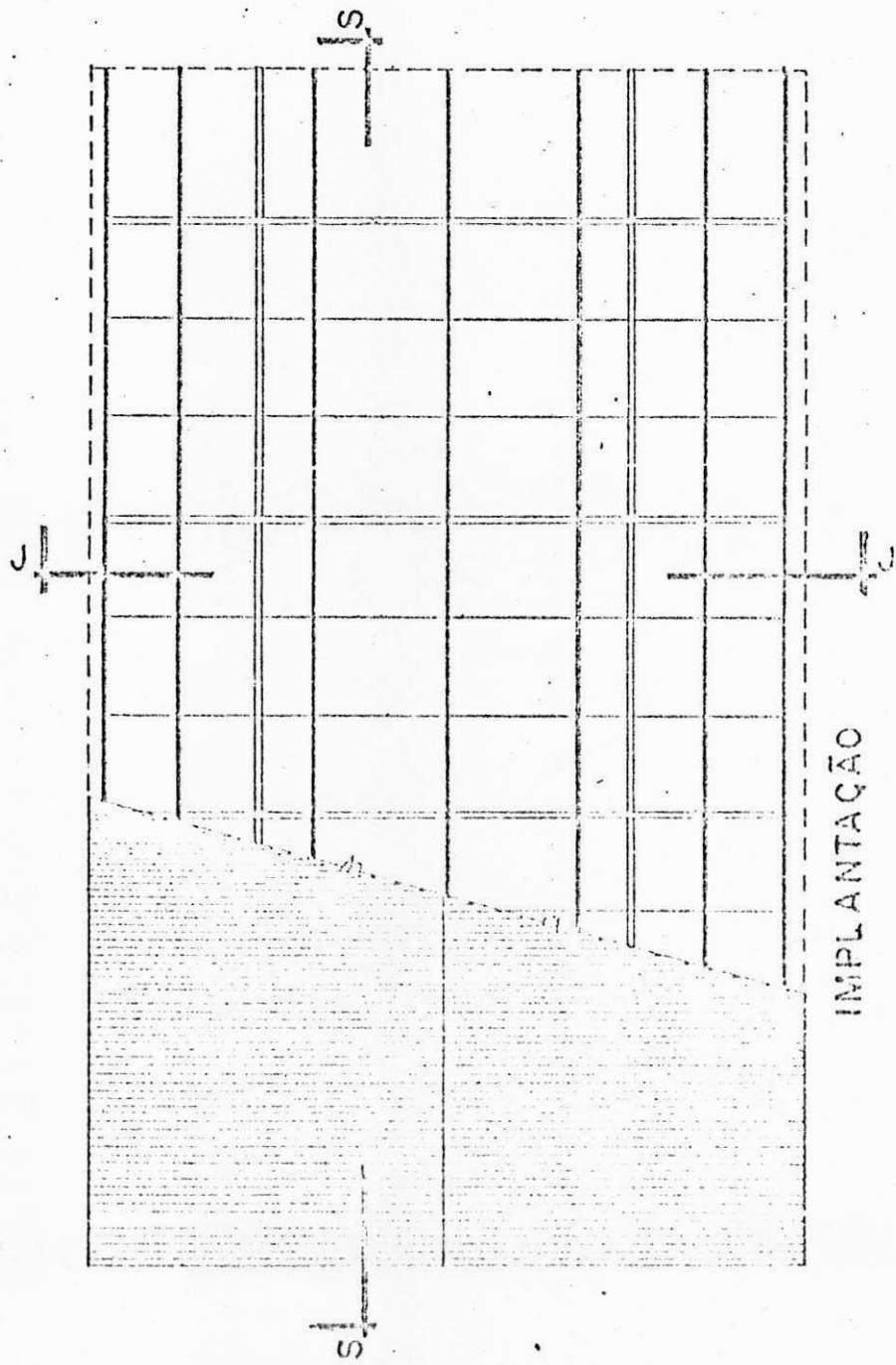
VIGA TRELIÇADA



CORTE - JJ

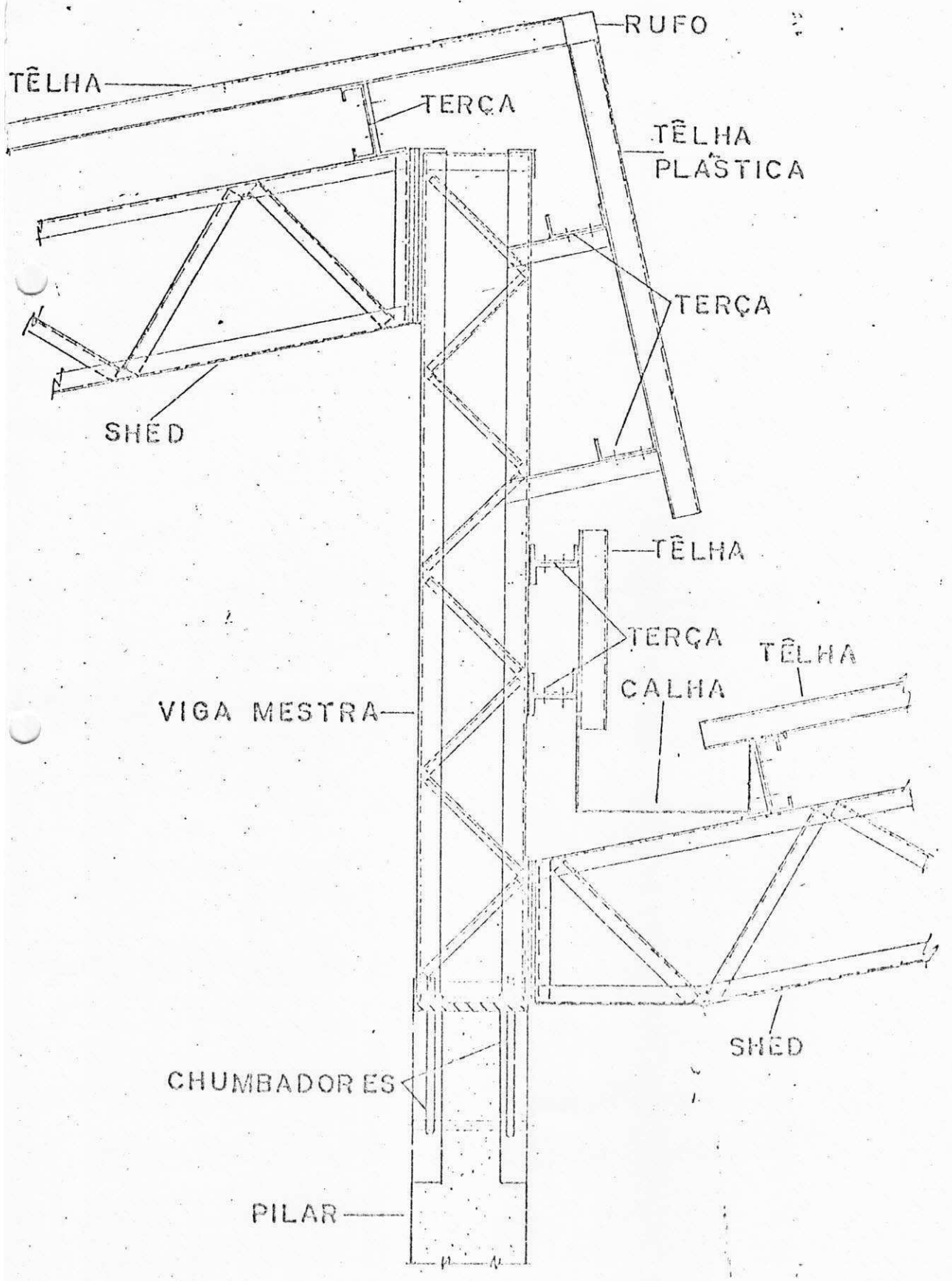


CORTE-SS

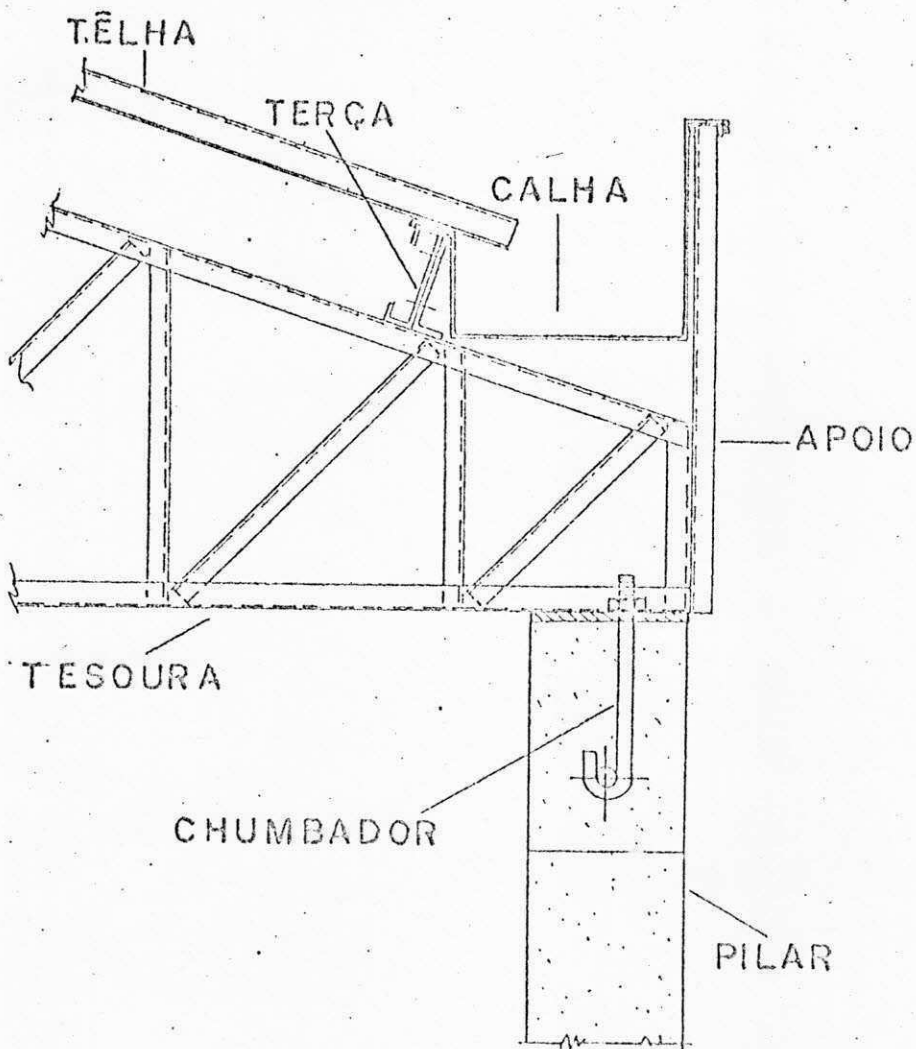


IMPLANTAÇÃO

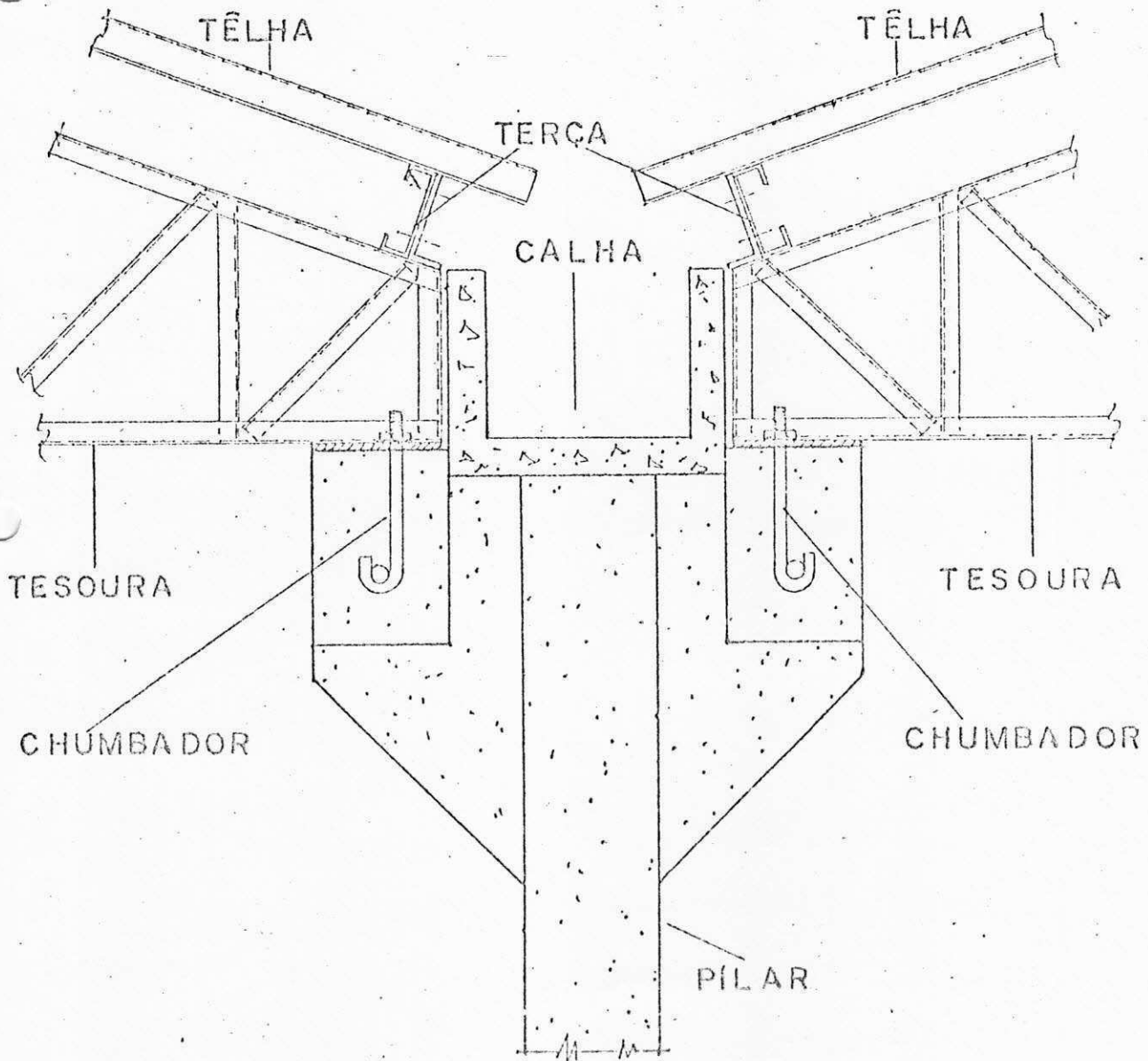
SHEDS APOIADOS EM VIGA MESTRA



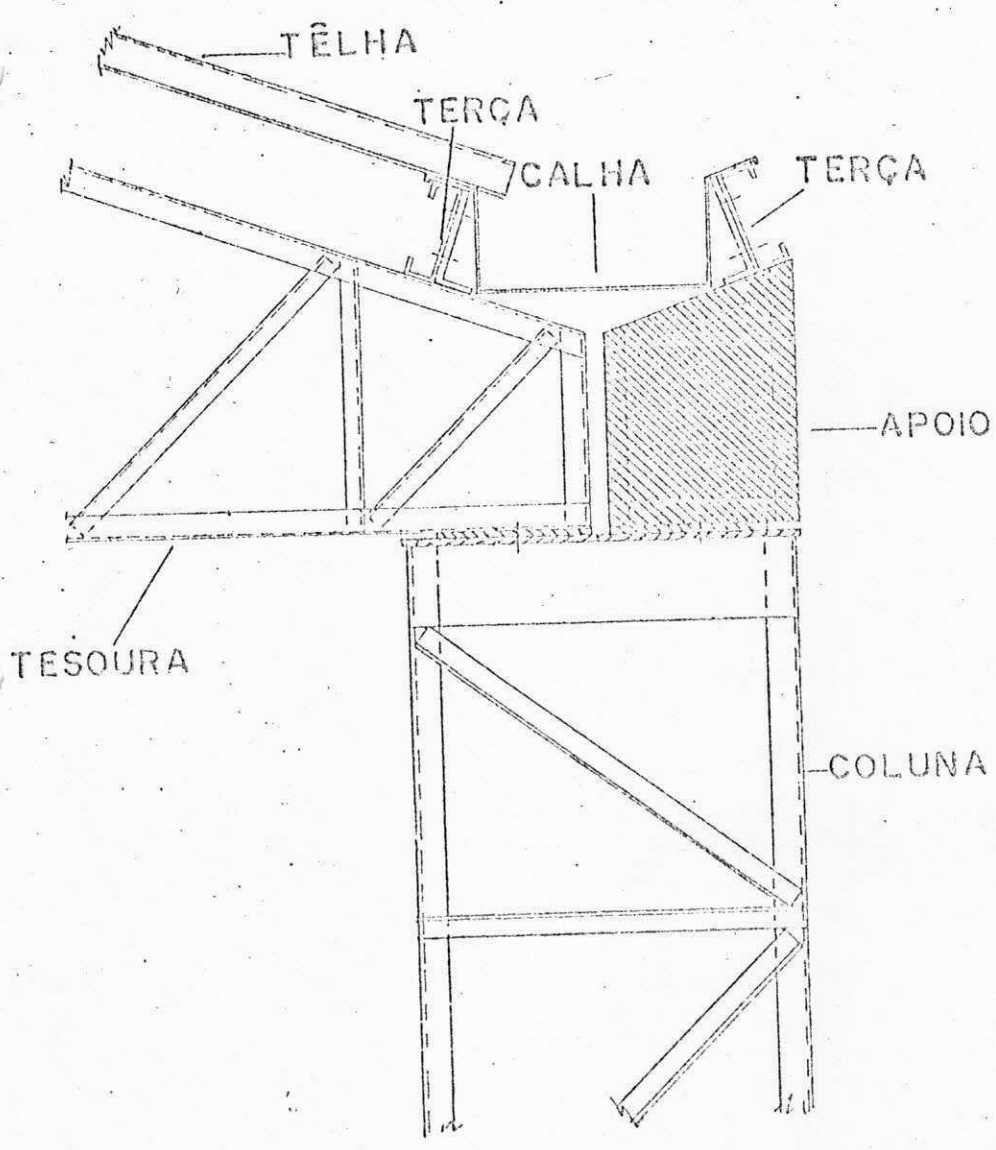
APOIO COM CALHA METÁLICA TERMINAL EM COLUNA DE CONCRETO

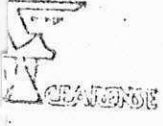


APOIO DE ESTRUTURA GEMINADA COM CALHA DE CONCRETO



