

# *AULA 7*

*Volume I do Livro Texto*

## *CONTEÚDO:*

- *Capítulo 11*

*Suporte de Tubulações.*

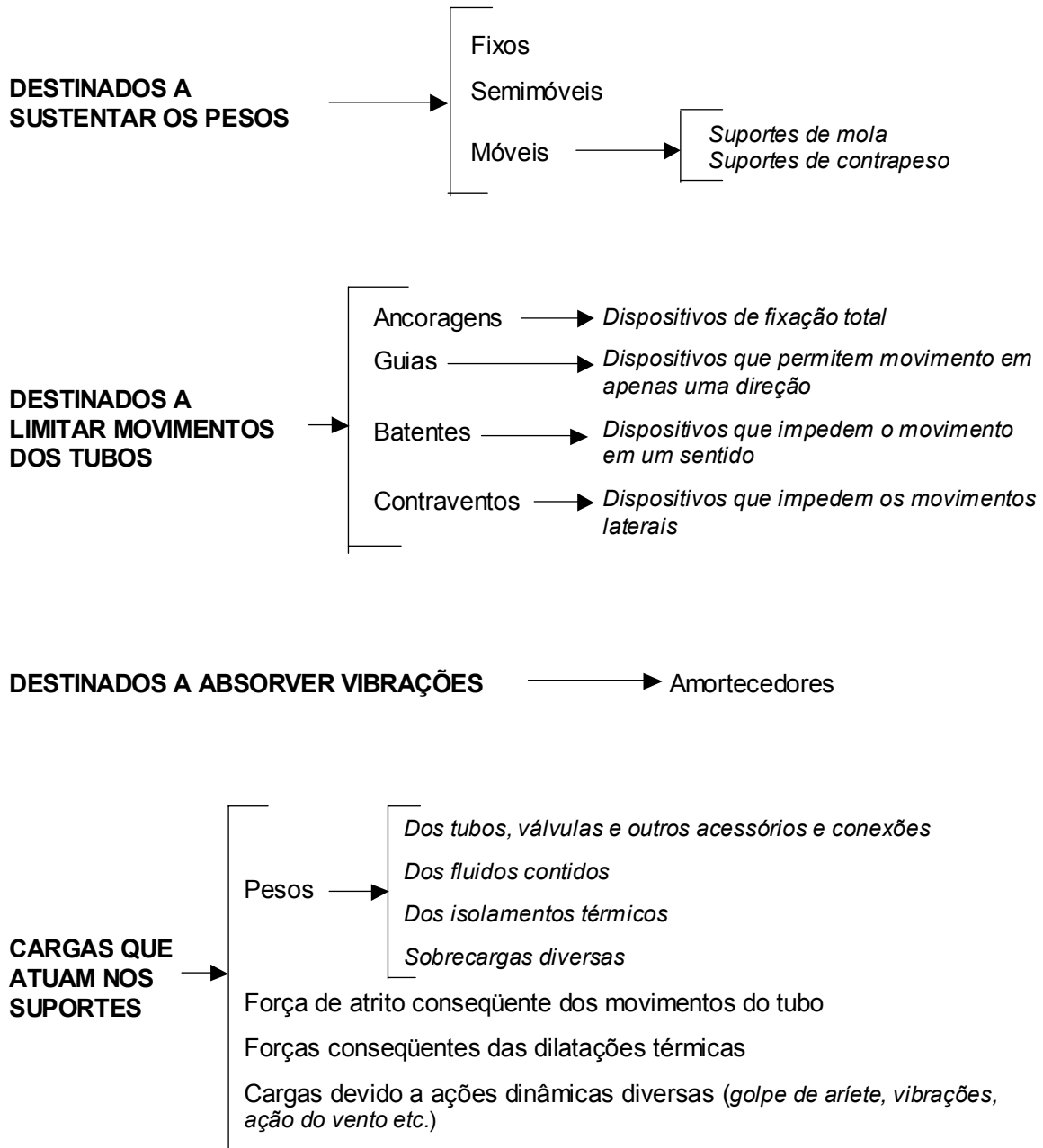
- *Capítulo 12*

*Sistemas Especiais de Tubulações.*

- *Capítulo 15*

*Montagem e Teste de Tubulações.*

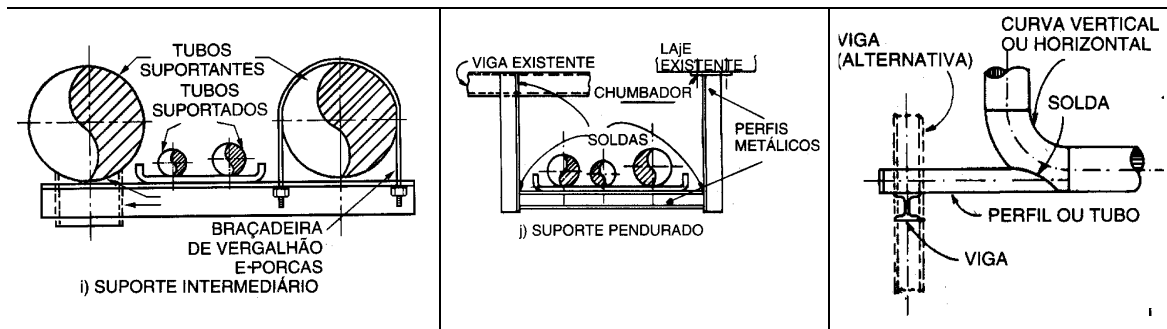
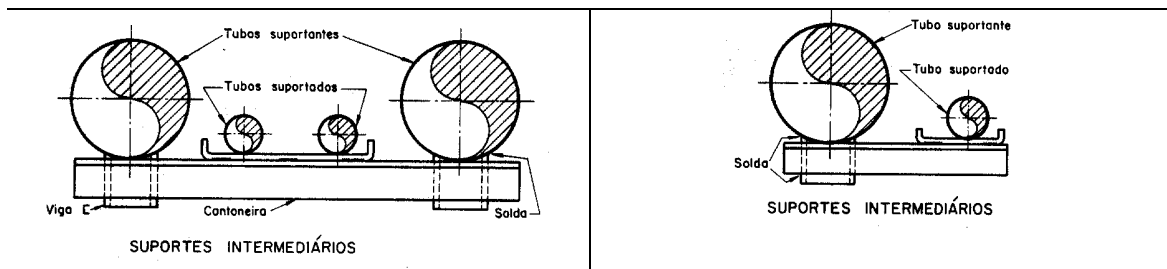
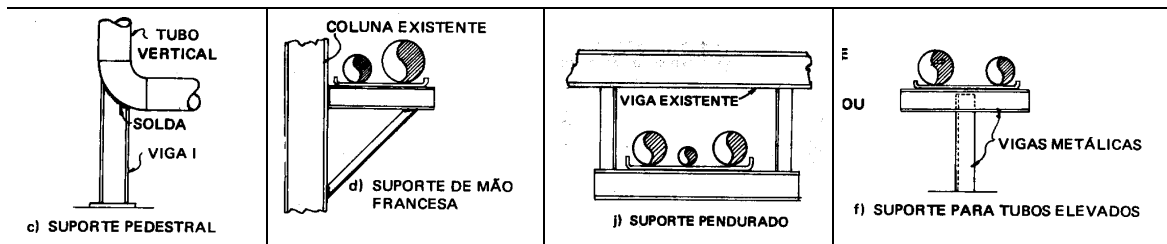
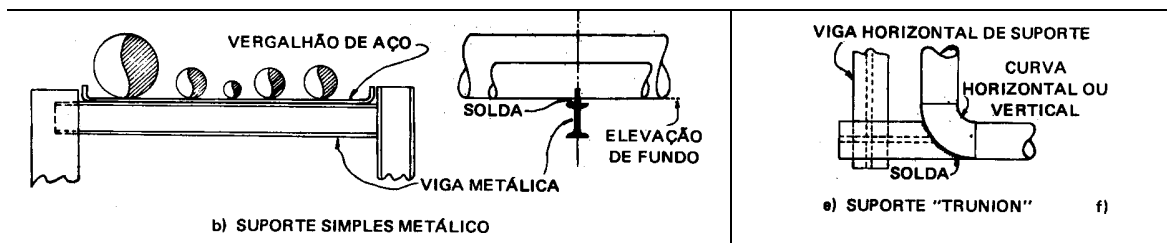
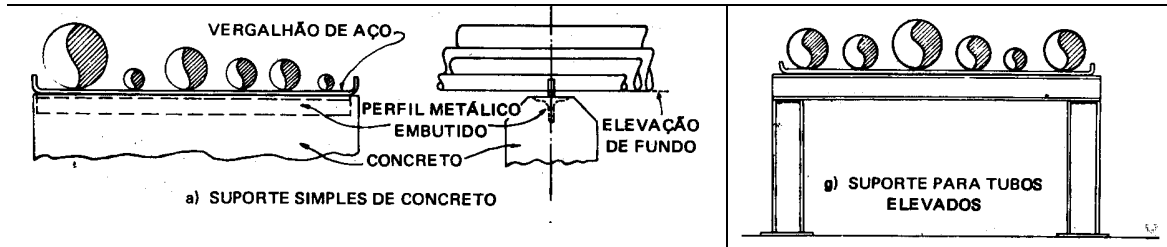
## SUPORTES DE TUBULAÇÕES



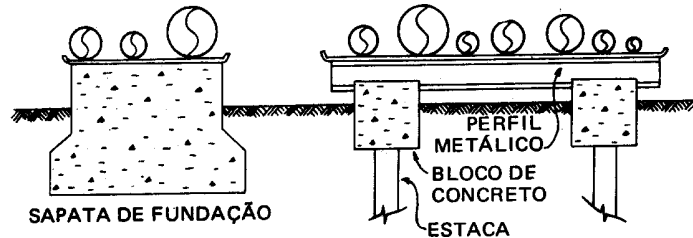
O PESO DO FLUIDO, NA MAIORIA DOS CASOS CONSIDERA-SE O PESO DA ÁGUA (*teste hidrostático*) QUANDO O PESO DO FLUIDO FOR INFERIOR AO PESO DA ÁGUA, OU O PRÓPRIO PESO DO FLUIDO QUANDO SUPERIOR AO DA ÁGUA.