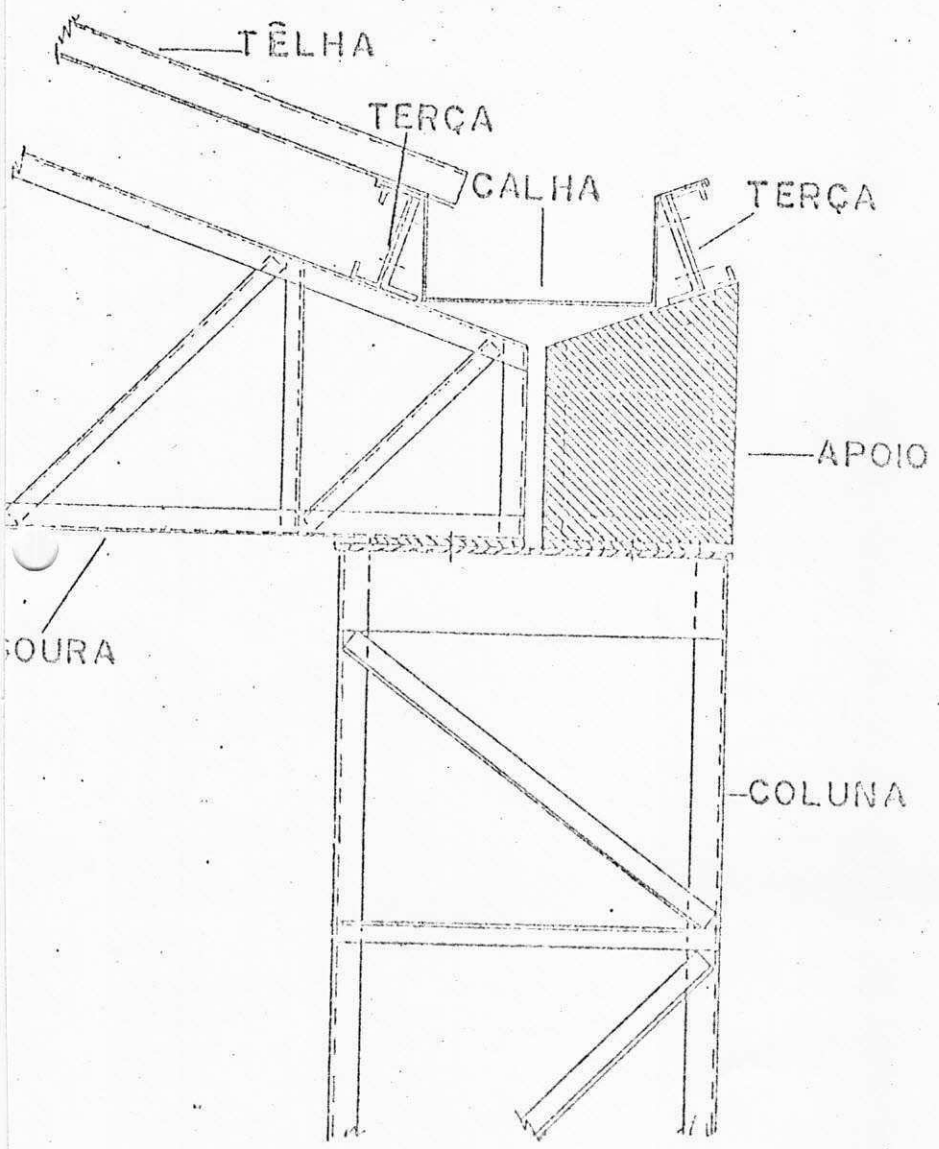
APOIO COM CALHA METÁLICA TERMINAL EM COLUNA METÁLICA



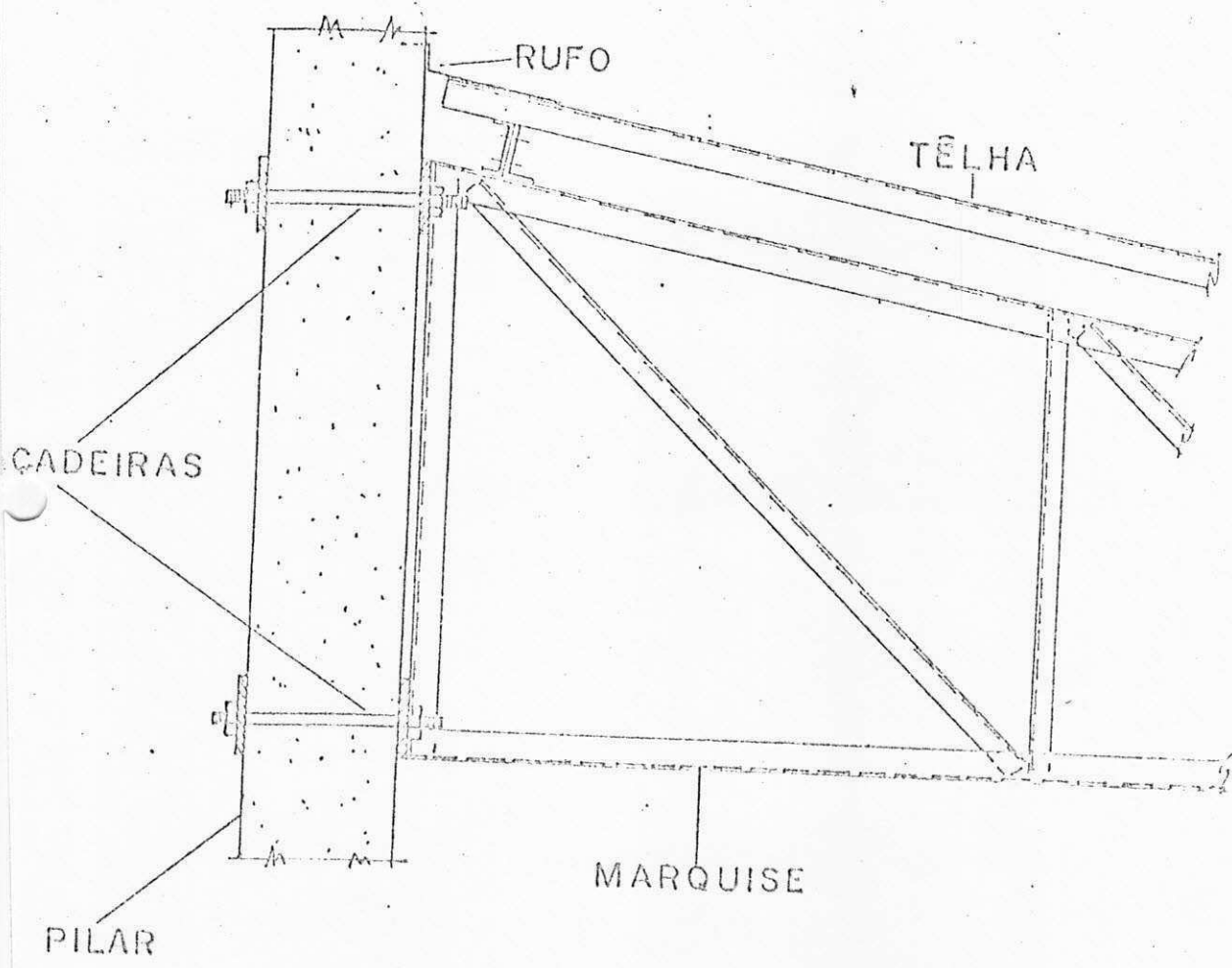


EM 1855

POÇO COM CALHA METÁLICA TERMINAL EM COLUNA METÁLICA



POIO DE ESTRUTURA COM ABRAÇADEIRAS

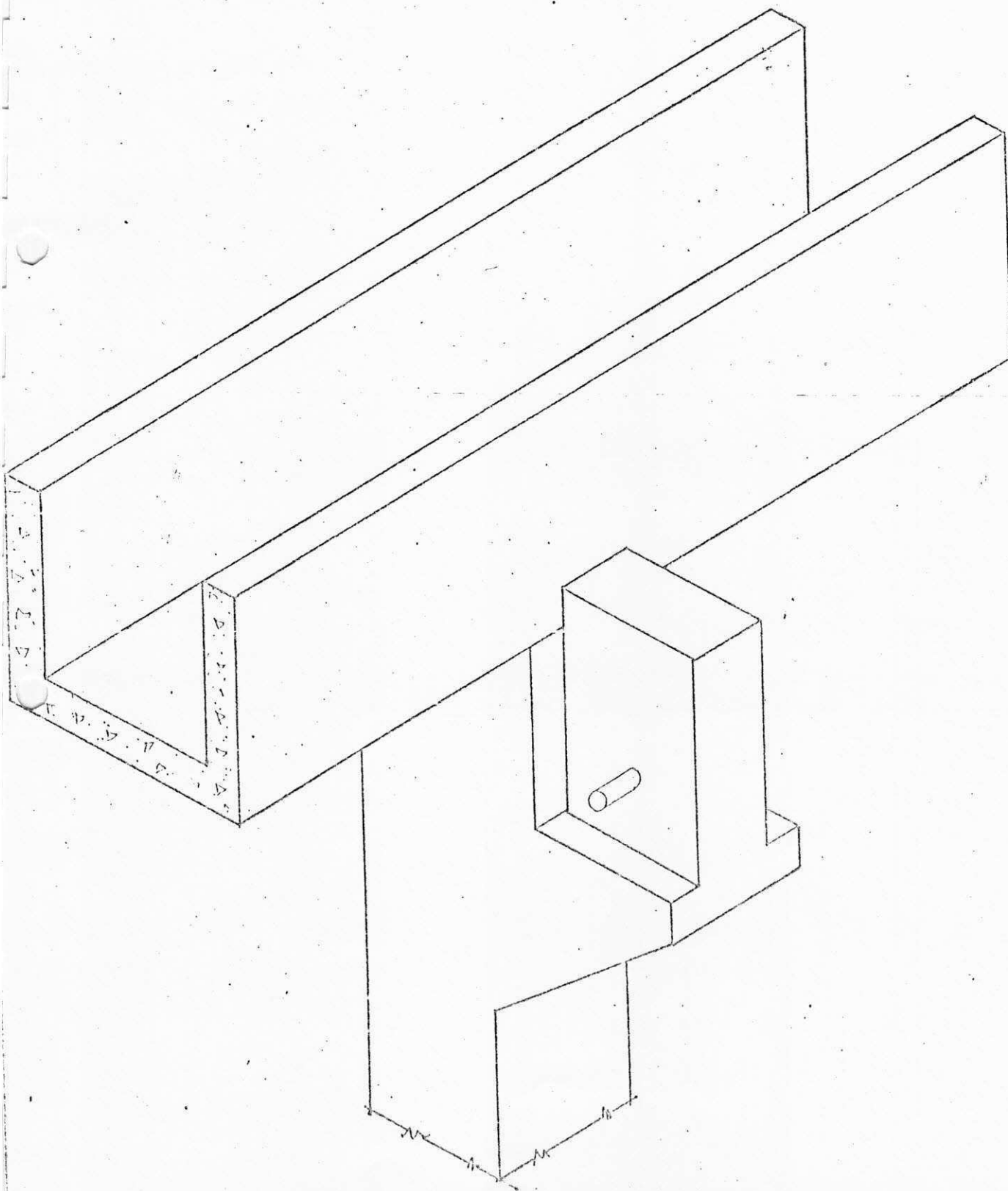




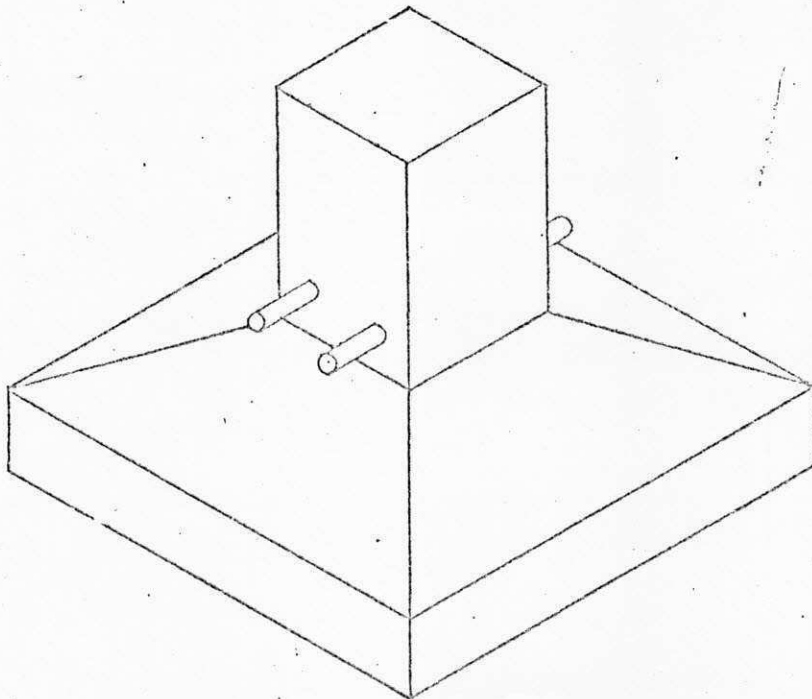
INDUSTRIAL

UNIDADE EM 1055

DETALHE DE APOIO DE ESTRUTURA EM CALHA DE CONCRETO



BASE PARA COLUNA METÁLICA (II)

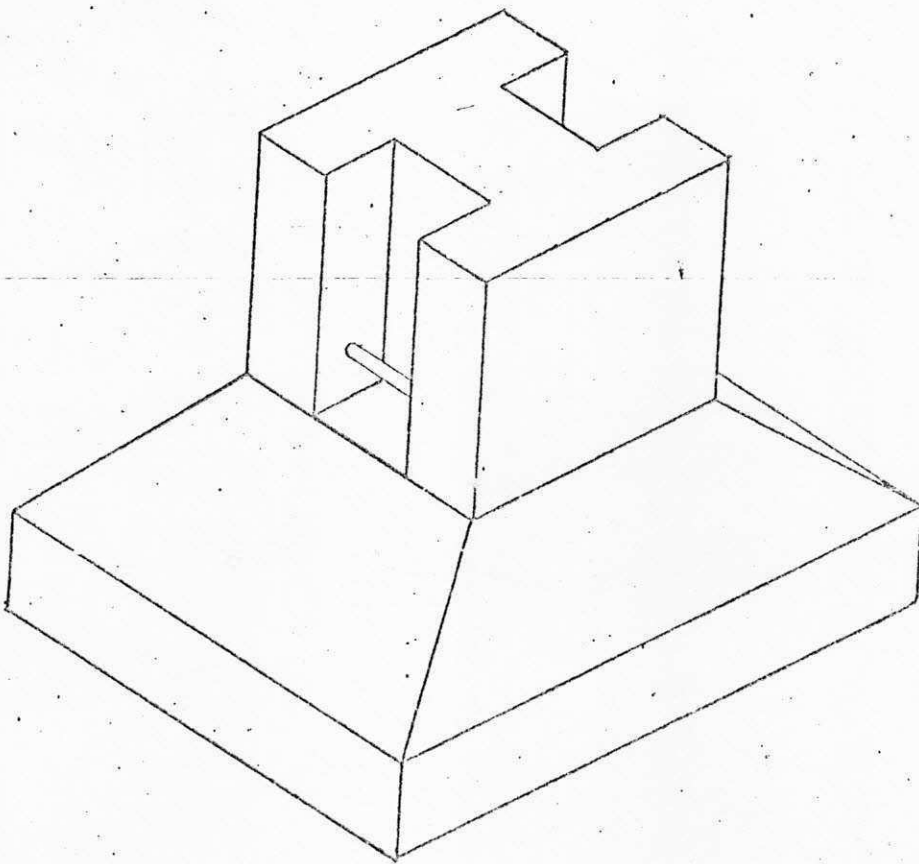




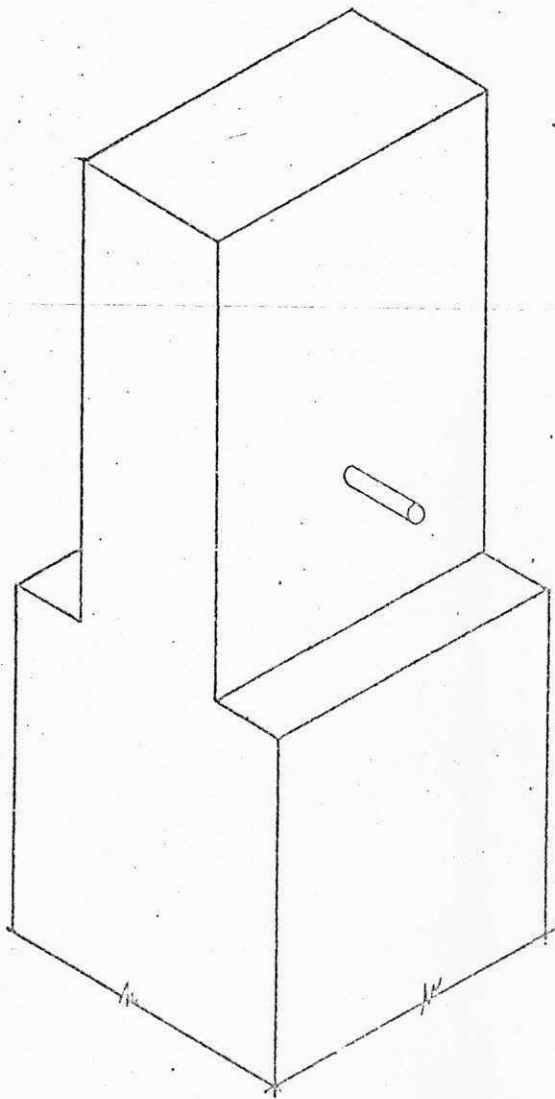
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

FUNDAÇÃO EM 1855

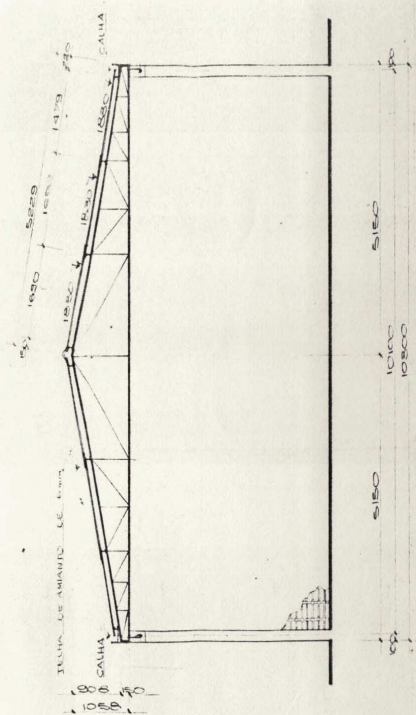
BASE PARA COLUNA METÁLICA (I)



APOIO SIMPLES PARA PILARES DE CONCRETO



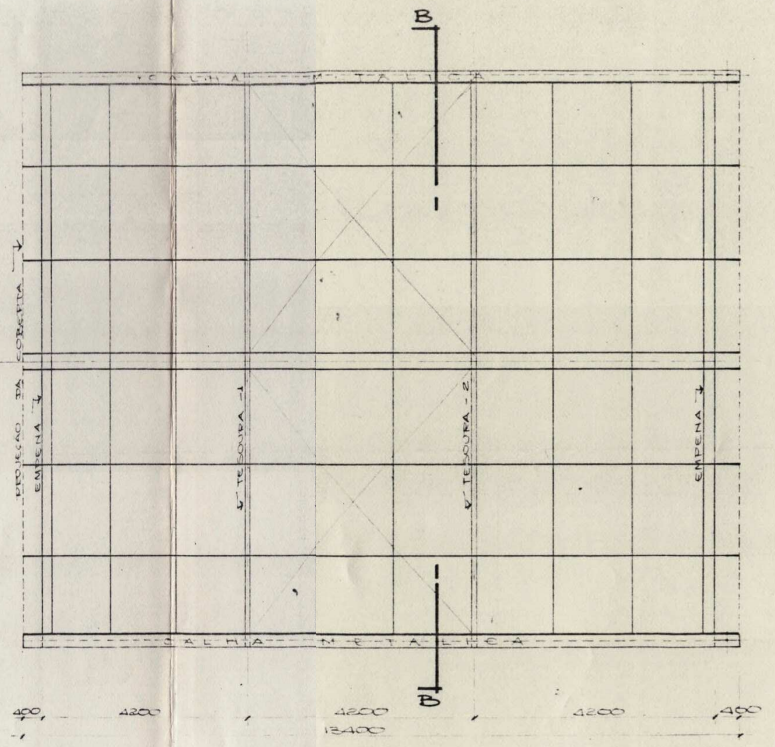
A N E X O 2



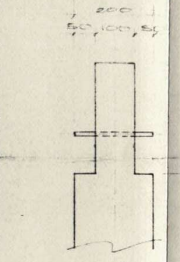
RELAÇÃO DE TELHAS

- 27 TELHAS DE 1,10x0,70x12,50
- 12 SUBTELHAS DE 1,10x0,70x12,50
- 180 TAVELAS DE 2,00x0,30

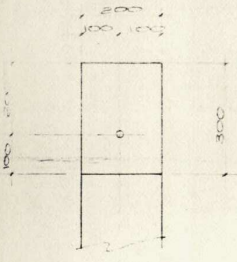
CORTE - BB
ESCALA 1/50



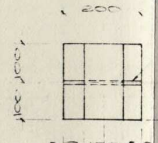
IMPLANTAÇÃO
ESCALA 1/50



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



VISTA SUPERIOR

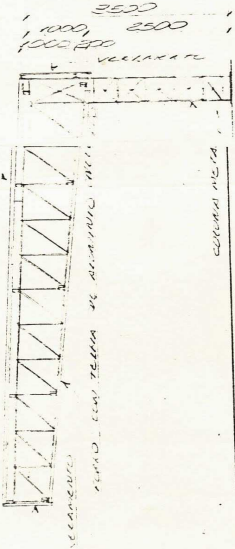
DETALHE DA CABEÇA DOS PILARES
ESCALA 1/10