### SUPORES FIXOS

NÃO SE DESLOCAM VERTICALMENTE  
E PODEM SER APOIADOS OU PENDURADOS

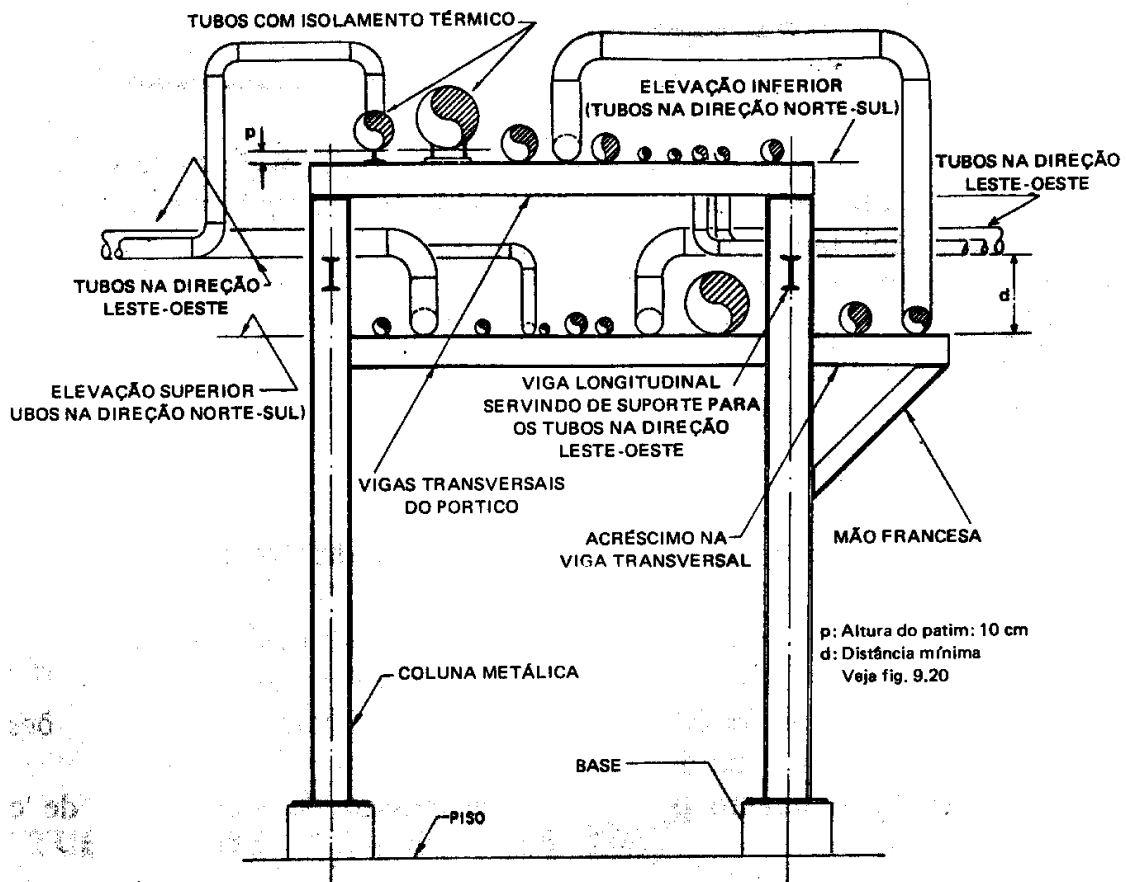


DEPENDENDO DO TIPO DE CONSTRUÇÃO E DAS CONDIÇÕES DO SOLO, PODE-SE TER A FUNDAÇÃO EM SAPATAS OU EM ESTACAS



AS ESTRUTURAS DE PÓRTICOS COSTUMA SER INTERLIGADAS POR VIGAS LONGITUDINAIS, PARALELAS AOS TUBOS, COM AS SEGUINTE FINALIDADES:

- Absorver os esforços axiais das tubulações (*reações de atrito e de dilatação*)
- Suportar tubulações na direção perpendicular às tubulações principais
- Suportar os suportes transversais intermediários para os tubos de pequeno  $\varnothing$