IMPLANTAÇÃO, CORTE E DETALHE
CONFECCÕES MAZE

A N E X O 3

AL 1000, 1500, 1800, 2100, 2400

SECCION DE ACABADO INTERNO DEL PISO



SECCION DE ACABADO INTERNO DEL PISO

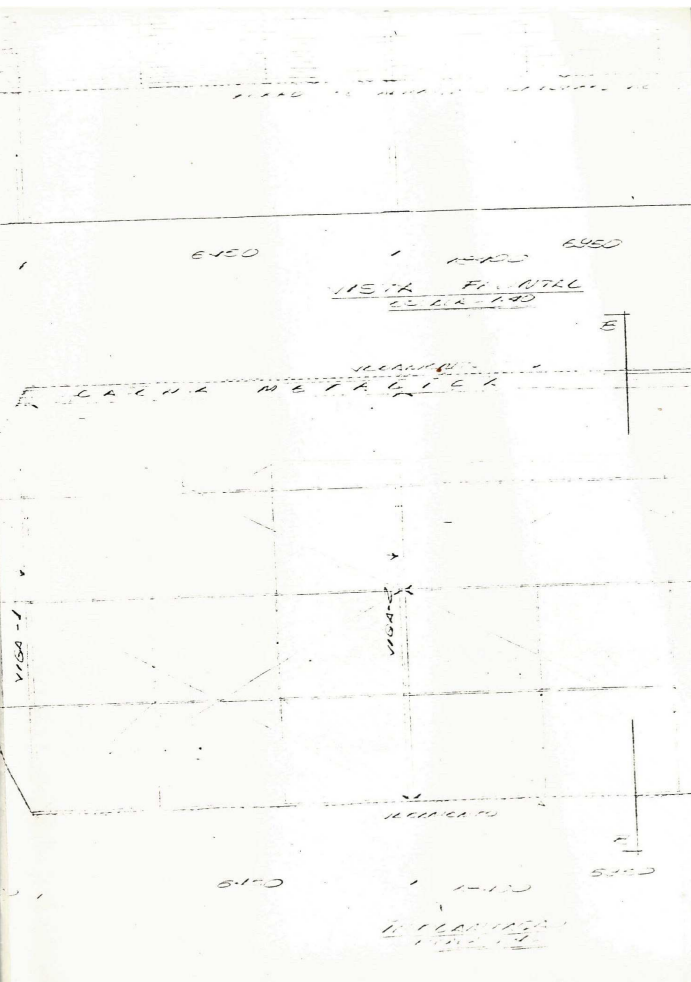
SECCION DE ACABADO INTERNO DEL PISO

5000

CORTE 5-B

ESCALA 1/20

SECCION DE ACABADO INTERNO DEL PISO



6450

5000

VIGA FINAL
ESCALA 1/20

5

VIGA - 1

VIGA - 2

VIGA - 3

VERGUELO

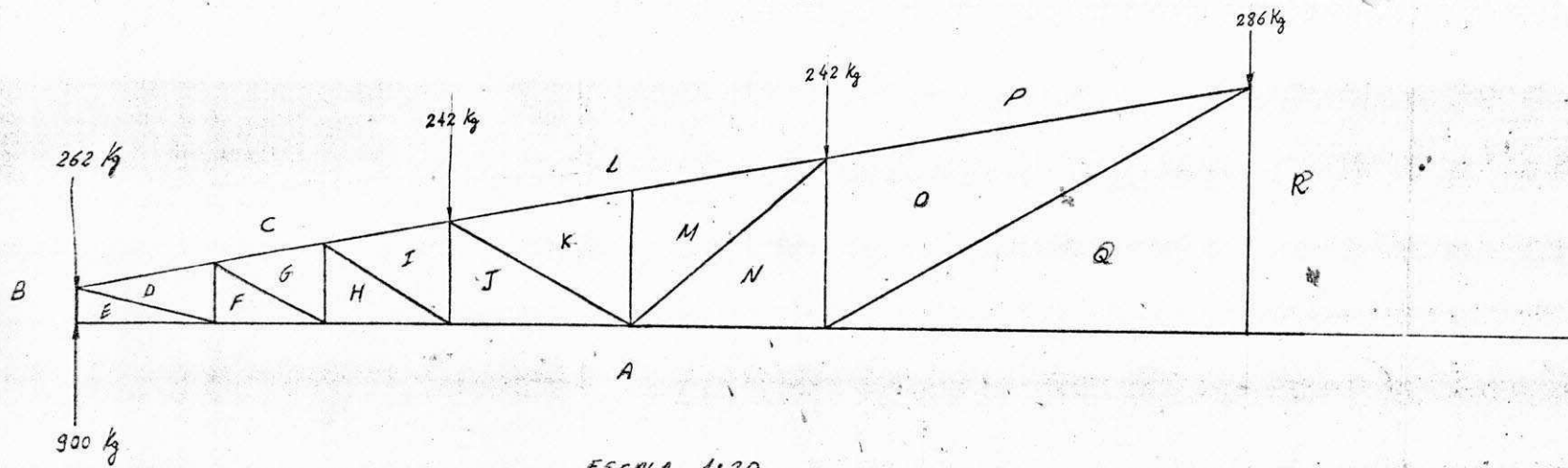
5000

5000

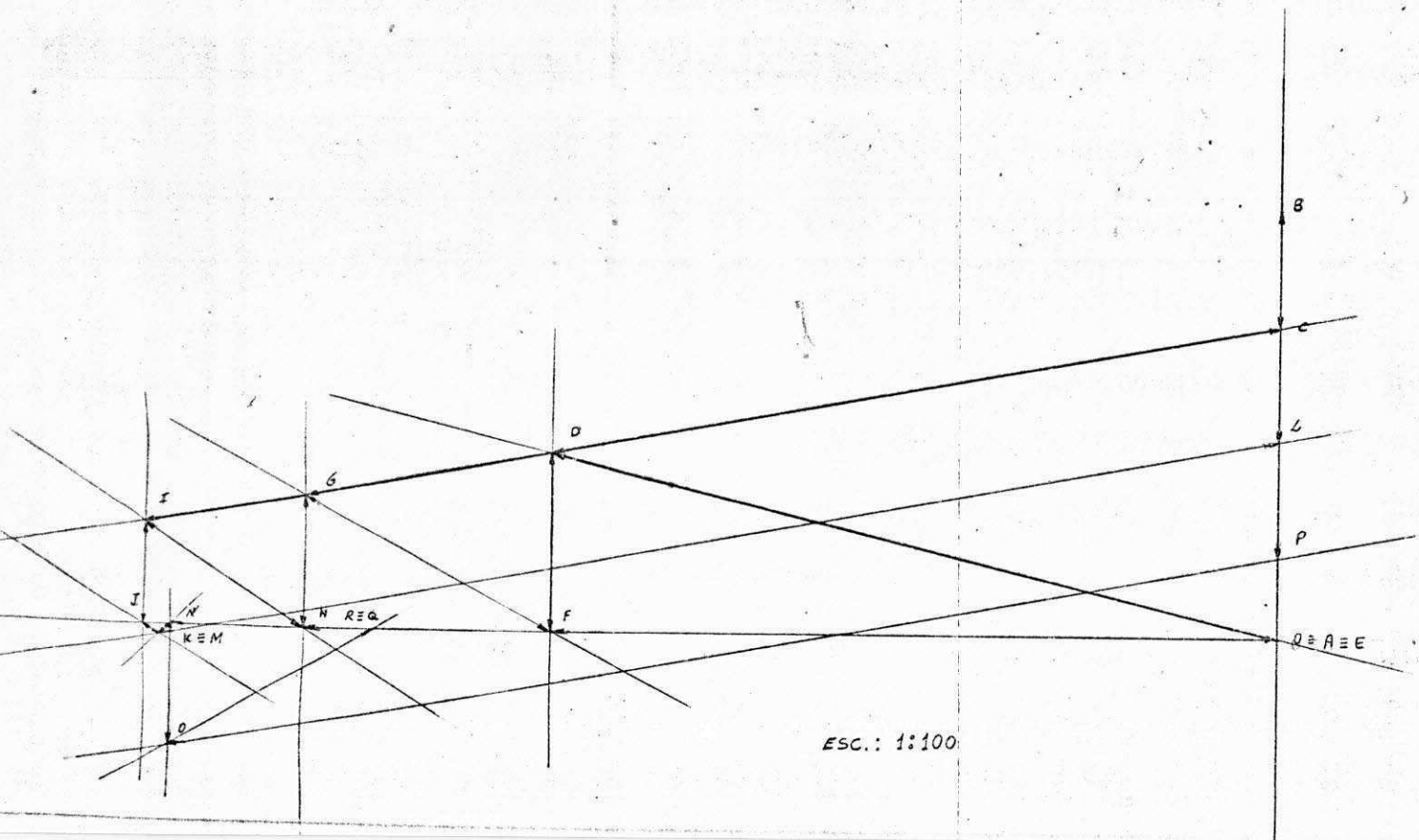
VIGA FINAL
ESCALA 1/20

5

- A N E X O 4 -



ESCALA 1:20



ESC.: 1:100

ANEXO - 4

CÁLCULO DO ESFORÇO MÁXIMO
MÉTODO GRÁFICO:
CREMONA

Superfície em m ²	DECILIVIDADE DA CALHA EM MILÍMETROS POR METRO															
	1		2		3		5		7		10		15		20	
	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D
20	65	13	50	12	45	11	49	11	35	10	30	9	25	8	22	8
30	85	15	70	14	60	12	50	12	45	11	40	10	35	9	30	9
40	105	18	80	16	70	13	60	13	55	12	50	12	40	10	35	9
50	120	19	95	16	85	14	70	14	65	13	55	12	50	12	45	11
60	140	20	110	18	95	16	80	14	70	14	60	14	55	12	50	11
70	155	21	120	19	105	17	90	15	80	14	70	14	60	13	55	12
80	170	22	135	19	115	18	100	16	85	15	75	14	65	14	60	12
90	185	23	145	20	125	19	110	17	95	16	85	15	70	14	65	13
100	200	24	155	21	135	20	120	18	100	17	95	16	80	15	70	14
110	215	25	170	22	145	21	130	19	110	18	105	17	85	15	75	14
120	230	26	180	23	155	22	140	20	120	19	115	18	90	16	80	15
130	240	26	190	24	165	22	150	21	130	20	125	19	95	16	85	15
140	255	27	200	24	170	22	160	21	140	21	135	20	100	17	90	16
150	265	27	210	25	180	23	170	22	150	22	145	21	110	17	95	16
160	280	28	220	25	190	24	180	23	160	23	155	22	115	18	100	17
170	290	28	230	26	200	24	190	24	170	24	165	23	120	18	105	17
180	305	30	240	28	210	26	200	25	180	25	175	24	125	19	110	18
200	350	32	255	30	220	27	215	27	190	27	185	26	145	21	135	19
250	385	34	300	32	260	29	245	29	220	29	215	28	165	23	150	21
300	440	36	340	34	295	31	275	31	245	31	235	30	185	25	170	22
350	490	37	380	36	330	32	305	32	270	32	255	32	205	27	185	23
400	540	39	420	38	365	35	330	32	290	32	280	32	225	27	200	24
450	585	41	460	40	405	38	355	32	315	32	305	32	240	27	215	24
500	635	43	490	43	445	40	385	32	360	32	335	32	275	27	245	25
600	720	43	560	38	485	35	405	32	405	32	365	32	315	29	280	25

S = secção em centímetros quadrado

D = diâmetro da calha semi-cir.

ANEXO 6

Ø em centímetros	Área máxima de cobertura esgotada por condutores cilíndricos - m ²	
	Concordância cilíndrica entre calha e condutor (1) - m ²	Concordância por caçamba ou grande cone entre calha e condutor (2) - m ²
6	28	40
7	38	55
8	50	71
9	64	91
10	79	113
11	95	136
12	113	1616
13	133	190
14	154	220
15	177	223
16	201	287
17	227	324
18	254	363
19	284	406
20	314	449
21	346	494
22	380	543
23	415	593
24	452	643
25	490	700

(1) Um centímetro quadrado de secção esgotada 1m² de telhado
 (2) 0,70 cm² de secção esgotada 1m² de telhado

Diâmetro do ramal	Área máxima esgotada pelo ramal			
	DECLIVIDADE			
	0,5%	1%	2%	4%
2"	-	-	32 m ²	46 m ²
3"	-	69 m ²	97 m ²	139 m ²
4"	-	144 m ²	199 m ²	288 m ²
5"	167 m ²	251 m ²	334 m ²	502 m ²
6"	278 m ²	390 m ²	557 m ²	780 m ²
8"	548 m ²	808 m ²	1.105 m ²	1.616 m ²
10"	910 m ²	1.412 m ²	1.820 m ²	2.825 m ²

APRESENTAÇÃO E INTRODUÇÃO

A Empresa METANEIDE está situada a Avenida Mister Hull nº 5.759, no Bairro Antônio Bezerra, em Fortaleza, Estado do Ceará.

Seu produto principal, aquele que é produzido em grande escala, no momento, é tambor de freio. Existem 32 (trinta e dois) tipos diferentes de tambor de freio, atendendo no mercado da Mercedes Bens, Ford, Toyota, Caterpillar, Scania Vabis. Outros produtos que participam na sua linha de produção destaca-se: Tampas para esgoto de forma quadrada e redonda, destinada a CAGECE - Companhia de Água e Esgoto do Ceará, cubos de rodas para automóveis, etc. A produção anual é em média de 40 mil peças, cerca de 1.600 ton/ano de produtos, sendo a produção média mensal de 3.300 peças. Esses números são influenciados por uma maior ou menor procura do produto, sabendo que a Empresa suporta uma produção de 5.000 peças/mês. A Empresa atua no mercado local e em todo o resto do País.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DO PROCESSO DEFINIDO

Fundição é um dos processos mais usados para obtenção de peças ou partes de máquinas e equipamentos. Pode-se entender fundição como um processo de obtenção de uma determinada peça, no seu estado final ou requerendo operações de usinagem bastante reduzidas, através da operação de vazamento de um metal líquido ou liga metálica líquida em uma cavidade (moldes) que é a cópia fiel da peça que se deseja obter.

Tal processo, como se pode notar, envolve a grosso modo, a fusão de um metal ou liga metálica, vazamento em um molde e a solidificação do mesmo. Dentro da tecnologia de fundição para obtenção de peças, existem diferentes processos, dos quais posso citar: fundição em molde de areia, fundição em moldes metálicos, fundição sob pressão, fundição em moldes de gesso, e etc. Aos diferentes processos existentes darei mais atenção ao processo de fundição em molde de areia por ser o processo existente na Empresa.

A areia de fundição é um material heterogêneo constituído essencialmente de um elemento granular refratário, dito areia base (geralmente areia silicosa), de um elemento aglomerante, seja mineral (argila base) ou orgânico (óleos, aglomerantes derivados de cereais, etc), usados para confecção dos moldes refratários.

Quanto a Origem

Quanto a origem elas podem ser: Areia Natural, Semi-Sintética e Sintética.

A Areia Natural é proveniente de depósitos naturais, originados, de arenitos de cimento argiloso ou da alteração de rochas felospáticas, caracterizada pelo fato de se acharem os grãos silicosos envolvidos por pasta argilosa. Tem a peculiaridade de ser utilizada diretamente na moldagem de peças, sem preparo especial; apenas adequadamente umedecida.

A Areia Semi-Sintética resulta de modificações introduzidas nas areias naturais por meio de adições que visam corrigir ou melhorar suas qualidades, ou seja, introdução, na areia de moldagem, dos materiais-base de que ela apresenta deficiência em vista das suas propriedades.

A Areia Sintética é obtida artificialmente, misturando os materiais-base (areia silicosa e aglomerante) tomados isoladamente. Os materiais-base, isto é, areia-base, argila-base e aglomerantes orgânicos desempenham função específica na areia sintética. Por exemplo:

- A areia silicosa dá refratariedade ao molde.
- A argila é o elemento aglomerante.
- Os aglomerantes orgânicos, como óleos e dextrina (produto intermediário formado na hidrólise de amido e açúcar), tem a virtude de comunicar propriedades especiais tais como, alta resistência mecânica e desintegração pelo calor (Colapsibilidade).

Quanto ao Uso

Na utilização ela pode ser areia nova ou areia usada.

É uma areia nova, a areia usada pela primeira vez na fundição. Nota-se a superfície dos grãos límpidas, pois acha-se recoberta por filme aglomerante transparente.

A areia é dita usada, quando recuperada de fundições anteriores. Nota-se a superfície dos grãos recoberta parcial ou totalmente por escoria ferruginosa, que comunica a cor escura à areia usada.

Quanto a Areia do Molde em Que é Usada

É chamada areia de moldagem e areia de macho.

A areia de moldagem constitui a parte do molde que forma a superfície externa da peça consta de:

- Areia de faceamento; parte da areia que entra em contato com o metal;
- Areia de enchimento; que forma o restante do molde.

A areia de macho constitui as partes do molde denominadas machos, que formam as cavidades internas da peça. Em certos machos de grande dimensões podem ser empregadas duas qualidades de areia. Aqui também se denominam areia de faceamento e enchimento, valendo salientar que se trata de areia de macho. Nos moldes de machos pequenos, geralmente é empregada uma só areia, que nesse caso será areia de macho para faceamento.

Quanto ao Estado de Umidade

No estado de umidade podem ser denominada de areia verde, seca ao ar, estufada, seca a chama ou barro.

A areia verde possui no momento do vazamento aproximadamente o mesmo estado de umidade que tinha ao ser preparada; constitui os chamados moldes verdes.

A areia seca ao ar é empregada em moldes ou machos que sofrem, antes do vazamento, uma secagem ao ar. O molde apresenta menos umidade e maior dureza na zona superficial.

A areia estufada é empregada em moldes e machos que são submetidos a uma secagem em estufa.

A areia seca a chama é empregada em moldes secos superficialmente com ajuda de chama ou ar aquecido. A partir da superfície para o interior do molde, a umidade aumenta até adquirir a umidade original da areia verde.

É denominado barro a areia em estado bastante úmido por adquirir consistência pastosa, sendo usado em moldes de alvenaria ou torneados.

Quanto a Natureza do Metal

As temperaturas de vazamentos dos diferentes metais, sua tensão superficial e atividade química são diversos e exigem diferentes requisitos no molde. Por exemplo: O alumínio é vazado a 750°C, ao passo que o aço em torno de 1450°C. Tendo o primeiro tensão superficial muito inferior ao segundo.

Quanto ao Tamanho e Espessura Média das Peças

Além da qualidade do metal, é importante o conteúdo térmico da massa de metal vazado e sua relação com a superfície de areia envolvente. O peso e a espessura média das peças são índices que relacionam de certa maneira a relação acima. A prática aconselha a seguinte classificação empírica.

- Areia para peças pequenas: Massa até 30 Kg e espessura até 10 mm.
- Areia para peças médias: Massa de 30 a 100 Kg e espessura de 10 a 25 mm.
- Areia para peças grandes: Massa acima de 100 Kg e espessura de mais de 25 mm.

Quanto a Granulação e Teor de Argila

A American Foundrymen's Society (A.F.S.) adotou uma classificação que tem por critério os dois dados:

- Módulo de finura e porcentagem de argila.

O módulo de finura traduz a granulometria média da areia. A porcentagem da argila dá o teor de material aglomerante argiloso de dimensão inferior a 20 microns.

Propriedades das Areias de Moldação:

A areia de moldagem deve apresentar as seguintes propriedades:

Plasticidade e Consistência

Alteração de forma por forças externas; retenção da forma uma vez cessada a aplicação dessas forças. Esta propriedade depende das características de resistência mecânica e deformação da areia.

Moldabilidade

A areia de moldagem deve ser facilmente socável. Com pequeno esforço deve tornar-se bem compacta, esposando a forma do modelo. Esta característica afeta a econômica de trabalho na confecção do molde e depende da escoabilidade da areia.

Dureza

O molde deve resistir ao impacto e ao atrito do jato metálico, que tende a erodir sua superfície. Esta resistência superficial chama-se dureza do molde.

Resistência

O molde deve ter certa resistência para poder ser manuseado e para resistir ao peso e a força viva do metal líquido durante o vazamento. Esta resistência depende da resistência mecânica da areia de moldação. Vale salientar que, geralmente a resistência dos corpos de prova secos da areia de moldação é maior que a resistência dos corpos de prova verdes; portanto, as peças vazadas em moldes estufado podem ser maiores do que as vazadas a verde.

Ventilação

Durante o vazamento da peça, o ar que ocupa a cavidade do molde, bem como os gases do próprio metal e da areia, gerados durante o período de vazamento, devem escapar afim de que a peça fundida seja completamente maça. Os gases devem escapar seja por canais feitos propositadamente no molde (canais de ventilação ou

de subida), ou através da areia ou mesmo pelo próprio canal de entrada (o que deve ser evitado).

Quando se pinta a superfície do molde, tira-se com isso grande parte da permeabilidade do mesmo. Neste caso a função da areia é apenas deixar-se atravessar pelos gases formados na própria areia devido ao aquecimento. Os gases da cavidade do molde saem pelos canais de ventilação da peça.

A ventilação do molde está pois, relacionada à permeabilidade da areia de fundição. Quando a areia não tem permeabilidade suficiente é comum perfurar-se o molde, ou seja, abrir canais de ventilação.

Refratariedade

A areia não deve sofrer uma fusão nem mesmo um amolecimento excessivo, fazendo ceder a parede do molde sob pressão do metal. O ponto de início de amolecimento - sinterização - assinala um índice característico referente a esta propriedade.

Variação Dimensional

As partes do molde sujeitas ao calor durante um período longo, sofrem fenômenos de variação de dimensões: primeiro dilatando-se, depois se contraem, podendo daí decorrer defeitos nas peças fundidas.

Os Ferros Fundidos

Os produtos siderúrgicos comuns são ligas ferro-carbono com teor de carbono compreendido entre 0 e 6,7%, sendo em uma faixa de 0 a 4,5%, os mais utilizados industrialmente. (Anexo 1)

Os mais importantes são os aços e ferros fundidos, havendo ainda outras classes de produtos, de emprego mais reduzido.

Estes produtos são obtidos por via líquida, isto é, são elaborados no estado de fusão, são chamados aços quando contêm

de 0 a 2% de carbono e ferro fundido, quando o teor desse elemento, está na faixa de 2 a 6,7%.

O ferro fundido é produto da refusão do gusa, com sucatas de ferro fundido, aço e fundente (calcário). Esta refusão é feita frequentemente em forno cubilô. Quando a sucata é muito miúda (cavaco) ou quando se precisa controlar com mais rigor a composição química e a temperatura, recorre-se a fornos a óleo, a carvão pulve rizado ou elétricos.

A temperatura de vazamento é cerca de 300°C mais baixa que as temperaturas exigidas para o aço; apresentando assim menor custo com relação aos aços.