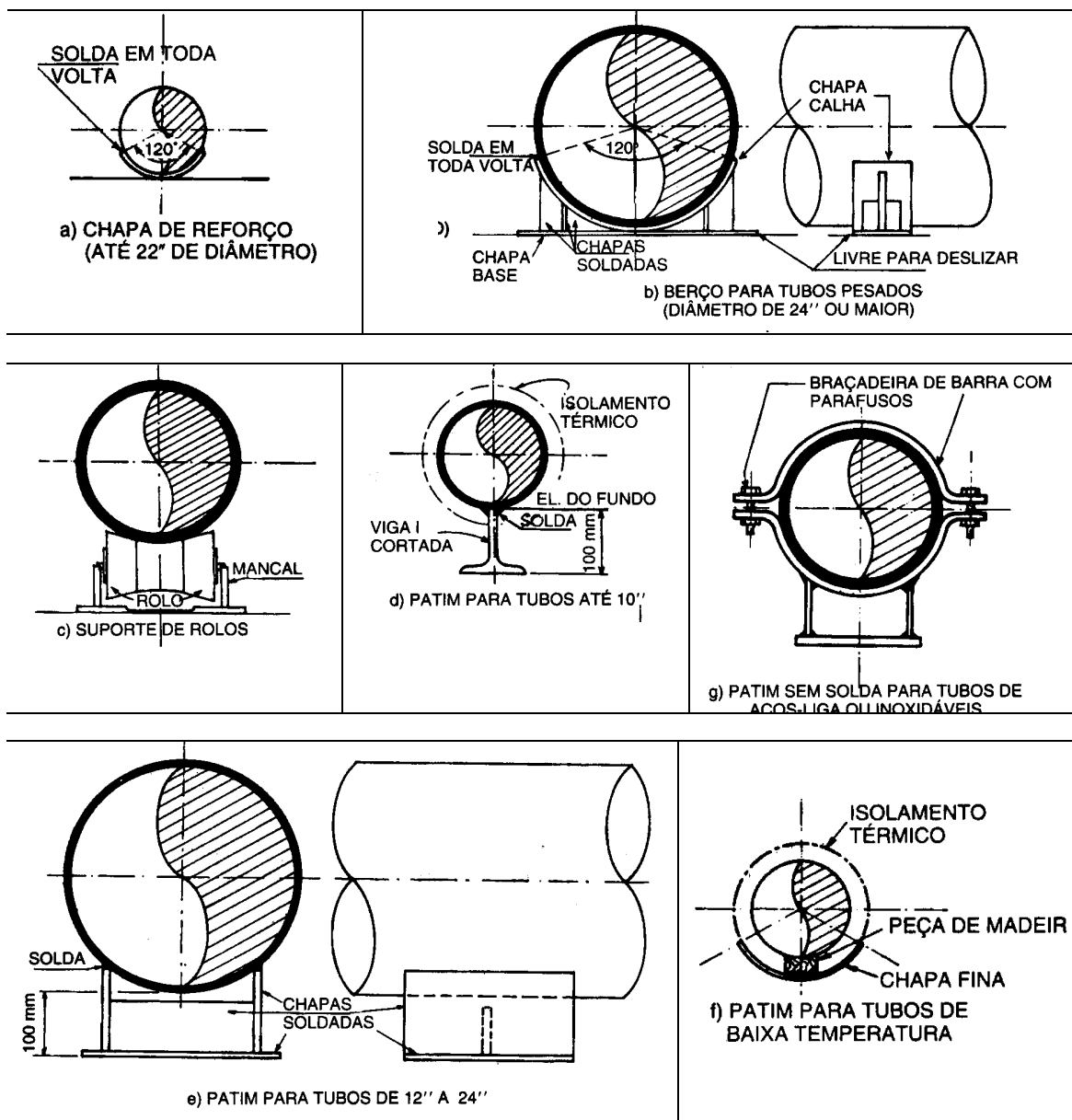


ESTRUTURA DE PÓRTICO PARA TUBOS ELEVADOS

## CONTATO ENTRE OS TUBOS E OS SUPORTES

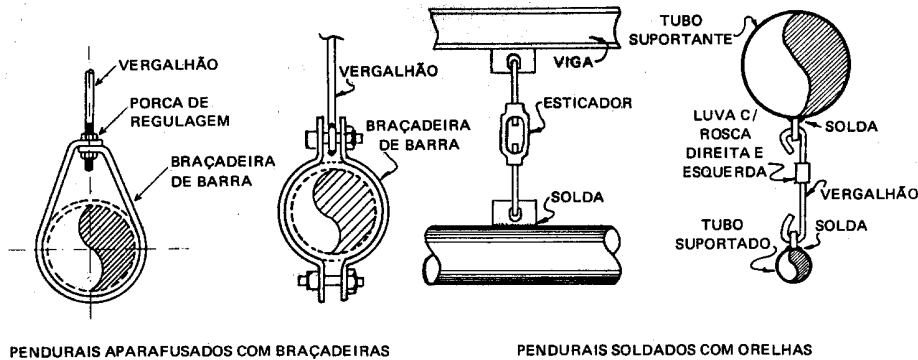
NORMALMENTE EVITA-SE O CONTATO DIRETO DO TUBO COM A SUPERFÍCIE DO SUPORTE COM A FINALIDADE DE PERMITIR A INSPEÇÃO E A PINTURA DA FACE INFERIOR DO TUBO E DA PRÓPRIA SUPERFÍCIE DE APOIO

**PARA TUBOS COM ATÉ 12" DE DIÂMETRO  
É UTILIZADO UM VERGALHÃO DE AÇO Ø 3/4"**



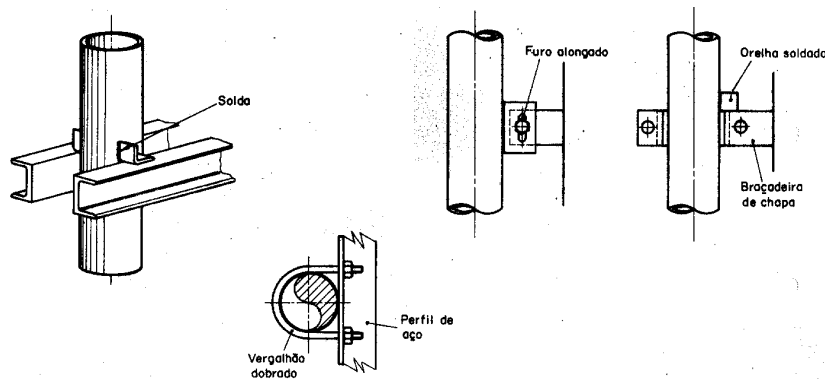
### SUPORTES SEMIMÓVEIS (pendurais)

SÃO EMPREGADOS PARA TUBOS LEVES SITUADOS DENTRO DE PRÉDIOS OU GALPÕES PRESOS ÀS LAGES E OUTRAS ESTRUTURAS.



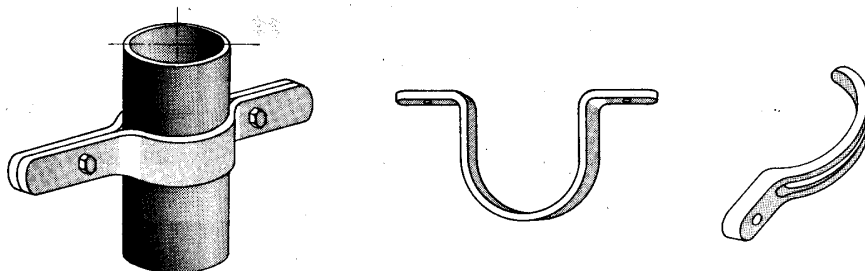
### SUPORTES PARA TUBOS VERTICAIS

PARA SUSTENTAÇÃO DO TUBO VERTICAL, QUALQUER QUE SEJA SEU DIÂMETRO, SEU PESO OU SEU COMPRIMENTO, BASTA UM ÚNICO SUPORTE COLOCADO NA SUA EXTREMIDADE SUPERIOR.



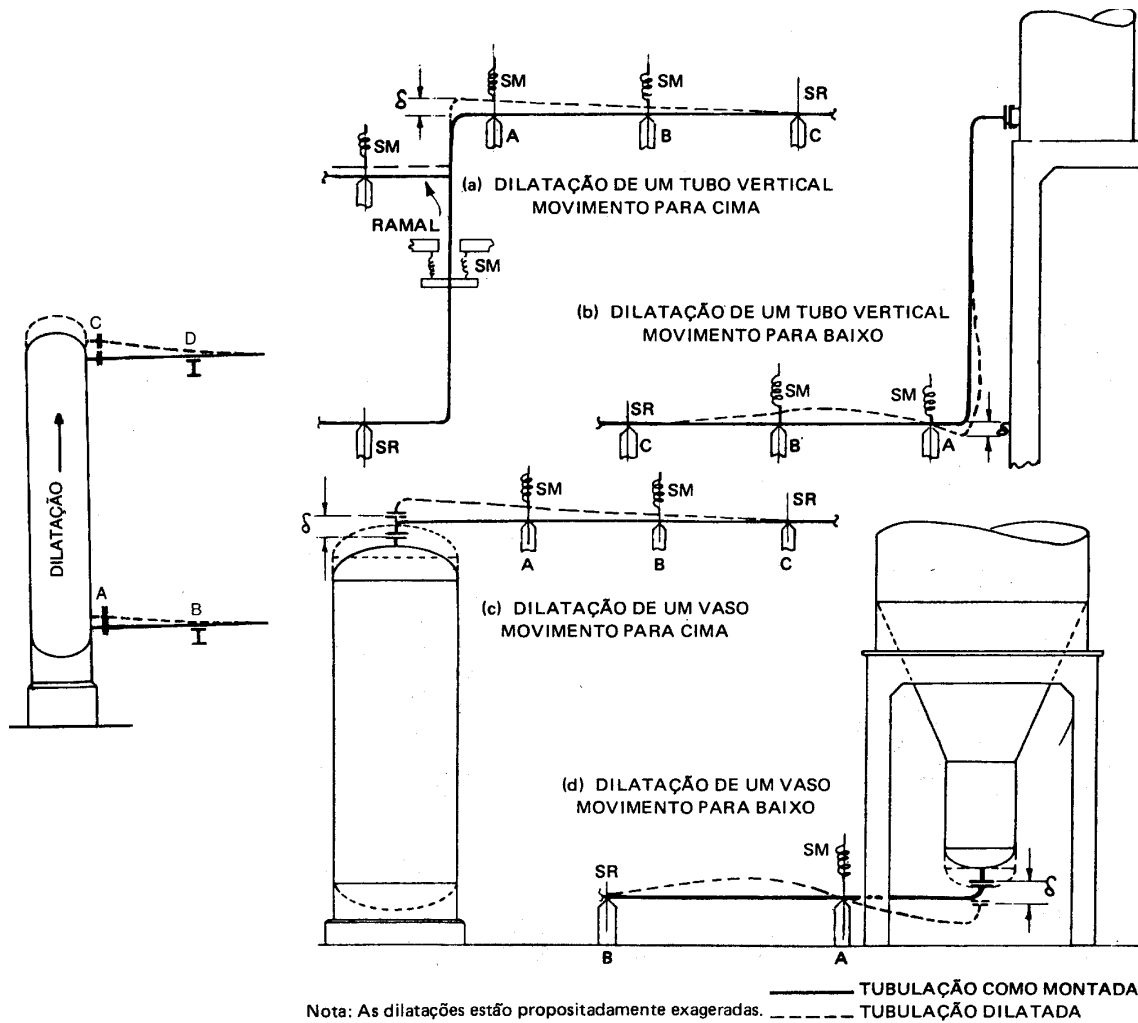
### SUPORTES ESPECIAIS PARA TUBOS LEVES

PARA TUBOS DE PEQUENO DIÂMETRO ( $\varnothing$  até 1 1/2") QUE CORREM ISOLADOS, É MAIS ECONÔMICO O EMPREGO DE FERRAGENS COMPRADAS PRONTAS. (braçadeiras, grampos, pendurais etc.)