Habitualmente, os aços e os ferros fundidos contêm ainda outros elementos na sua composição química, além de ferro e carbono como: manganês, silício, fosforo e enxofre, em percentagens quase sempre pequenas e que são consideradas impurezas normais. Des sas impurezas, umas aí se encontram porque não puderam ser completa mente eliminadas (fosforo, enxofre); outras porque sua qualidade di minuta não traz inconvenientes ou porque sua presença oferece até vantagens; outras ainda porque foram adicionada propositadamente, (manganês, silício, alumínio), para atenuar ou neutralizar certos inconvenientes provocados pelas primeiras.

Nos ferros fundidos, esses elementos, em presença de teores mais elevados de carbono, exercem notável influência sobre a textura e as propriedades dos ferros fundidos, porque, é de suas proporções que muito depende se haverá ou não formação de gra fita e portanto, se será ferro fundido branco ou cinzento, o produ to resultante. A composição química e a velocidade de resfriamento são os fatores mais importantes para se obter Ferro branco ou cinzen to. (Anexo 2).

O carbono pode existir nestes materiais sob duas formas:

- Carbono combinado (Fe_3C , cementita).
- Carbono grafítico (grafita).

Quando todo o carbono está sob a forma combinada, apresenta uma fratura esbranquiçada, donde o nome de ferro fundido branco; quando parte do carbono está sob a forma de grafita, o aspecto da fratura é escuro, o que deu origem a designação de ferro fundido cinzento.

O carbono nos produtos industriais está compreendido, geralmente, entre 2,5 e 3,8%. Com teores baixos há tendência para formar-se o tipo branco; a medida, porém, que o teor de carbono cresce, melhoram as condições para o material se tornar cinzento.

Nos ferros fundidos brancos, a dureza se eleva com o teor de carbono, porque aumenta a quantidade de cementita.

O silício é, depois do carbono, o elemento mais importante nos ferros fundidos. Ele favorece a recomposição da cementita em ferrita e grafita e, por isso, a ele se recorre quando se quer que o produto seja cinzento. Com pouco ou nenhum silício, o ferro fundido apresenta, em geral, fratura branca.

Para se obter ferros fundidos cinzentos com melhor resistência convém que a quantidade de silício seja suficiente para remover a grafitização até a temperatura da formação da perlita (700° C) mas insuficiente para decompor, a cementita da perlitase esta se recompuser também, resultará em um ferro fundido mais resistentes e mais mole.

O manganês tem ação contrária à do silício, pois dificulta a decomposição da cementita, em teor muito elevado, pode anular a ação do silício e o ferro fundido então resultar branco. Seu principal papel nos ferros fundidos comuns é, porém, neutralizar a ação do enxofre, formando com este MnS . Atua também como desoxidante, como nos aços. O Mn em parte combina com o carbono (Mn_3C), que entra em solução na cementita, e em parte se mantém dissolvido na ferrita.

O fósforo, quando em teores normais é grafitizante e não desempenha um papel preponderante; em teores elevados, contribui para fragilidade e atua como estabilizador da cementita. Contudo, sua presença é às vezes desejada por aumentar a fluidez do metal líquido, o que permite moldar peças de paredes mais finas e de contornos mais nítidos. Entretanto, se a peça tiver partes finas e for de certa responsabilidade, prefere-se empregar ferro fundido com menos fósforo e vaziar a temperaturas mais altas.

O enxofre age mais ou menos como o manganês, sob a forma de sulfeto de ferro torna o material mais sensível às consequências de um esfriamento rápido (maior tendência para o coquilhamento). Esse elemento tem marcada influência no tipo de grafificação.

Uma peça apresentando fratura branca por causa do enxofre, é, em geral, muito mais quebradiça e de dureza mais irregular do que quando é branca por outras razões.

Velocidade de Resfriamento

Além da atuação dos diversos elementos que acabam de ser citados, há a considerar a influência capital que exerce a velocidade de esfriamento. Como a decomposição da cementita em ferro gama e grafita requer um certo tempo para se efetuar, embora muito curto em altas temperaturas, pode-se atenuá-la, ou mesmo evitá-la totalmente, por meio de um esfriamento rápido desde o início da solidificação. Esse procedimento pode de tal modo dificultar a recomposição, que a obtenção de ferros fundidos brancos não seriam dificultada. Comparando com o que seriam ferros fundidos cinzentos com o resfriamento lento habitual.

A velocidade de esfriamento depende de dois fatores principais: do material que é feito o molde e da espessura das peças vazadas. Moldes de areia permitem um esfriamento lento, ao passo que moldes metálicos (chamados coquilhas) provocam um esfriamento rápido, especialmente se forem espessos.

Como o resfriamento lento favorece a formação de grafita, as peças de ferro fundido cinzento espessas, esfriando mais devagar, terão mais grafita, ou grafita mais desenvolvida, do que peças pequenas ou de paredes delgadas feitas do mesmo material. Assim também, na parte interior, que leva mais tempo para esfriar, os veios de grafita serão maiores do que na parte periférica.

A temperatura na qual o metal é vazado no molde também tem grande influência: quanto mais alta for, mais fluído será o metal e melhor esposará as formas do molde; por outro lado, o aquecimento deste será muito maior antes da solidificação se iniciar, o

que diminuirá a velocidade de esfriamento. Em se tratando de moldes metálicos, isso nem sempre convém, pois ficariam prejudicados a solidificação e o esfriamento rápido que com eles se deseja produzir.

O ferro fundido cinzento é menos duro e menos frágil do que o branco e pode ser trabalhado com ferramentas comuns de oficina, isto é, sofrer acabamento posterior como aplainamento, torneamento, perfuração, rosqueamento, etc; ao passo que o branco só pode ser trabalhado com ferramentas especiais, e assim mesmo, com dificuldade, ou então com esmeril. Além disso, o ferro fundido cinzento apresenta ainda apreciável resistência à corrosão. Possui também mais capacidade de amortecer vibrações, do que o aço. O emprego do ferro fundido branco se restringe aos casos em que se busca dureza e resistência ao desgaste muito altas sem que a peça necessite ser ao mesmo tempo dúctil.

Ferro Fundido Nodular

O ferro fundido nodular é um tipo de ferro fundido diferente do já convencional ferro fundido cinzento no que se refere a forma em que se apresenta a grafita contida em sua estrutura.

No nodular a grafita se precipita sob forma de nódulos o que lhe confere algumas propriedades mecânicas não possuídas pelo cinzento já que neste caso a grafita se precipita sob forma de veios.

O processo consiste na adição de cério, ou de magnésio, em pequenas quantidades, a um ferro fundido cinzento, pouco antes do vazamento. Essas adições evitam a grafitização primária e transformam o ferro fundido cinzento em ferro fundido branco. Seu efeito cessa após alguns minutos. de modo que, controlando-se a composição do ferro fundido, sua temperatura no momento da adição o tempo decorrido até o vazamento e a velocidade de esfriamento no molde, é possível obter-se uma grafitação com a formação direta de nódulos.

O cério é em geral adicionado na forma de "mischmetal", que é uma liga de cério, lantânio e outros metais do grupo das

terdas raras. O magnésio é adicionado na forma de ligas magnésio-níquel ou magnésio-cobre.

Para acelerar o processo de grafificação são adicionados além do silício outros grafizantes mais enérgicos, como o alumínio.

Quando as adições são insuficientes para evitar a grafificação em veios, obtem-se partículas de grafita na forma de veios radiculares, ou em veios curtos, com bordos arredondados que são formas intermediárias entre a grafita nodular e a lamelar.

O ferro fundido nodular de uso geral na indústria automobilística situa-se quanto a estrutura e propriedades entre os tipos SAE-60-40-10 (estrutura ferrítica) e SAE 80-60-03 (estrutura perlítica) onde:

SAE 60-40-10 (equivalente métrico 42-28-10).

60.... Limite de resistência a tração
(60.000 PSI).

40 ... Limite de escoamento (0,2% deformação)
(40.000 PSI).

10 ... Alongamento (Correspondente a 10%).

Dureza de 190 a 190 HB.

SAE 80-60-03 (equivalente métrico 56-42-03).

80 ... Limite de resistência a tração
(80.000 PSI).

60 ... Limite de escoamento (0,2% deformação).
(60.000 PSI).

03 ... Alongamento (correspondente a 3%).

Dureza de 200 a 260 HB.

Se for introduzido suficiente magnésio no ferro fundido cinzento para que seja detido em proporção de 0,07%, a grafita terá forma esferoidal desde que não haja influência de outros elementos considerados nocivos. Este efeito não é exercido quando o enxofre estiver presente em teor superior a 0,02%.

Como o magnésio é um forte desulfurante além de ser oxidante, ele próprio serve para baixar o teor de enxofre até poder agir como elemento esferoidizante.

Para a produção de ferro fundido nodular são usadas ligas de magnésio com outros metais nos quais ele é miscível, tais como: o cobre, o níquel, o ferro, o silício, todos contendo um teor de magnésio variando de 8 a 10%.

Como o magnésio é um forte formador de cementita é quase sempre necessário inocular com ferro silício, (75% Si) o ferro tratado com liga de magnésio, a fim de evitar fraturas brancas. Além disso o ferro deverá ser transferido de panela (caso do forno cúbico), antes de ser vazado no molde, o que implica em dois fatores:

- A temperatura do metal na saída do forno tem que ser suficientemente alta para permitir estas transferências de ferro líquido (1.320 a 1.360°C ao vazar no molde);
- A composição química original da carga deve ser mantida baixa em silício para compensar o adicionado por inoculação.

O fósforo em teor acima de 0,1% afeta consideravelmente as propriedades físicas do produto final, pela formação da steadita (eutético do ferro e fósforo), fase dura e quebradiça que reduz a tenacidade e ductilidade do ferro.

A peculiaridade principal do ferro fundido nodular é a complexidade de sua produção, tendo em vista os inúmeros fatores que entram em jogo sendo necessário se fazer um rigoroso controle de produção.

O controle de produção do referido ferro implica no seguinte:

- Necessidade de controle metalúrgico e metalográfico;
- Controles de análises químicas;
- Controle da temperatura de fusão;
- Ensaios mecânicos (resistência a tração, etc).

DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A Empresa METANEIDE LTDA, é a pioneira no Nordeste na fabricação de autopeças, se empenhando na produção de tambores de freio para caminhão e automóveis e cubos de rodas para ponta de eixo. Sua produção esta dirigida para obtenção de ferro fundido cinzento e ferro fundido nodular; utilizando tecnologia adequada, pelo processo de fusão em forno cubilô e elétrico e moldagem em areia verde.

Basicamente a Empresa está dividida em 5 (cinco) grandes setores:

- Setor de Fundição;
- Setor de Usinagem;
- Setor de Pintura;
- Setor de Manutenção;
- Setor de Controle de Qualidade.

Setor de Fundição

O Setor de Fundição, também chamado de PPSA-Produção de produto semi-acabado, é responsável pela fabricação de tambores e outras peças, em sua forma semi-acabado. Aqui as peças são moldadas, vazadas, desmoldadas e rebarbadas, isto é, tirado as rebarbas para trabalho posterior de usinagem.

A moldação é feita em areia sintética, já usada de fundições anteriores e moldada a verde. A areia usada, sílica, é a areia de praia (dunas), onde é misturado com aglomerante mineral, bentonita e mogul, amido de milho acompanhado de umidade adequada, apresentando assim, maior consistência ao molde.

A preparação da areia é feita em misturadores, (dois), de rebolo com capacidade para homogenização de 2 ton/h cada um.

A moldagem é feita com socadores (marleteles) pneumáticos, em número de 4 (quatro), abastecidos por compressores da

Atlas-Copco com tanque de armazenagem de 350 litros.

As caixas de moldação são feitas na própria empresa, confeccionadas em chapas de aço e cano de aço (apoios das mãos), pinos guias (dois) e está dividida em duas semi-caixas. Os modelos são fundidos em alumínio na própria empresa.

O forno utilizado para obtenção do ferro fundido cinzento e nodular é o cubilô. A empresa dispõe de dois fornos cubilôs com capacidade de 3 ton/h.

Hoje em dia, devido a incentivos econômicos a Empresa tem operado com forno elétrico a arco indireto, com capacidade para 2 ton/h; forno este que a carga é aquecida pelos calor irradiado pelo arco entre os dois eletrôdos laterais, promovendo uma fusão da carga sem contaminação. Normalmente o custo operacional de um forno elétrico é mais oneroso que um forno cubilô; -mas devido a um plano de incentivo a pequena e média empresa proposto pela CHESF-Companhia Hidroelétrica do São Francisco, em convênio com a COELCE-Companhia de Eletricidade do Cará, tem sido possível operar com forno elétrico apresentando economia satisfatória neste aspecto. A empresa só paga 1/3 do valor normal; por outro lado, seu consumo não poderá exceder ao previsto pela própria empresa, e se esta, não consumir a energia requerida, também pagará como se tivesse consumido.

A carga do forno cubilô é basicamente de carvão mineral (coque), sucata de ferro fundido, calcário (fundente), ferro gusa. Na carga do forno elétrico deixa-se de utilizar carvão mineral (coque) e calcário permanecendo o restante.

O ferro obtido do cubilô ou forno elétrico são vazados em uma panela (cadinho) e com esta é vazada nos moldes. A temperatura do ferro é controlada por pirômetro óptico. A temperatura de vazamento fica em torno de 1.300°C.

A demoldação é feita com vibrador (Snake-Out) e após esta operação são retirado os canais de alimentação, massalotes, canais de distribuição, etc. Após a limpeza total das rebarbas as peças passam para o roto-jato. O roto-jato é um equipamento de limpeza das peças no qual utiliza jato de granalha de aço sobre as peças, ao

mesmo tempo em que estas são giradas automaticamente. Algumas peças utilizam o jato de areia.

As peças que não apresentaram defeitos de fundição ou seja, quebra do bolo, excentricidade, etc ou qualquer outro defeito que seja visível ao limpador, não irá para o setor de usinagem, mas sim para sucata de retorno.

Setor de Usinagem

O Setor de Usinagem recebe a peça semi-acabada, e promove os trabalhos de furação e tornearia.

Este setor dispõe de 12 (doze) tornos e e (quatro) furadeiras, sem contar com esmeril de bancada, que são três.

As peças que vêm do setor de fundição são separadas e divididas as tarefas entre os tornos, ou seja, é consultado a ficha de controle de produção e estoque, verificando qual o de maior prioridade e assim serão iniciados os trabalhos da primeira tornearia. Esse primeiro trabalho poderá ser feito por 2(dois) ou 3(três) tornos dependendo da necessidade. E após esta operação os tambores de freio receberão o trabalho de furação, passando para a segunda e terceira operação de tornearia.

No Setor de Usinagem é onde são identificadas a maior parte dos defeitos internos, seja macro-dechupe, inclusões, etc.

Setor de Pintura

As peças sãs, vão para o Setor de Pintura.

As peças são pintadas com pistola adequada e após a secagem são destinadas ao estoque de produto acabado.

Setor de Manutenção

Existem dois setores de manutenção. Um responsável pela parte elétrica, no seu âmbito geral, e o segundo pela parte mecânica.

É no setor de manutenção, que são confeccionadas as caixas de modação e operações de acabamento dos modelos.

O setor de manutenção está responsável pela manutenção dos equipamentos, ou seja, lubrificação, troca de peças, etc.

A manutenção dispõe de torno frezadora, plaina lixadora, retífica, bancadas, furadeiras, etc.

Setor de Controle de Qualidade

O Controle de Qualidade é feito em todo o processo industrial, para garantir a qualidade do produto e assegurar as especificações exigidas.

Dispõe de laboratório, onde o controle adotado abrange desde a matéria-prima até o produto final. Os ensaios a serem feitos, podem ser assim especificados:

- Análises Químicas:

- . Determinação do Carbono;
- . Determinação do Silício;
- . Determinação do Manganês;
- . Determinação do Enxofre;
- . Determinação do Fósforo.

- Ensaio Mecânicos:

- . Ensaio de Tração;
- . Ensaio de Dureza (brinell).

- Análise metalográfica:

- . Preparação e interpretação de corpos de prova (ensaio metalográfico);
- . Preparação da amostra para ensaio metalográfico (polimento e ataque químico).

- Ensaio e Análise de Areia de Fundição:

- . Granulometria;
- . Permeabilidade;
- . Tração - Compressão - Flexão;
- . Umidade.

PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

Planejamento

A Empresa tem uma produção em série. A produção é conforme uma previsão média de vendas. O setor comercial informa para a expedição quanto vai faturar no mês. Os pedidos em carteira do referido mês. Em seguida a expedição envia para o setor de produção a ordem de fabricação das quantidades necessárias para repor seu estoque, se preparando para as vendas do mês seguinte. A Empresa sempre está procurando manter um nível satisfatório de materiais em estoques no setor de expedição, conforme a venda prevista para o mês seguinte, que é estimada através da média de vendas dos 3(três) últimos meses, com os pedidos em carteira. Esses cálculos são realizados pelo setor comercial.

Controle de Produção de Estoque

É feito diariamente, através de formulário que segue no anexo 3.

Podemos observar no formulário, a coluna de peças onde são especificadas todas as peças, produtos acabados, existentes no Estoque. Em seguida temos a coluna de estoques, onde é anotado as quantidades existentes. Na seguinte, é anotada a produção prevista de cada peça para o dia. Depois temos os pedidos por peça, que vamos atender naquele dia. E finalmente, o saldo das peças em estoque, o qual deverá passar para o dia seguinte.

Com este formulário temos um controle diário na produção e estoques. Mas, observamos que a Empresa não tem um controle sobre as peças previstas a serem produzidas e os que realmente foram produzidas.

Tempo do Processo Produtivo

O Processo leva 48 horas para percorrer todo o flu
xo de produção: não sendo rejeitado em nenhum controle de qualidade.
Seriam necessárias 48 horas para a Empresa transformar as matérias-
primas em produto acabado.

FLUXOGRAMA DE PRODUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE

Fluxograma de Produção

Podemos observar, através do fluxograma de Produção (anexo 4), os diversos caminhos que a matéria prima vai seguir durante todo o processo de produção até se transformar em produto acabado.

Por um lado temos a preparação da carga, ou quanto de cada matéria prima é necessário para termos o produto em sua composição exigida. Temos temperatura, composição exigida e referência, etc. Logo depois da Preparação da Carga temos sua Fundição. Na Fundição temos a Ficha de Controle de Fundição (Anexo 5). Vai indicar as matérias primas em quantidades e %, o nome da peça, o nº da corrida, etc. Por outro lado é feita a preparação da areia para dar a consistência necessária a moldação. Na preparação da areia temos as seguintes etapas:

- Peneirar a areia (areia de praia)
- Misturar com mogul, betonita e água.

Na moldação vamos imprimir os modelos na areia preparada. Após, temos o vazamento que consiste em por o material da fusão na moldação. Na desmoldação vamos quebrar toda a areia que reveste a peça. Depois de ocorrer a limpeza e rebarbamento, a peça vai para o estoque de produtos fundidos. De lá a peça vai para as diversas operações de torncaria e furação. Para finalizar temos a pintura. Agora a peça vai para estoque de produto acabado e somente será liberada para expedição.

Controle de Qualidade

Quanto ao controle de qualidade, vamos agora descrever suas etapas, de acordo com o número que está entre uma operação e outra no Fluxograma de Produção.

Descrição das Etapas

Controle da Matéria Prima e Cálculo de Carga

- RESPONSÁVEL: Supervisor do controle de qualidade de fundição.
- EXECUTIVO: Supervisor ou qualquer auxiliar por ele designado.
- OBJETIVO: Controlar quantitativa e qualitativamente os materiais constituintes da carga do forno, para que seja garantida a qualidade e uniformidade do metal fundido.
- EQUIPAMENTO: Balança e todos os equipamentos do laboratório.
- FREQUÊNCIA: Sempre que estejam sendo preparadas cargas para o forno e durante a recepção das matérias primas.

Fiscalização da Qualidade dos Moldes

- RESPONSÁVEL: Supervisor do controle de qualidade da fundição.
- EXECUTOR: Supervisor ou qualquer auxiliar por ele designado.
- OBJETIVO: Fiscalizar a moldação verificando: compactação da areia, teor de água e aglomerante na areia, acabamento do molde, estado de conservação do modelo e verificação da impressão do nº da corrida no molde.
- EQUIPAMENTO: Laboratório.
- FREQUÊNCIA: A cada 2 (duas) horas.

Controle de Qualidade do Metal Produzido

- RESPONSÁVEL: Supervisor do controle de qualidade da fundição.
- EXECUTOR: Supervisor ou qualquer auxiliar por ele designado.
- OBJETIVO: Acompanhar a fusão do metal verificando: composição química, nível de coquilhamento, temperatura de vazamento, quantidade de ligas inoculadas e correções metalúrgicas a serem feitas quando necessário.
- EQUIPAMENTO: Pirometro óptico, cunha de coquilhamento e laboratório.

FREQUÊNCIA: Durante toda a corrida a intervalos uma hora, ou com maior frequência quando for constatada alguma irregularidade.

Controle Dimensional das Peças Brutas

RESPONSÁVEL: Supervisor de controle de qualidade da fundição.

EXECUTOR: Supervisor ou qualquer auxiliar por ele designado.

OBJETIVO: 1º - Verificação visual da conformação e acabamento superficial das peças.
2º - Conferir periodicamente todas dimensões da peça em bruto para detectar possíveis desgastes nos modelos ou problemas de moldação.

EQUIPAMENTO: Equipamentos de Laboratórios de Metrologia.

FREQUÊNCIA: 1º em 100% das peças.
2º diariamente por amostragem.

Controle Dimensional da 1a. Operação

RESPONSÁVEL: Supervisor de controle de qualidade da usinagem.

EXECUTOR: Operador da Máquina.

OBJETIVO: Conferir as dimensões obtidas na 1a. operação de torneamento.

EQUIPAMENTO: Gabarito passa-não-passa de 1a. operação correspondente a peça que está sendo usinada e paquímetro de 4".

FREQUÊNCIA: 100% das peças.

Controle Dimensional da Furação

RESPONSÁVEL: Supervisor de controle de qualidade da usinagem.

EXECUTOR: Operador da Máquina.

OBJETIVO: Conferir as dimensões obtidas com a furação.

EQUIPAMENTO: Gabarito para conferência da furação, gabarito passa-não-passa para conferência do diâmetro dos furos.

FREQUÊNCIA: 100% das peças.

Controle Dimensional da 2a. Operação

RESPONSÁVEL: Supervisor de controle de qualidade da usinagem.

EXECUTOR: Operador da Máquina.

OBJETIVO: Conferir as dimensões obtidas com a 2a. operação de tornearia.

EQUIPAMENTO: Gabarito passa-não-passa de 2a. operação correspondente a peça que está sendo usinada, gabarito de profundidade total da peça, paquímetro de 8", gabarito de curvas quando a peça requerer.

FREQUÊNCIA: 100% das peças.

Controle Dimensional da 3a. Operação

RESPONSÁVEL: Supervisor de controle de qualidade de usinagem.

EXECUTOR: Operador de Máquina.

OBJETIVO: Conferir as dimensões obtidas na 3a. operação de torneamento.

EQUIPAMENTO: Gabarito passa-não-passa da 3a. operação correspondente a peça que está sendo usinada e paquímetro de 8".

FREQUÊNCIA: 100% das peças.

Inspeção Geral para Aprovação da Peça

RESPONSÁVEL: Supervisor do controle de qualidade da usinagem.

EXECUTOR: Supervisor ou auxiliar do controle de qualidade.

OBJETIVO: Conferir todas as dimensões da peça e verificar se estão de acordo com as especificações contidas no desenho.

EQUIPAMENTO: Todos os gabaritos já mencionados nas etapas anteriores, mesa para teste de ovalização, concentricidade e

paralelismo de superfície, além de todos os equipamentos do laboratório de metrologia, quando necessário.

FREQUÊNCIA: 100% das peças.

Inspeção de Expedição

RESPONSÁVEL: Supervisor de controle de qualidade da usinagem.

EXECUTOR: Supervisor de qualidade com auxiliar.

OBJETIVO: Os mesmos da Inspeção Geral para Aprovação da Peça acrescido do controle da dureza e preenchimento dos formulários de controle de qualidade para arquivo e acompanhamento do lote.

EQUIPAMENTO: Paquímetros, micrômetros, mesa para teste de ovalização, concentricidade e paralelismo de superfície, durômetro portátil e demais equipamentos do laboratório de metrologia necessário.

FREQUÊNCIA: Sempre que for expedido algum lote de peças é feito por amostragem variando entre 5 e 10% das peças, dependendo do tamanho do lote.

MATERIAIS

Matérias-primas e Materiais Secundários

Matérias-primas

As principais matérias-primas usadas pela Empresa são:

- gusa
- sucata de ferro fundido
- ferro silício
- ferro manganês
- ferro silício magnésio

Sistema de Armazenamento das Matérias-primas

São armazenados ao ar livre. O caminhão chega e descarrega as matérias-primas em seus devidos locais. Na chegada de Gusa, o caminhão vai descarregar no monte onde há gusa. Assim é para todas as outras matérias-primas.

Materiais Secundários

Os principais materiais secundários usados na produção são:

- Wídias - ferramentas de corte
- Mogul
- Bentonita
- Tinta
- Abrasivos

Sistema de Almojarifado

Não existe um lay-out padronizado no almojarifado. O material é posto em prateleiras, estantes. Ferramentas diversas, gabaritos, óleos lubrificantes e materiais secundários são os principais materiais do almojarifado. Sendo que o mogul e betonita são estocados em depósitos, fora do almojarifado por serem estes utilizados em maiores quantidades.

Controle de Almojarifado

Para controlar as saídas e entradas de materiais no almojarifado é utilizado a ficha de Kardek, o chefe de uma seção requisita o material, o almojarifado entrega o material requisitado e, controla sua saída na ficha de Kardek. O mesmo é feito quando da entrada de materiais no almojarifado.

Fluxo de Aquisição

O almojarifado sente a necessidade de adquirir os materiais, comunica-se com o setor de compras. O setor de compras recebe a requisição e analisa o consumo médio mensal dos materiais, último preço dos materiais requisitados e, o estoque mínimo de cada um. Feita a análise, o setor de compras elabora um pacote de compras com as quantidades estabelecidas por este. Toda a mercadoria que entra na empresa é através de pedido, em 5 (cinco) vias. A 1a. via é a do fornecedor, a 2a. via vai para o almojarifado, a 3a. via é do setor de compras, a 4a. via para contas a pagar e a 5a. fica no bloco de pedidos, assim a empresa mantém um maior controle dos materiais que utiliza. Na escolha de fornecedores é observado o preço, prazo de entrega, qualidade do material, etc.

Fornecedores

A empresa utiliza os cadastros de todos os seus fornecedores e os mantém atualizados.

Alguns de seus fornecedores locais são: Tiamil, Petrolusa, Sobral e Palácio, Companhia Quixadá, CELENE - com materiais refratário, Recamond - com fardamentos.

Os fornecedores de outros Estados são:

- BUSCHELE E LEPPE - de Santa Catarina
Compra o carvão mineral, que é usado como fonte de energia para os fornos.
- INSIVIPA - de Minas Gerais
Compra a gusa.
- GRANALHA DE AÇO - de São Paulo
Compra a granalha de aço
- REFINAÇÕES DE MILHO DO BRASIL - de São Paulo
Compra o mogul que é o momopólio desta fábrica.
- SANDVK DO BRASIL - de São Paulo
Compra os wídios.
- METALUK - de São Paulo
Compra as ligas metálicas
- REFRAMAK - de São Paulo
Compra os materiais refratários.

AMBIENTE DE TRABALHO

Higiene e Segurança no Trabalho

Neste setor a Empresa encontra-se bem estruturada, já que dispõe de todos os requisitos necessários para proporcionar a seus funcionários um bom nível de segurança no trabalho e uma ótima higiene. Dentre os requisitos acima, temos os principais:

Comissão Interna de Prevenção de Acidente - (CIPA)

Atua regularizando a utilização dos equipamentos de segurança do trabalho. Além de outras funções, ela registra e analisa todos os acidentes ocorridos na empresa, enviando todo mês um boletim ao Ministério do Trabalho. A CIPA se torna obrigatória em toda Empresa com mais de 100 (cem) empregados.

Ambulatório Médico

Com a presença de um médico diariamente durante duas horas.

Restaurante

Fornece refeições subsidiadas pela Empresa aos funcionários interessados. A refeição é subsidiada em 50% de seu valor.

Área de Lazer

Para seus funcionários, com jogos (dama, dominó e sinuca) e música. É utilizada durante 1 hora de intervalo que os funcionários tem entre o período da manhã e o período da tarde.

Banheiros e Armários

Conta atualmente com 2 (dois) banheiros amplos e aseados. Mantém também, 1 (um) armário para cada funcionário onde podem guardar suas roupas e objetos pessoais.

MÃO-DE-OBRA

Na empresa a mão-de-obra qualificada fica em torno de 60% do pessoal. E a não qualificada é em média de 40% do pessoal. Constando de:

- Torneiro Mecânico
- Operadores de Furadeiras
- Serralheiros
- Operadores de Máquinas de Granalhas de Aço
- Moldadores
- Modelador
- Fundidores
- Técnico em Fundição
- Técnico em Usinagem
- Mecânicos de Manutenção; etc...

TRABALHOS ACOMPANHADOS E EXECUTADOS NA EMPRESA

Os trabalhos que acompanhei dentro da Empresa foram no Setor de Produção. E como trabalho executado, foi feito um Plano de Lubrificação Elétrico-Mecânico, dentro da Empresa.

TRABALHOS ACOMPANHADOS

Preparação da Areia

O processo de preparação da areia é iniciada na desmoldação. As caixas de moldação passam pelo vibrador (Shake-Out), onde são desmoldadas e a areia usada, é transportada por um conjunto de esteiras até o silo grande tendo esta capacidade de armazenamento de $5m^3$. Neste silo, na parte superior, a areia recebe um trabalho de peneiramento com separação de torrões, finos e impurezas metálicas. Os finos são retirados por ventilação na areia. As impurezas metálicas provindas da peça fundida, são corrigidas através de eletro-imãs e finalmente os torrões são eliminados pelo trabalho de peneiramento. Após esse tratamento a areia é armazenada no silo grande, passando em seguida para um silo menor abaixo deste, tendo uma capacidade de armazenagem igual a capacidade de mistura dos misturadores, 150 Kg.

A carga do misturador é feita com areia de retorno, módulo de finura 70, 5% de bentonita e 1,5% de mogul, com umidade de 4 a 6%. A areia é misturada durante 3 minutos. Após a mistura a areia é transportada por carrinhos de mão até o local de moldação.

Moldação.

A Moldação é feita com 5 moldadores e produção média de 42 tambores de freio por dia.

Os tambores são moldados com martelotes pneumáticos em semi-caixas de aço com modelo de alumínio.

As caixas de moldagem, são transportadas para o local de vazamento, sobre roletes montados em alvenaria, apresentando melhor facilidade de transporte e diminuição do espaço útil, sem contar com a facilidade no vazamento do metal líquido no molde.

Fornos

A carga do Forno é escolhida, pesada e separada próximo ao cubilô, juntamente com a preparação do forno, ou seja, limpeza, reposição de refratários, apronto do fundo com barro vermelho, etc.

A manutenção do cadinho do forno é motivada pela econômica feita com tijolo de diatomita ao invés de refratários, apresentando boa aceitação.

O forno é carregado por carrinho, skip, acionado por motor elétrico e cabo de aço. O skip tem capacidade para transportar 60 Kg de ferro por viagem. Seu curso é verticalmente com o forno em movimento de baixo para cima e vice-versa.

Os dois fornos cubilôs são feitos de tijolos refratários revestido com chapas de aço com cerca de 6 metros de altura com 1,5 metros diâmetro; e utilizado para fusão de ferro fundido cinzento e nodular.

A alimentação das ventaneiras é feita com oxigênio puro sob pressão, armazenado em reservatório apropriado, obtido da ACMA.