## SUPORTES MÓVEIS

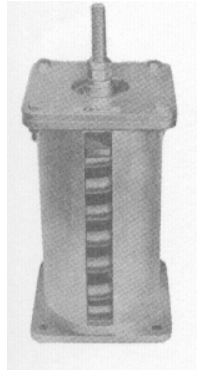
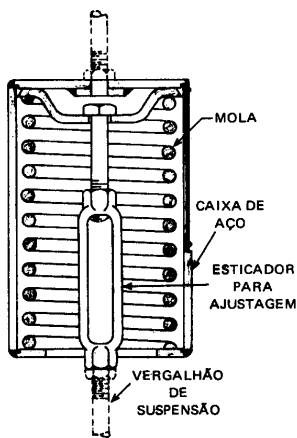
*Admitem movimentos verticais sem deixar de sustentar o peso da tubulação*



TIPOS DE SUPORTES MÓVEIS

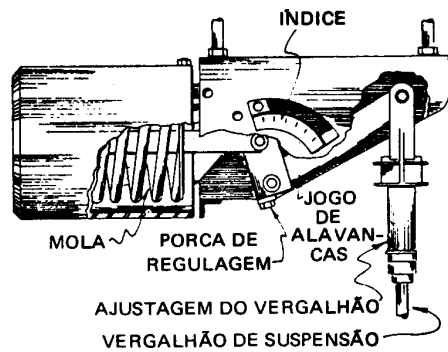
- Suporte de mola simples ou de carga variável.
- Suporte de mola de carga constante.
- Suportes de contrapeso.

## SUPORTE DE MOLA

**DE CARGA VARIÁVEL**

(A força para comprimir a mola aumenta à medida que aumenta o deslocamento.)

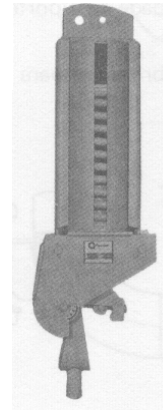
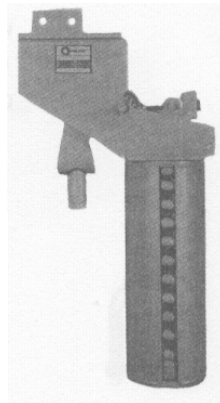
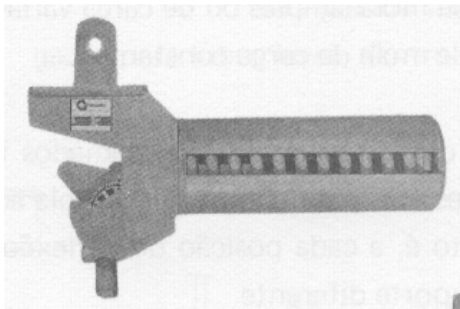
HÁ SEMPRE ALGUMA TRANSFERÊNCIA DE CARGA PARA OS SUPORTES VIZINHOS.

**DE CARGA CONSTANTE**

(Através da ação de alavancas, a capacidade do suporte é praticamente constante.)

**APLICAÇÕES:**

- Grandes deslocamentos  $\geq 150$  mm
- Quando a carga suportada for muito grande
- Quando a colocação de um suporte de carga variável resultar em variação de carga superior a 12%

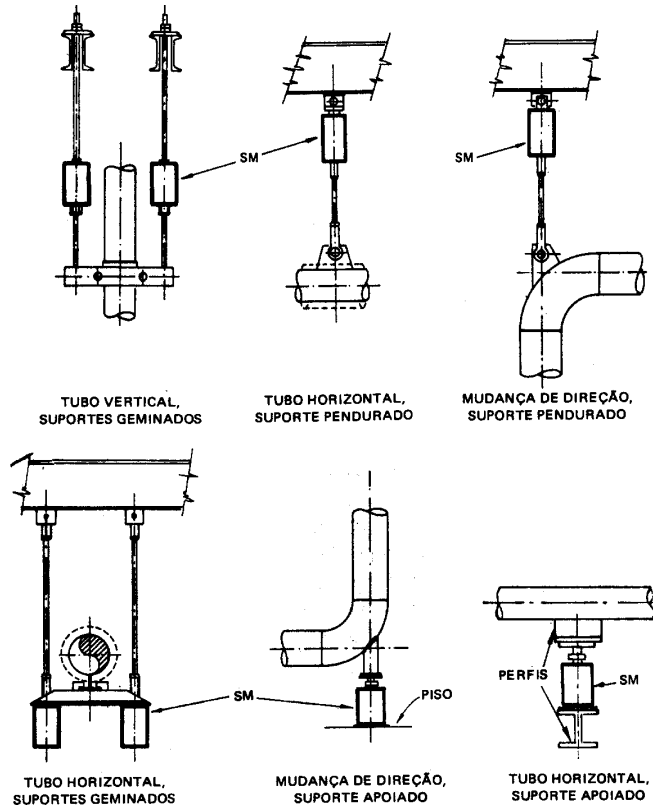


**DADOS  
NECESSÁRIOS  
PARA  
ENCOMENDA**

- 1 - Tipo de suporte (*carga variável ou carga constante*)
- 2 - Carga a suportar e "K" da mola
- 3 - Dimensão e direção do movimento vertical
- 4 - Disposição de montagem
- 5 - Espaço disponível
- 6 - Esquema da tubulação (*isométrico mostrando a dimensão e localização de todos os suportes*).
- 7 - Existência ou não de vibrações

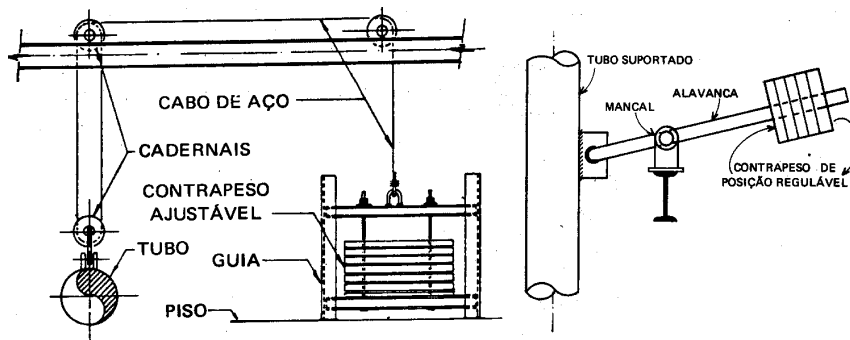


## DISPOSIÇÕES USUAIS DE SUPORTES DE MOLLA EM TUBULAÇÕES HORIZONTAIS E VERTICAIS



## SUPORTES DE CONTRAPESO

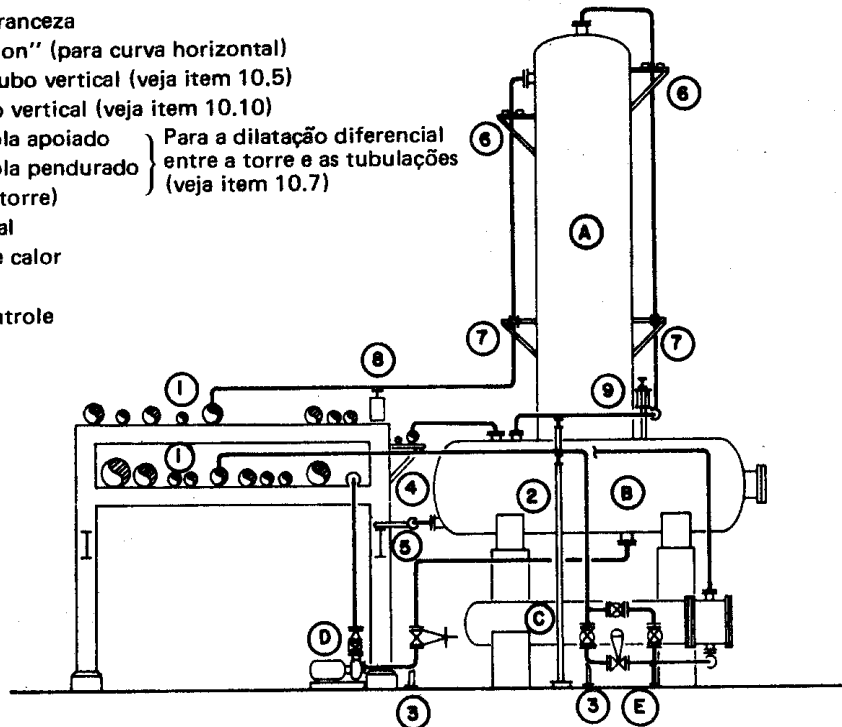
SÃO USADOS QUANDO SE TEM GRANDES CARGAS SIMULTANEAMENTE COM GRANDES DESLOCAMENTOS.



### PRINCIPAIS DESVANTAGENS

- 1 – O contrapeso aumenta a carga na estrutura
- 2 – Tendência a vibrações
- 3 – Ocupa muito espaço

- 1 Pórtico para grupos de tubos elevados
  - 2 Suporte para tubos elevados (na posição mais alta)
  - 3 Suporte pedestal
  - 4 Suporte mão francesa
  - 5 Suporte "trunion" (para curva horizontal)
  - 6 Suporte para tubo vertical (veja item 10.5)
  - 7 Guia para tubo vertical (veja item 10.10)
  - 8 Suporte de mola apoiado
  - 9 Suporte de mola pendurado
- Para a dilatação diferencial entre a torre e as tubulações (veja item 10.7)
- A Vaso vertical (torre)
  - B Vaso horizontal
  - C Permutador de calor
  - D Bomba
  - E Válvula de controle

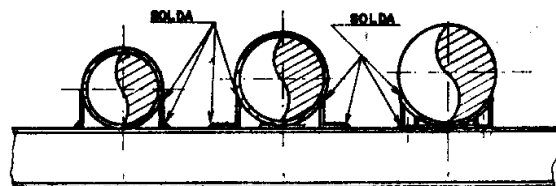


EXEMPLO DE EMPREGO DE VÁRIOS TIPOS DE SUPORTES

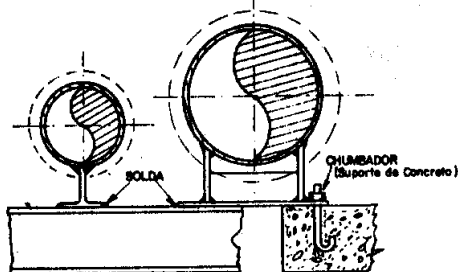
## SUPORTES QUE LIMITAM OS MOVIMENTOS DAS TUBULAÇÕES

### 1 – ANCORAGENS

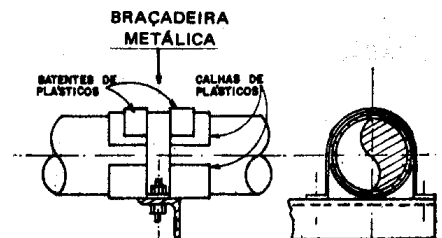
- Soldagem direta do tubo na viga de apoio.
- Chumbadores presos no concreto.
- Braçadeiras aparafusadas para materiais não soldáveis.



ANCORAGENS PARA TUBOS NÃO ISOLADOS



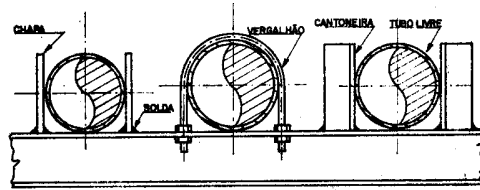
ANCORAGENS PARA TUBOS ISOLADOS



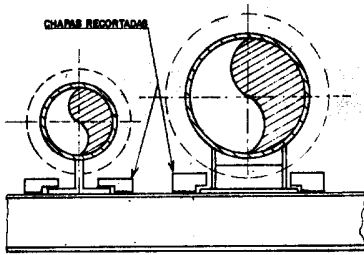
ANCORAGEM PARA TUBOS PLÁSTICOS  
(AS CALHAS SÃO COLADAS AO TUBO)

**2 – GUIAS**

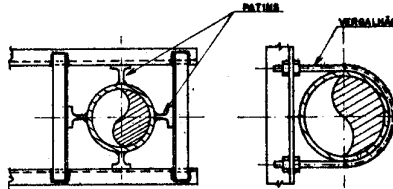
SÃO UTILIZADAS PARA EVITAR MOVIMENTOS ANGULARES DA TUBULAÇÃO



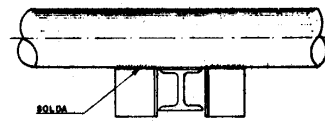
GUIA PARA TUBOS NÃO ISOLADOS



GUIA PARA TUBOS ISOLADOS



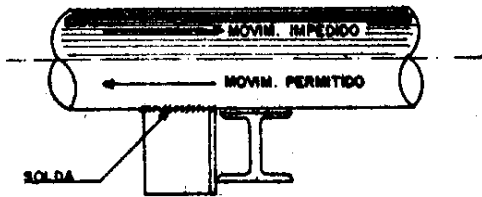
GUIA PARA TUBOS VERTICAIS



GUIA TRANSVERSAL

**3 – BATENTES**

(direcionam o movimento do tubo)



BATENTE

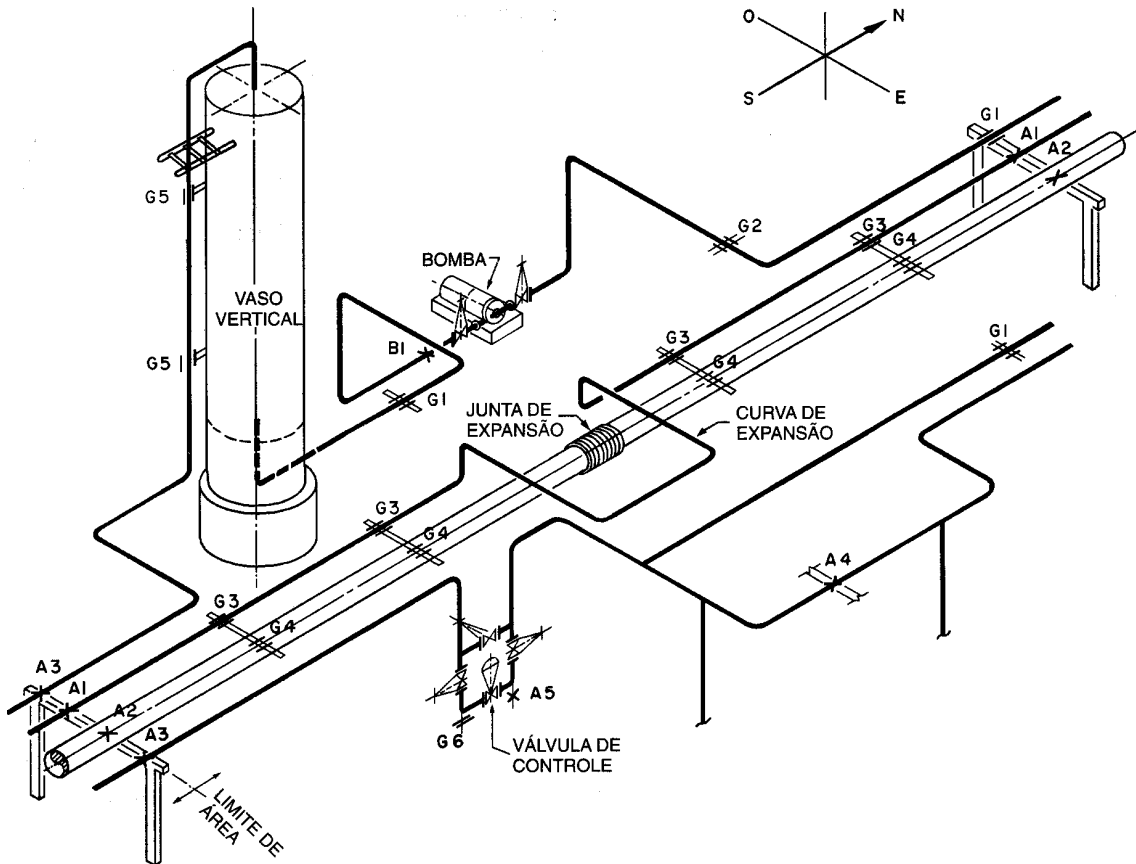
**4 – CONTRAVENTO**

(vergalhão de aço preso a braçadeiras ou a orelhas soldadas ao tubo)

USADOS PARA IMPEDIR O MOVIMENTO LATERAL EM TUBOS SUPOSTADOS POR PENDURAS

**MOTIVOS QUE LEVAM À RESTRIÇÃO DE MOVIMENTO DAS TUBULAÇÕES**

- 1 – Orientar e dirigir os movimentos causados pelas dilatações térmicas.
- 2 – Proteger pontos fracos do sistema (equipamentos).
- 3 – Evitar que as tubulações, ao se dilatarem, se esbarrem uma contra as outras, ou contra paredes, equipamentos etc..
- 4 – Evitar flechas exageradas (flambagem ou dilatação do ramal).
- 5 – Ancorar as tubulações nos limites de área (evitar a transmissão de esforço de um lado para o outro).
- 6 – Subdividir sistemas muito complexos (facilitar o estudo da flexibilidade).
- 7 – Isolar as vibrações ou aumentar a frequência natural das mesmas, para diminuir a amplitude e evitar ressonâncias.