O forno elétrico de arco indireto trabalha com eletrodos horizontalmente opostos de grafita utilizando alta tensão e baixa amperagem. Está sendo bastante utilizado na obtenção de ferro fundido nodular.

O ferro fundido nodular produzido na METANEIDE LTDA, apresenta as seguintes características:

- Estrutura Ferrítica + Perlítica.
- Dureza de 180 a 220 HB.
- Nodulização ... processo de magnésio.

Vazamento

O Vazamento no molde é feito com uma panela refratária e está é transportada em trilho suspenso, movido sob roletes. O conjunto apresenta uma estrutura ovalizada e sua movimentação é feita pelo vazador (operário).

Inicialmente um panelão recebe o metal líquido diretamente do forno cubilô, onde é basculado na panela de vazamento e está é transportada até o local pré-determinado para o vazamento no molde.

A produção de ferro na empresa compreende cerca de 4 horas de corrida em forno cubilô, apresentando uma produção de 4 ton/dia. A produção no forno elétrico é de 2 ton/dia de ferro fundido nodular.

Após a solidificação das peças, é feita a desmoldação, em vibrador (Shake -Out), e temos o tambor que é levado para a limpeza em uma máquina de jateamento de granalha de aço.

Concluída a operação de limpeza, o tambor se encontra pronto para entrar no setor de usinagem, onde passará pelas seguintes etapas de fabricação:

1ª Etapa

A) Centragem da peça para execução das usinagens 01, 02 e 03.

01 - Reajuste do furo central do espelho.

02 - Faceamento interno do espelho.

03 - Faceamento externo do espelho.

Inspeção da 1ª Etapa:

a) Conferir o diâmetro da usinagem 01.

b) Conferir a profundidade da usinagem 02.

c) Conferir a espessura do espelho.

2ª Etapa:

B) Colocar a peça no gabarito e centrar para a execução da usinagem 04.

04 - Execução da furação de fixação e furos do sacador.

05 - Rosqueamento dos furos do sacador.

Inspeção da 2ª Etapa:

a) Conferir diâmetros dos furos da usinagem 04.

b) Conferir rosqueamento da usinagem 05.

3ª Etapa

C) Centrar a peça para execução das usinagens 06, 07, 08.

06 - Faceamento da borda e da nervura.

07 - Usinagem da zona de atrito.

08 - Acavamento da borda e da nervura.

Inspeção da 3ª Etapa:

a) Conferir a espessura da nervura e a distância da borda a nervura.

b) Conferir o diâmetro e a profundidade da zona de atrito.

c) Conferir a profundidade total do tambor.

4ª Etapa

a) Passar uma camada fina de verniz nas partes usinadas.

b) Pintar as partes não usinadas com pistola.

c) Fazer letreiro indicativo da marca e modelo do tambor.

Com a execução destas quatro etapas de fabricação o tambor passa por uma seção de controle de qualidade onde são conferidos todas as suas medidas. Desta seção o tambor está pronto para entrada no Setor de Produto Acabado.

ANÁLISES QUÍMICAS

Influência da Composição Química nas Propriedades do Ferro Fundido

O ferro fundido apresenta em sua composição, além do ferro, outros elementos como enxofre, o silício, o fósforo, o carbono e manganês.

A variação na concentração destes elementos provocará uma mudança nas propriedades do ferro fundido de acordo com a tabela que segue.

CONSTITUINTE	DUREZA	RESISTÊNCIA	CENTRAÇÃO	ENXOFRE	Fe ₃ C	GRAFITA
Cementita (Fe ₃ C)	A	A	A	O	-	D
Grafita	D	D	D	O	D	-
Silício	D	D	D	D	D	A
Manganês	D	A	O	D	A	D
Enxofre	A	D	A	-	A	D
Fósforo	A	D	A	O	A	D

A = Aumenta; D = Diminui; O = Sem efeito apreciável.

O controle da composição química é feito por método de combustão direta; volumétrica e gravimétrico.

O Método de combustão direta consiste na combustão de uma amostra em forno elétrico através de um fluxo de oxigênio.

Este método presta-se para determinações do enxofre e do carbono.

Na determinação do enxofre este é oxidado a SO₂ que recebido numa solução de H₂O₂ (água oxigenada) se transforma em ácido sulfúrico o qual é titulado com hidróxido de sódio.

Características da Determinação do Enxofre

- Amostra - 0,5g de ferro cinzento na forma de cavacos.
- Temperatura de combustão - (1200°C - 1300°C).
- Fluxo de O₂ - 2ℓ/min.
- Duração da Combustão - 3 minutos.
- Solução de absorção à base de H₂O₂ - 10-12 volumes.
- Solução titulante NAOH - 0,0125 N.
- Cálculos: $\frac{V}{P} \cdot f = x$

Onde: V - Volume de NAOH
f - Fator da solução
P - Peso da amostra
 $\frac{X}{10}$ - % de Enxofre

Na determinação do Carbono este é transformado por combustão a CO₂, o qual absorvido em um aparelho chamado carbômetro, que conduz a uma leitura direta da percentagem de carbono a qual ob_utida pelo uso de um fator que é função da pressão e temperatura.

Características da Determinação do Carbono

- Amostra - 1g de ferro fundido cinzento em cavacos.
- Temperatura de Combustão - 1250°C - 1350°C.
- Fluxo de O₂ - 0 - 3,0ℓ/min.
- Solução de absorção do CO₂, no carmômetro = solução de KOH 3:1.

A determinação do silício, manganês e fósforo atra_uvés de técnicas volumétricas.

O manganês é determinado pelo método volumétrico que segue:

1- Pese 0,2g de limalha e transfere para um erlemmeyr de 500 ml e adicione de 25 a 30 ml da mistura de ácidos.

- Mistura de ácidos - Água destilada - 525 ml.

H_2SO_4 - 100 ml.

H_3PO_4 - 125 ml.

HNO_3 - 250 ml.

2- Aqueça em chapa elétrica até dissolução da amostra.

Deixar em ebulição por algum tempo, afim de expulsar os vapores nitrosos.

3- Adicione 100 ml de água quente, 20 ml de $AgNO_3$ à 0,5%, 2g de $(NH_4)_2S_2O_8$ e aqueça até que a solução fique com a tonalidade roxa sem entretanto deixar entrar em ebulição.

4- Observe até não se desprenda mais bolhas grande (de O_2), deixe mais 1 minuto em chapa quente.

5- Retire da chapa, esfrie em água corrente, adicione 5 ml de NaCl à 2% e títule à temperatura ambiente, com arsenito de sódio, até que a solução torne uma cor amarelo âmbar.

6- Calcule o teor de manganês pela fórmula:

$$\% Mn = \frac{ml AS_2O_3 \times 0,000109 \times 100}{\text{peso da amostra usada.}}$$

A técnica para determinação do silício utiliza o método gravimétrico abaixo descrito:

1- Pese 1 grama de limalha de amostra, transfira para uma cápsula de porcelana de 250 ml com cabo, adicione 25 ml da mistura de ácidos.

Mistura de Ácidos	Água destilada	-	450 ml
	H_2SO_4	-	120 ml
	HCl	-	180 ml
	HNO_3	-	240 ml

Cubra com vidro de relógio e aqueça em chapa elétrica até dissolução total da amostra.

2- Retire o vidro de relógio, lave-o, recolhendo a água de lavar dentro da cápsula e evapore a solução até consistência pastosa.

- 3- Retire a cápsula da chapa, agite a massa com bastão de vidro até secagem completa e aqueça, novamente, até desprendimento de vapores de SO_3 . Evite aquecimento muito prolongado.
- 4- Resfrie o conjunto, adicione 100 ml de HCl à 10%, aqueça para dissolução dos diretos (evite a ebulição) e filtre rapidamente.
- 5- Lave 3 à 4 vezes com HCl à 2% quante e depois cinco vezes com água destilada quente.
- 6- Transfira o papel com o resíduo para um cadinho de platina, seque calcine-os, resfrie-os em dissecador e pese-os, anote o peso obtido.
- 7- Junte ao calcinado 2 gotas de H_2SO_4 concentrado e 2,0 ml de HA segue a mistura, calcine o conjunto e pese novamente.
- 8- Calcule o teor de silício na amostra, como segue:

$$\% \text{ Si} = \frac{(P-P_1) \times 0,4672 \times 100}{\text{Peso de amostra usada}}$$

P - peso do cadinho + resíduo obtido no item 6.

P_1 - Peso do cadinho + resíduo obtido no item 7.

O fósforo é determinado pelo seguinte método:

- 1- Pese 1g de limalha de ferro, coloque-a em um erlemmeyer de 500 ml, adicione 100 ml de HNO_3 1:3 e ferva até eliminar os vapores nitrosos.
- 2- Adicione 5,0 ml de KMnO_4 à 2% e após precipitação de MnO_2 (por aquecimento). Goteja-se ácido tartárico (evite excesso) até eliminação do MnO_2 .
- 3- Ferva por mais 5 minutos, adiciona 10 ml de NH_4NO_3 saturado, resfria, precipita o ferro com $\text{NH}_4(\text{OH})$ e redissolva-o com 5 ml de HNO_3 1:3.
- 4- Aqueça à 70°C em banho-Maria, adicione 50 ml da solução mólica, agite violentamente por 10 minuots e deixe em repouso por 30 minutos.

Solução Molibidica Solução A - 120 ml de NH_4OH
600 ml de água
120 ml de MoO_3
Solução B - 600 ml de HNO_3
750 ml de água

Quando a solução A e B estiverem à temperatura ambiente verta a solução A sobre a solução B com agitação.

5- Filtre em papel de filtro médio e usando polpa de papel, lave o eslemmeyer 2 vezes com HNO_3 , e após, com KNO_3 à 1% até eliminação da acidez.

6- Retorne o papel com precipitado ao erlemmeyer de precipitação, macere-o com 50 ml de água destilada, e através de uma bureta, adicione 5 à 10 ml de NADH -0,01N para dissolver o precipitado.

7- Adicione 5 gotas de fenolftaleína e titule o excesso de NHOH com HNO -0,1N, até que desapareça a cor do indicador.

8- Calcule a percentagem do fósforo na amostra, como segue:

$$\% \text{ P} = (\text{ml NADH} - \text{ml HNO}_3) \times 0,0135$$

Onde: 0,0135 = fator de equivalência em fósforo, aferido à 100 g de amostra.

Ensaio Mecânicos

Os ensaios mecânicos a serem realizados são os ensaios de tração e dureza Brinell.

Estas determinações são feitas com o auxílio de máquinas apropriadas que ao mesmo tempo que aplica um esforço, ocupando sua intensidade.

Dureza Brinell

A dureza brinell consiste na impressão de uma superfície metálica com uma bilha de aço de 10 mm de diâmetro com uma carga de 3 x 10.

A carga é aplicada por um tempo padrão, normalmente 395, e o diâmetro da impressão é medido por um microscópio de baixa potência após a carga ter sido removida. Deve ser efetuada a média dos diâmetros da impressão.

O N° da dureza Brinell (NHN) é indicado pela fórmula:

$$\text{BHN} = \frac{P}{\left(\frac{D}{2} \right) \left(D - \sqrt{D^2 - d^2} \right)} = \frac{P}{Dt}$$

Onde: P = Carga aplicada em Kg.

D = Diâmetro do penetrador (mm).

d = Diâmetro da impressão (mm).

Ensaio de Tração

O ensaio de tração é de caráter estático e se utiliza para determinar as características da tenacidade e plasticidade dos metais e ligas.

Denomina-se tenacidade à propriedade dos metais de opor-se à destruição sob a ação de forças externas.

Denomina-se elasticidade à propriedade dos metais de recuperarem sua forma ao desaparecer a carga que produziu sua deformação.

Denomina-se plasticidade à propriedade dos metais de mudarem sua forma e tamanho sem sofrerem ruptura sob ação de forças externas, conservando a deformação sofrida uma vez que tenha cessado a ação das forças.

O ensaio é realizado pelo tracionamento de um corpo de prova padrão à partir da utilização de um aparelho tracionador que registra a tensão de deformação do corpo.

ANÁLISES METALOGRAFICAS

Ensaio Macrográficos

Estes ensaios consistem no exame de uma peça ou amostra metálica, segundo uma seção plana, devidamente polida e em regra atacada por um reativo apropriado. O aspecto a ser obtido chama-se macro estrutura. O exame é feito a vista desarmada ou com o auxílio de uma lupa.

A técnica do preparo de um corpo de prova de macrografia abrange-se as seguintes fases:

- A- Escolha e localização da seção a ser estudada;
- B- Realização de uma superfície plana e polida no lugar escolhido;
- C- Ataque dessa superfície por um reagente químico adequado. Os reativos empregados no ataque, destaca-se:

1- Reativo de iodo - Iodo - 10 g
para alterações - KI - 20 g
de origem térmi - H₂O - 100 g
ca.

2- Reativo de H₂SO₄ - H₂SO₄ - 20 cm³
para estudo da - H₂O - 100 cm³
estrutura fibro
sa.

3- Reativo de Heyn - Cloreto cúprico Amoniacal - 10 g
revela as zonas - H₂O - 120g
ricas em fósfo-
ro.

4- Reativo de ácido - Hcl - 50 cm³
clorídrico para - H₂O - 50 cm³
revelar a estru-
tura de aços.

5- Reativo de FRY - Hcl - 120 cm³
revela linha de - Cucl₂ - 90 cm³
deformação.

Ensaio Micrográficos

Estuda os produtos metalúrgicos com o auxílio do microscópio, visando a determinação de seus constituintes e de sua textura. Este estudo é feito em superfícies previamente polida e, em geral atacadas por um reativo adequado.

A técnica do ensaio é dividida nas seguintes fases:

- A- Escolha e localização da seção a ser estudada;
- B- Realização de uma superfície plana e polida no lugar escolhido;
- C- Exame ao microscópio para observação das ocorrências visíveis sem ataque;
- D- Ataque da superfície por um reagente químico adequado;
- E- Exame ao microscópio para observação da textura;
- F- Registro do exame realizado por fotografia.

Reativos empregados na micrografia das ligas Ferro-Carbono são numerosas, porém, serão mencionadas apenas os mais usuais:

- 1- Nital: Solução alcoólica à 1% e HNO_3 .

O Nital não ataca a ferrita nem a cementita, mas delinea seus contornos.

- 2- Picral - Solução de ácido pícrico a 4% em álcool etílico.
- 3- Solução de Pricato de Sódio:

Água destilada - 100 gr
Soda à 36° Baumé - 25 gr
Ácido Pícrico - 2 gr.

Este reativo adora a cementita, os carbonetos complexos dos aços-liga e a steadita dos ferros fundidos.

- 4- Ataque oxidante por aquecimento.

Aquece o corpo de prova polido, mais ou menos de 250 à 300°C em presença do ar. Sobre a superfície do corpo de prova forma-se uma película finíssima de óxidos cuja espessura varia com o constituinte ou com a orientação cristalográfica dos grãos.

De um modo geral os reativos agem: ou dissolvendo superficialmente de certos constituintes ou certas regiões como os contornos dos grãos. A escolha do reativo depende da natureza do material e do fim que se tem em vista.

Metrologia dos Metais

Não se podendo fabricar peças na medida exata, por não ser fisicamente prático ou econômico, é necessário permitir-se um certo desvio nas dimensões especificadas. Este desvio é chamado tolerância de trabalho.

Evidente, também, que essas tolerâncias podem ser mais ou menos estreitas, ou seja, as dimensões devem ser mantidas dentro de uma faixa que vai depender da precisão desejada, em função das condições de montagem e de serviços a que as peças vão ser submetidas.

TRABALHO EXECUTADO

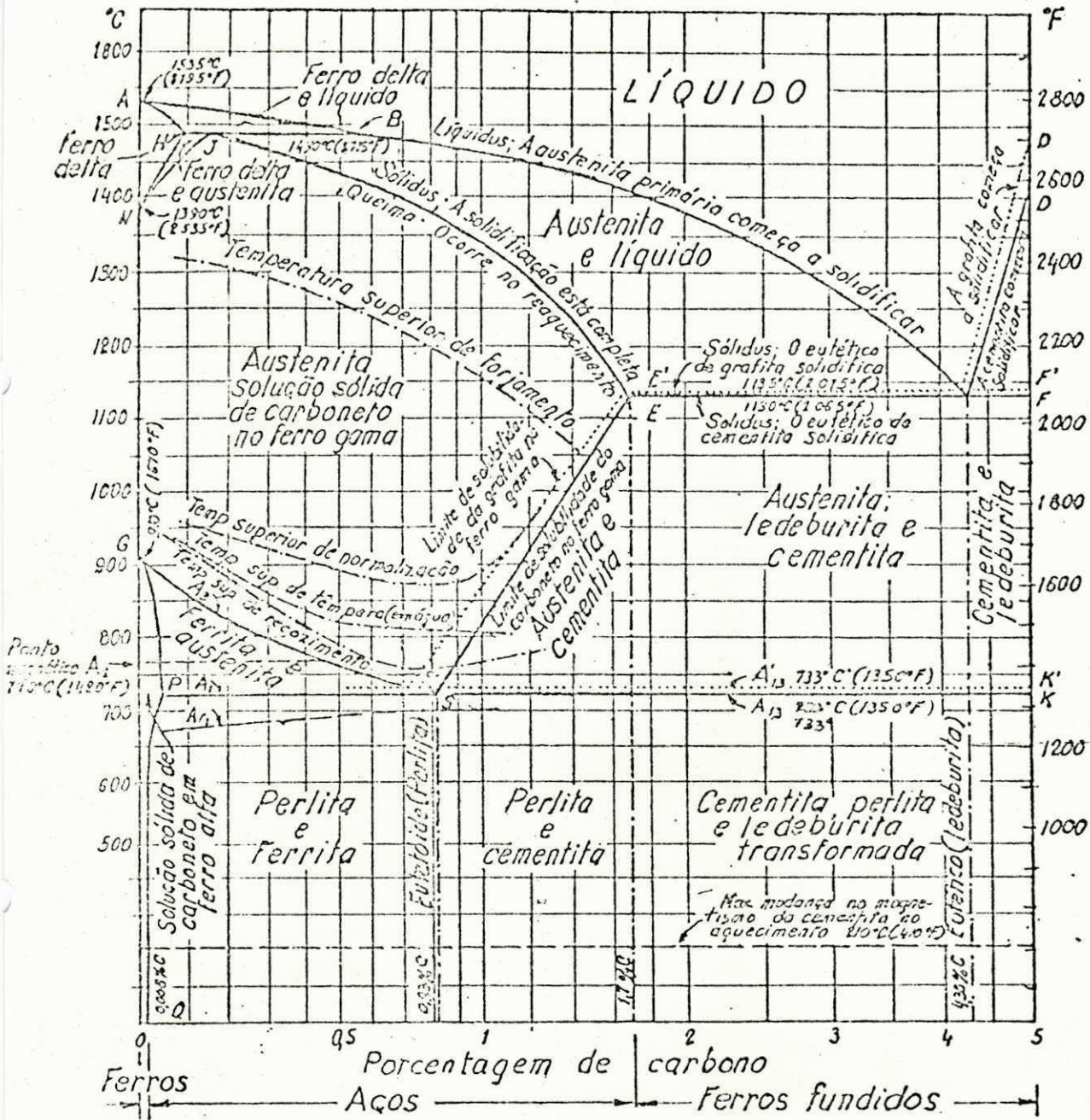
Executei um Plano de Lubrificação Elétrica e Mecânica como também uma ficha técnica de arquivo para todas as máquinas e equipamentos na empresa.

Após a quebra de uma máquina mais precisamente um misturador, tendo motivo a por falta de lubrificante, foi que notei a necessidade de um Plano de Manutenção mais apurado. As fichas não deveriam ser muito complexas, exigindo conhecimentos primários para seu preenchimento.

Para melhor entendimento ver Anexo 6, Anexo 7, Anexo 8 e Anexo 9.

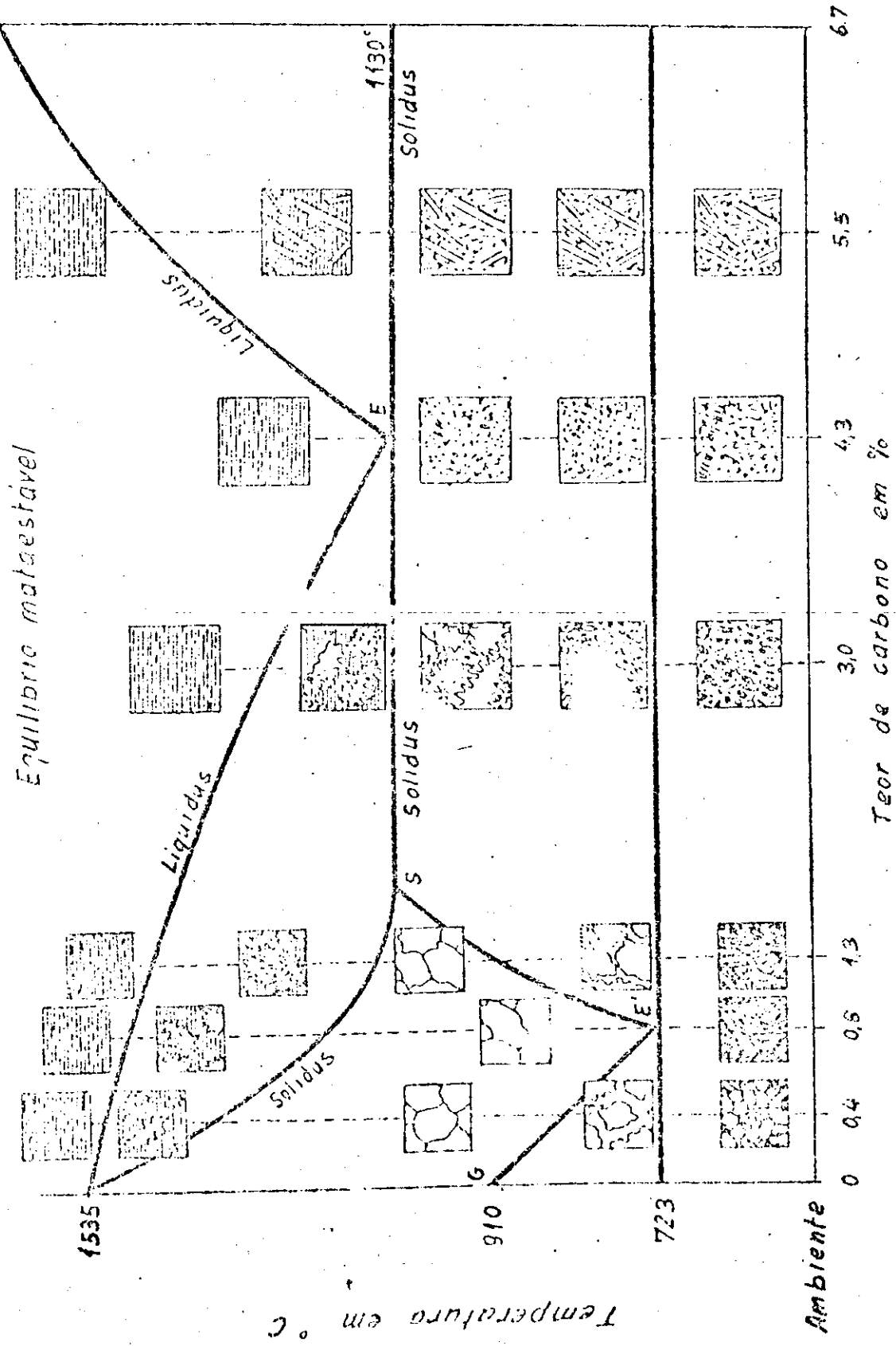
A N E X O 1

Diagrama de equilíbrio ferro, carboneto de ferro
(Diagrama aproximado ferro-grafita, em pontilhado)



A N E X O 2

Fig. 20-1 Representação esquemática da solidificação e esfriamento lento dos aços e dos ferros fundidos (brancos).



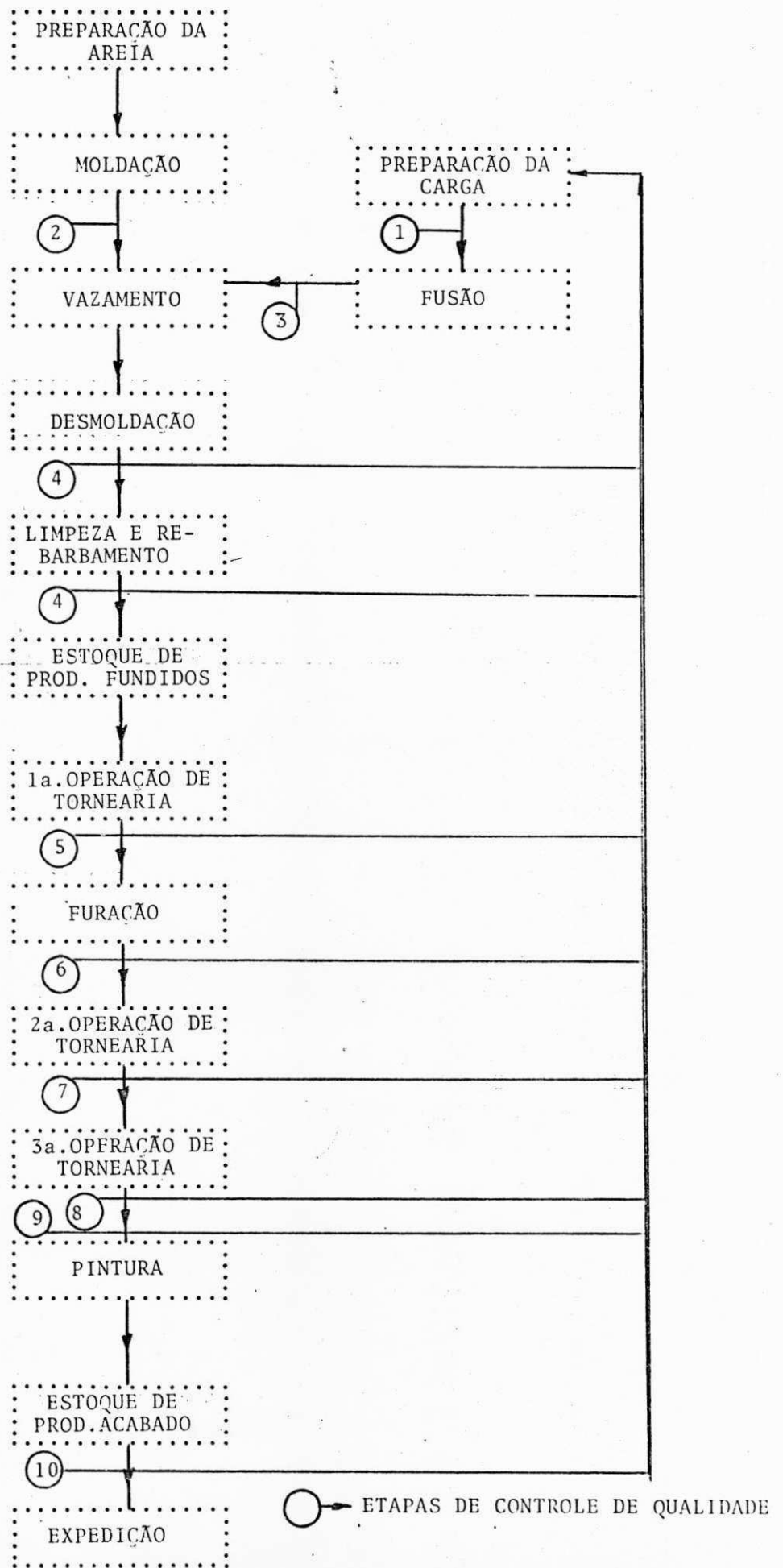
A N E X O 3

CONTROLE DE PRODUÇÃO E ESTOQUE

PEÇAS	ESTOQUE	PRODUÇÃO	PEDIDOS	SALDO	PEÇAS	ESTOQUE	PRODUÇÃO	PED	SALDO
302	(X) 302	20	16	286	CORTEM	6			
70	OK 70	40	26	44	AR	101		100	5
522	(X) 522	50		522	TOYOTA	OK 17		1	13
16	OK 16	50	10	6	IDEALIS	20			21
	55		10	45	ESP. 1	42			42
	57		10	47	ESP. 2	17			17
	17			17	CALÇAM	-			
	15			15	CALÇ.	(X) 11	10		11
	339		18	321	OSMARA	-			
	U 13			13	COQUE	3			3
	5			5	CALÇ. 15	OK 18	10		15
	15			15	CALÇ.	9	10		9
	6			6	VC. 3	-			
	11			11	VC. 2	-			
	21			21	CINCO CENCOB	-			
	33		4	29	TAMBOUR 5"	(?) -	20		
	58		6	52	TAMBOUR 6"	(?) -	20		
	38		6	32	MARCAL "0"	-			
	21			21	VC. 3 370	(X) 2			2
		10							

A N E X O 4

FLUXOGRAMA DE PRODUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE



A N E X O 5

INDUSTRIAL

Av. Mister Hill NO 5750

FICHA DE CONTROLE DA FUNDIÇÃO			Nº DA CORRIDA			DATA		
CARGO			PRODUÇÃO					
MATÉRIA PRIMA	QUANTIDADE		NOME DA PEÇA	MATE.	QUANT.	PESO Kg		
	Kg	%				UNIT.	TOTAL	
Gusa								
Sineta(ff)								
Liga Mag.								
Ferro Sil.								
Retorno								
Total								
DADOS OPERACIONAIS								
Início								
F. Carreg.								
I. Vazam.								
F. Vazam.								
Tempo								
Temperat.		°C						
OBSERVAÇÕES			RESUMO					
			PRODUÇÃO		Relação de P/C			
			F. F. Cinzento:		Eficiência(%)			
			F. F. Nodular:					
			TOTAL					

D. F. L. Laurênio Filho

Fornecido

A N E X O 6

A N E X O 7

FICHA DE LUBRIFICAÇÃO

NOME :

SECTOR :

PARTES A LUBRIFICAR	LUBRIFICANTES	QUANTIDADES	PERÍODO DA TROCA	DATA DA ÚLTIMA TROCA			CUSTOS		

INDICAÇÕES NO WENDO DA FOLHA - EX. MOTIVO DA TROCA ANTECIPADA (*)

A N E X O 8

FICHA DE MANUTENÇÃO E LUBRIFICAÇÃO SEMANAL

NOME :

SETOR :

VERIFICAR OS SEGUINTE ÍTENS :	SEMANAS														
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															

VERIFICAR OS SEGUINTE ÍTENS :	SEMANAS														
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															

OBSERVAÇÕES :

A N E X O 9

F I C H A T É C N I C A

NOME :

FABRICANTE :

REVENDEDOR :

DATA DA COMPRA :

ACRÉSCIMOS :

VALOR :

MOTORNE :

POTÊNCIA :

ROTAÇÃO :

TENSÃO :

VALOR INSTALADO :

CONCLUSÃO

Os estágios, em lato senso, representam para o estudante, uma integração com o futuro ambiente de trabalho, em que não só procura por em prática os conhecimentos adquiridos na universidade como também suprir sua deficiência profissional.

Meu estágio foi de curto período, limitando assim a possibilidade de exercer função definida nas empresas; mas acredito que os conhecimentos adquiridos neste breve estágio, proporcionaram um amadurecimento profissional satisfatório.

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos aos senhores Célia Gurgel, Célio Gurgel Filho, Fernando Gurgel, por terem me acolhido com muito apreço nestas duas Empresas do Grupo Célio Gurgel, como também aos engenheiros, Luiz Carlos Matos e Aderito Praça, por terem me orientado, neste estágio, com muita dedicação.

Agradeço a meu pai, pois, sem sua ajuda não teria conseguido este estágio.