### EXEMPLOS DE EMPREGO E LOCALIZAÇÃO DOS DISPOSITIVOS DE LIMITAÇÃO DE MOVIMENTOS

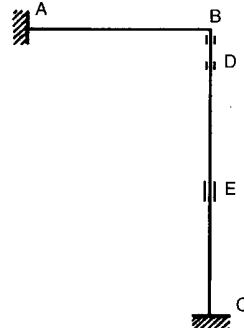
#### ANCORAGENS (Casos de emprego):

1. Subdivisão de linhas longas.
2. Tubulações com juntas de expansão.
3. Limites de áreas.
4. Subdivisão de sistemas complexos.
5. Estações de válvulas de controle.
6. Tubulações de ponta e bolsa.
7. Isolar vibrações
8. Válvulas de segurança

NÃO SE DEVE COLOCAR ANCORAGENS PRÓXIMAS DE BOCAIS DE VASOS E EQUIPAMENTOS

#### GUIAS (Casos de emprego):

1. Trechos retos e longos.
2. Proteção de equipamentos e outros pontos fracos.
3. Orientação de dilatações (juntas de expansão)
4. Estações de válvulas de controle



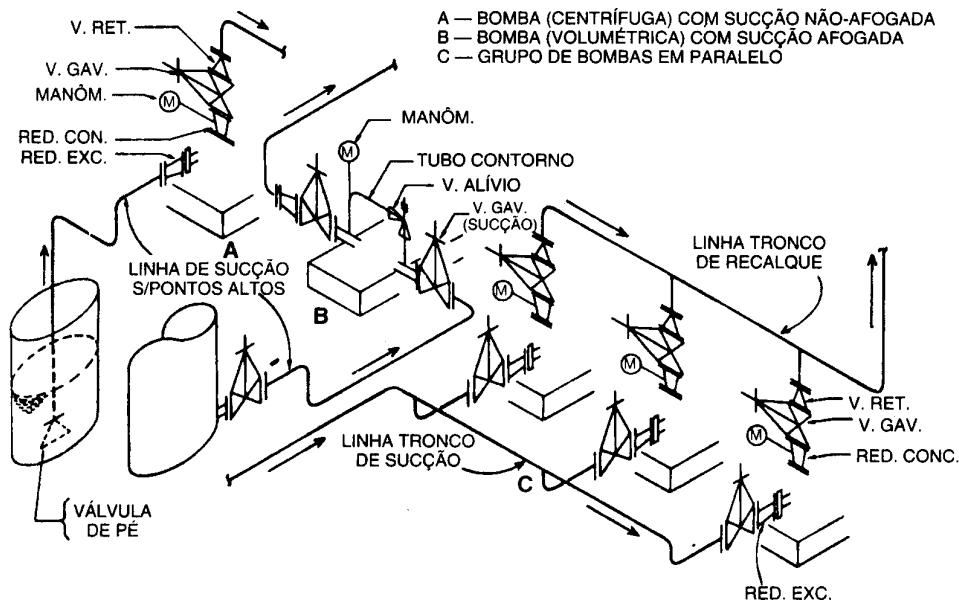
NÃO SE DEVE COLOCAR GUIAS PRÓXIMO DE PONTOS DE MUDANÇA DE DIREÇÃO

**BATENTES** → São utilizados para proteção de pontos fracos e orientação das dilatações

## SISTEMAS ESPECIAIS DE TUBULAÇÕES

### 1 – Tubulações para bombas

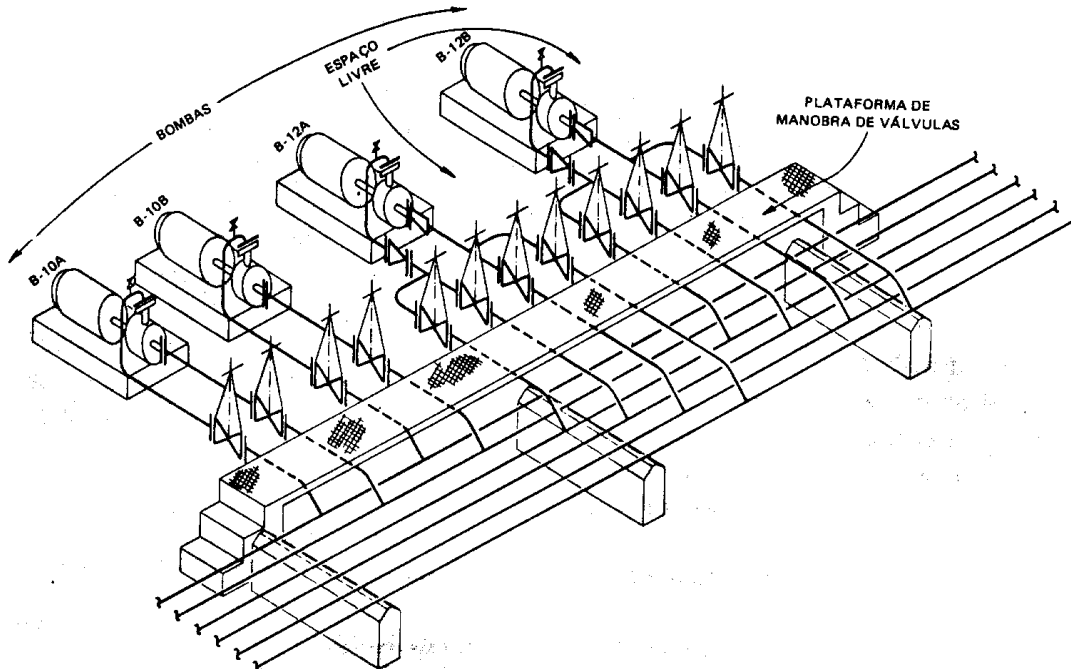
- TUBULAÇÕES DE SUCCÃO**
- Evitar pontos altos para não formar bolhas.
  - Ter a menor perda de carga possível (*usar  $\varnothing > \text{que o do bocal}$* ).
  - Quando houver sucção dupla, os ramais devem ser exatamente iguais.
  - Utilizar filtros provisórios
  - Normalmente os defeitos de funcionamento das bombas é relacionado com problemas da tubulação de sucção.
- TUBULAÇÕES DE RECALQUE**
- A geometria da tubulação tem pouca influência no funcionamento da bomba.
  - Colocar manômetros antes das válvulas de bloqueio



### COLOCAÇÃO DE VÁLVULAS JUNTO ÀS BOMBAS

- Bombas volumétricas (*pistão, engrenagem*) → Colocação de válvula de alívio
- Bombas com sucção afogada ou bombas em paralelo com a mesma linha tronco → Colocação de válvula de bloqueio junto à entrada da bomba.
- Bomba com sucção não afogada → Colocação de válvula de retenção na extremidade da linha de sucção.
- Tubulações de recalque (*qualquer caso*) → Colocação de válvula de bloqueio na saída da bomba
- Tubulações de recalque para um nível estático mais elevado ou bombas em paralelo. → Colocação de válvula de retenção na saída da bomba, além da válvula de bloqueio

## 2 – Tubulações para um grupo de bombas



ARRANJO TÍPICO PARA UM GRUPO DE BOMBAS

É IMPORTANTE HAVER ÁREAS LIVRES PARA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO EM VOLTA DAS BOMBAS.

O PESO DA TUBULAÇÃO NÃO DEVE FICAR SOBRE A BOMBA.

QUANDO HOVER POSSIBILIDADE DE CONTAMINAÇÃO RECÍPROCA, EM BOMBAS DESTINADAS A TRABALHAR COM DOIS FLUIDOS DEVE UM SISTEMA DE DRENAGEM E LIMPEZA DAS BOMBAS E TUBULAÇÕES ADJACENTES.

BOMBAS QUE TRABALHAM EM TEMPERATURAS SUPERIORES A 200 °C E QUE FICAM PARADAS POR MUITO TEMPO (*bombas de reserva*) DEVEM TER UM SISTEMA DE AQUECIMENTO.  
(*normalmente é feito com o próprio fluido através de interligações de Ø pequeno*)

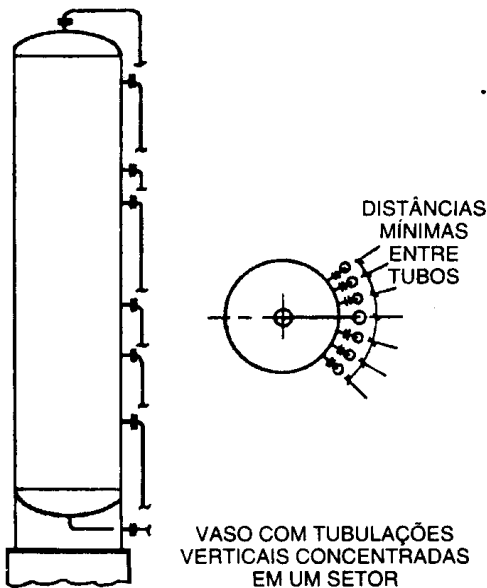
3 – Tubulações para tanques, vasos e outros reservatórios

TEM QUE EXISTIR VÁLVULA DE BLOQUEIO EM TODAS AS TUBULAÇÕES LIGADAS A VASOS, TANQUES OU RESERVATÓRIOS E QUE ESTEJAM ABAIXO DO NÍVEL DE LÍQUIDO NO RESERVATÓRIO.

NAS TUBULAÇÕES DE SERVIÇO (*vapor de lavagem etc.*), INDEPENDENTE DA POSIÇÃO DE ENTRADA NO VASO, DEVE HAVER UMA VÁLVULA DE BLOQUEIO PRÓXIMA AO BOCAL DE CONEXÃO.

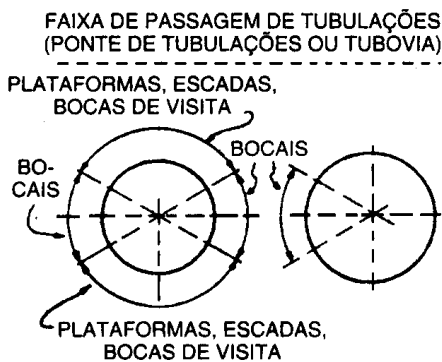
NÃO PODE HAVER VÁLVULAS DE BLOQUEIO

- 1 – Na saída de gases no topo dos equipamentos
- 2 – Nas tubulações de refluxos circulantes
- 3 – Em tubulações ligadas às válvulas de segurança



AS TUBULAÇÕES VERTICAIS SÃO SUSTENTADAS PELO PRÓPRIO EQUIPAMENTO.

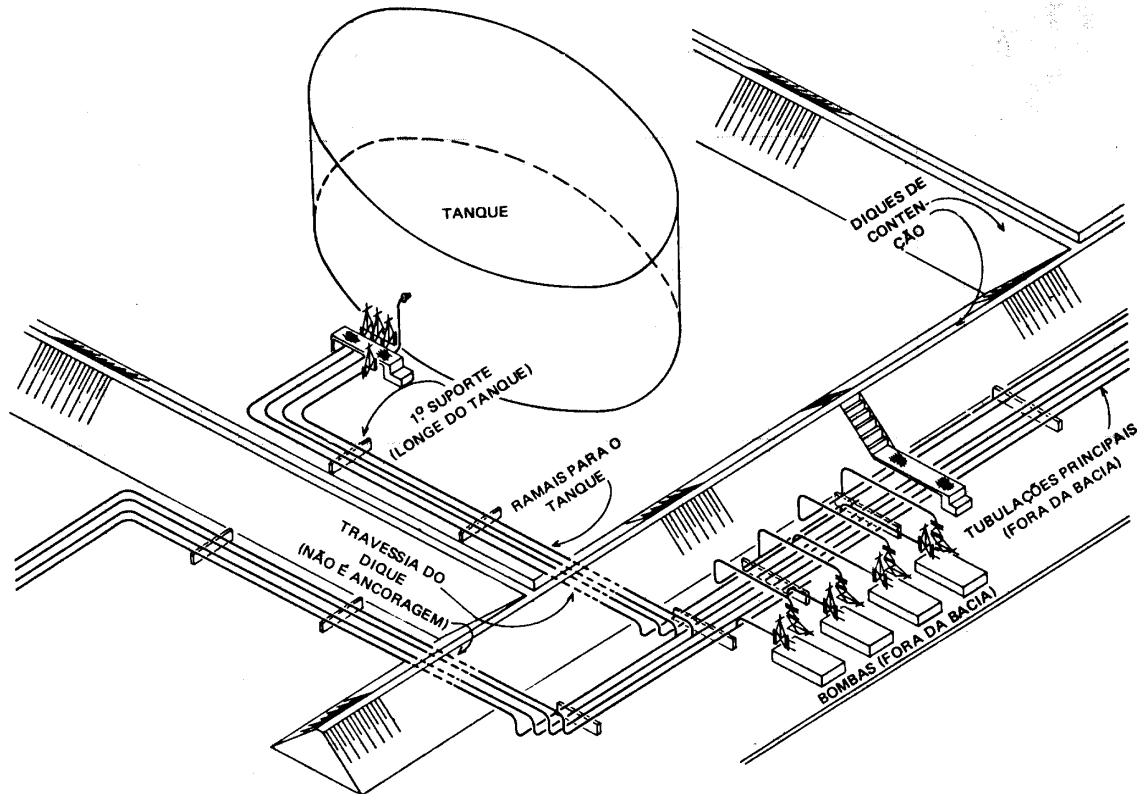
OS BOCAIS DEVEM SER CONCENTRADOS EM SETORES ANGULARES PARA FACILITAR A COLOCAÇÃO DE BOCAS DE VISITA, ESCADAS, PLATAFORMAS ETC.



PARA TORRES, VASOS, REATORES ETC., DE GRANDE PORTE DEVE SER DEIXADO UMA FOLGA MÍNIMA DE 30 CM ENTRE A PAREDE DO VASO E A TUBULAÇÃO

#### 4 – Tubulações em áreas de armazenagem de líquidos combustíveis ou inflamáveis

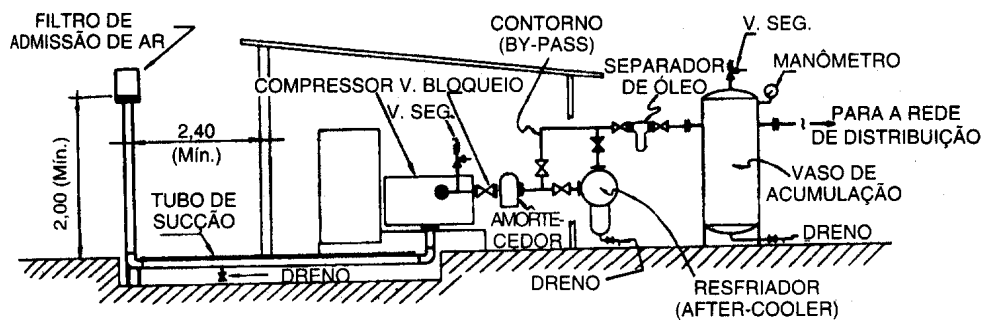
OS LÍQUIDOS COMBUSTÍVEIS SÃO ARMAZENADOS EM TANQUES CIRCUNDADOS POR DIQUES FORMANDO BACIAS DE CONTENÇÃO.



EXCEÇÃO FEITA ÀS VÁLVULAS JUNTOS AOS BOCAIS DOS TANQUES, NA BACIA DO DIQUE NÃO DEVE HAVER EQUIPAMENTOS QUE EXIJAM MANUTENÇÃO.

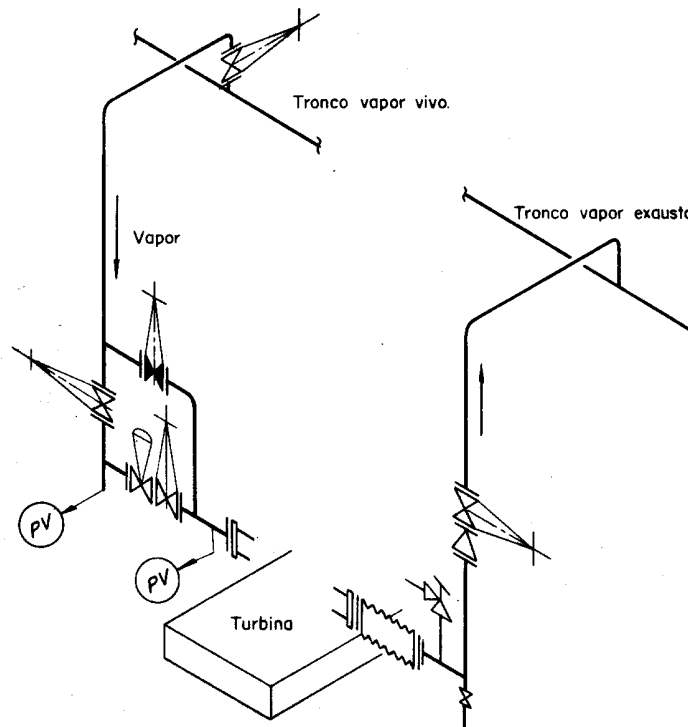
VERIFICAR AS POSSIBILIDADES DE RECALQUE DO TERRENO PARA EVITAR FUTUROS ESFORÇOS NAS TUBULAÇÕES.

#### 5 – Tubulações para compressores





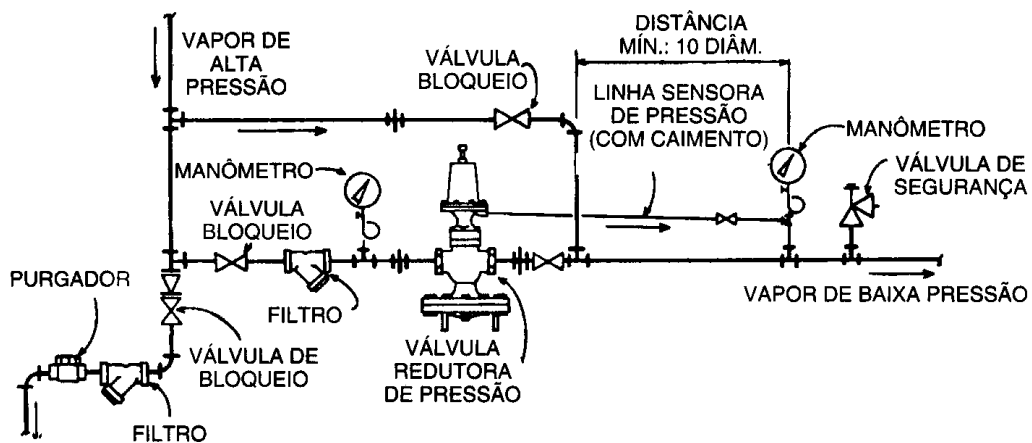
6 – Tubulações para turbinas



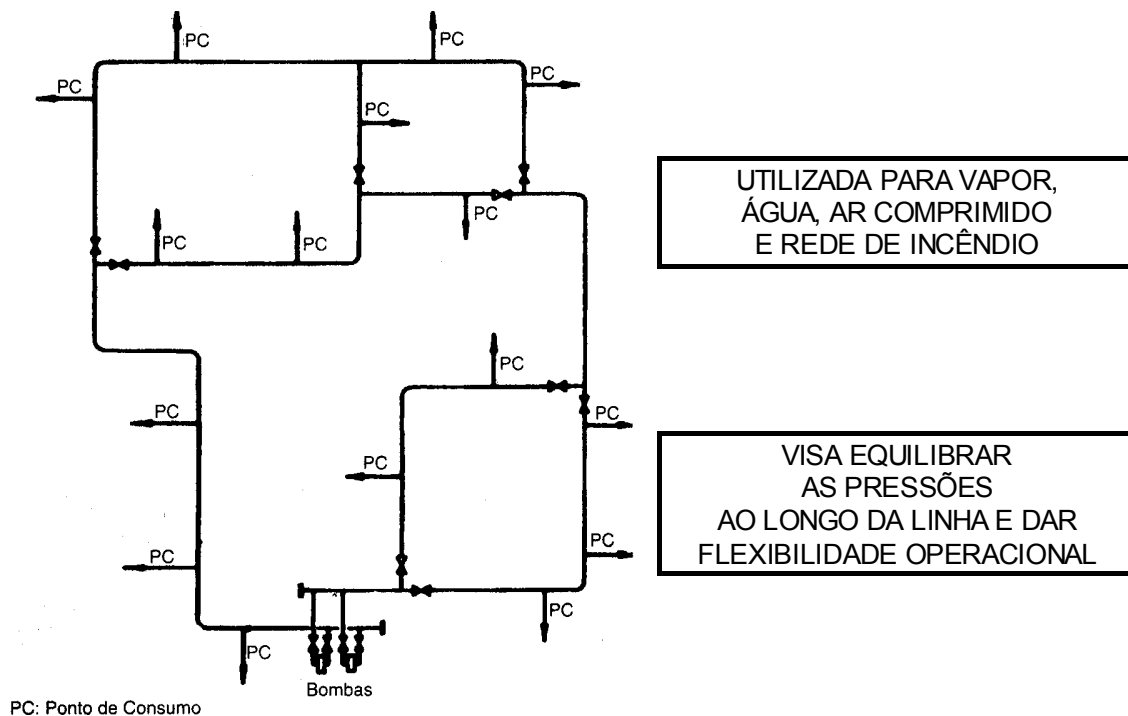
7 – Tubulações com fluxo por gravidade ou por termossifão

DEVE SER EVITADO PONTOS ALTOS E PONTOS BAIXOS

8 – Estação de redução de pressão de vapor



## 9 – Tubulações de distribuição – ( ANEL OU MALHA )

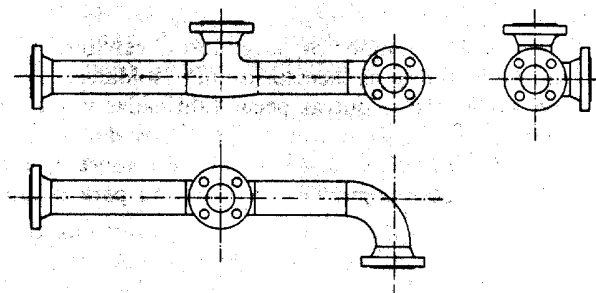


## MONTAGEM DE TUBULAÇÕES

**A montagem de tubulações é um problema diretamente ligado à engenharia mecânica e assim sendo, faremos apenas observações sobre cuidados que devem ser observados para não comprometer a tubulação.**

A montagem é feita a partir de desenhos (*isométricos e plantas*) seguindo a lista de especificações de montagem e de inspeção.

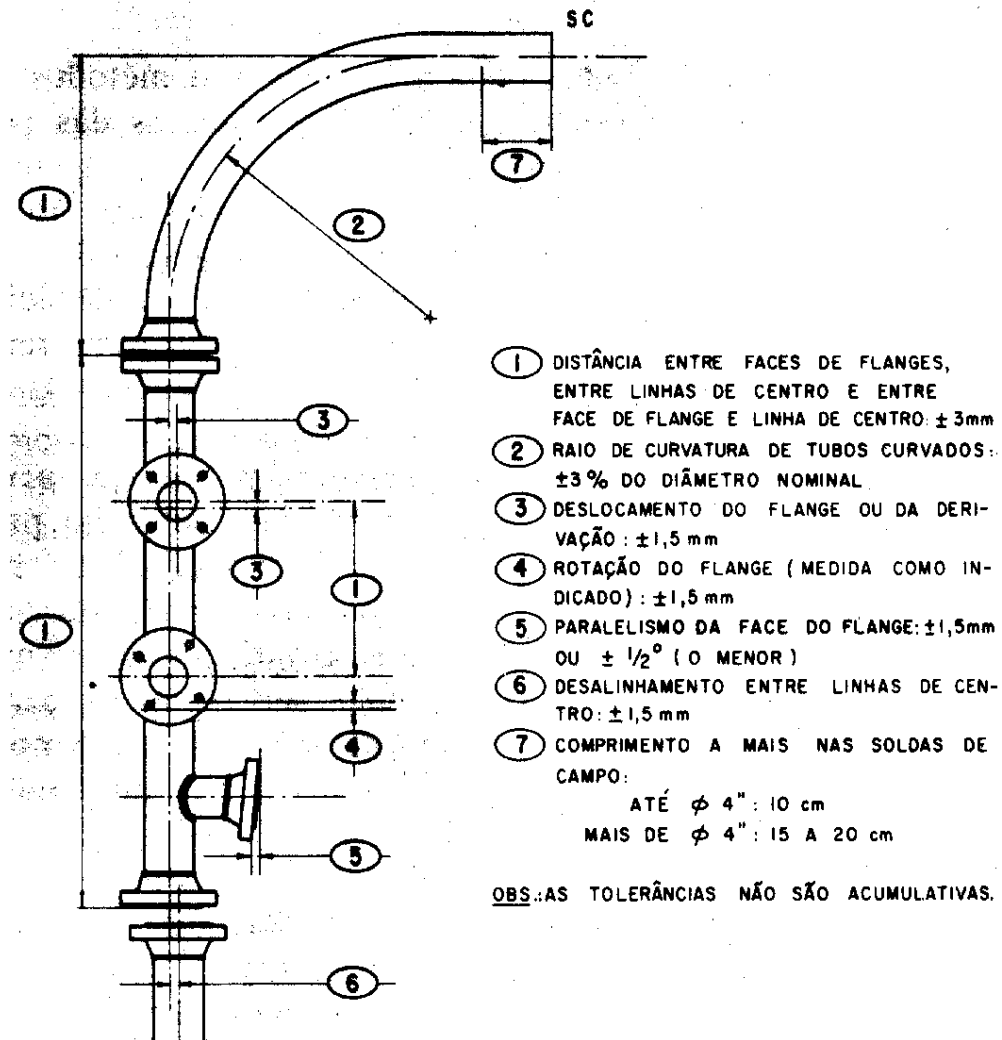
As listas de especificações devem discriminar as normas e exigências adicionais de recebimento, preparação, montagem, soldagem, armazenagem etc. de todo o material que compõe as tubulações.



Os flanges devem ser montados de modo que os furos sempre estejam simetricamente distribuídos em relação aos eixos vertical e horizontal do flange.

Para evitar danos nas faces dos flanges, antes, durante e depois da montagem os flanges são cobertos com madeira ou material de resistência equivalente.

Tolerâncias de montagem ou pré-montagem



Antes de iniciar qualquer serviço de soldagem em tubulações de responsabilidade deve ser feita a qualificação de todos os procedimentos de soldagem e de todos os soldadores.

Não se deve fazer nenhuma solda debaixo de chuva, nevoeiro ou de vento forte.

Os pontos de solda para fixação prévia de tubos, curvas, flanges etc. devem ser feitos por soldadores qualificados e com os mesmos cuidados das soldas definitivas.

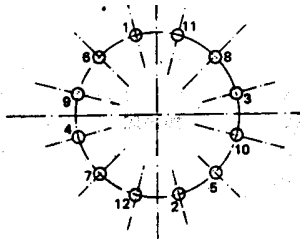
Todas as soldas de tubulação, depois de completadas, devem ser submetidas a exames não destrutivos para a verificação de possíveis defeitos.

Antes do início da montagem das tubulações devem ser instalados todos os equipamentos (*vasos, tanques, reatores, trocadores de calor, bombas etc.*)

**ARMAZENAGEM**  
(feita em local aberto)  
**E MANUSEIO**

- Tomar precauções para não entrar terra nas varas de tubo quando elas estão sendo arrastadas.
- As válvulas devem ter os bocais tamponados e armazenadas fechadas com a haste para cima.
- Cuidado para não provocar danos nos tubos e peças com revestimento de proteção.

NAS MONTAGENS DE TUBULAÇÕES É NECESSÁRIO QUE SEJA OBSERVADO COM O MAIOR RIGOR POSSÍVEL O ALINHAMENTO ENTRE AS VARAS DE TUBO E AS PEÇAS PRÉ-MONTADAS.

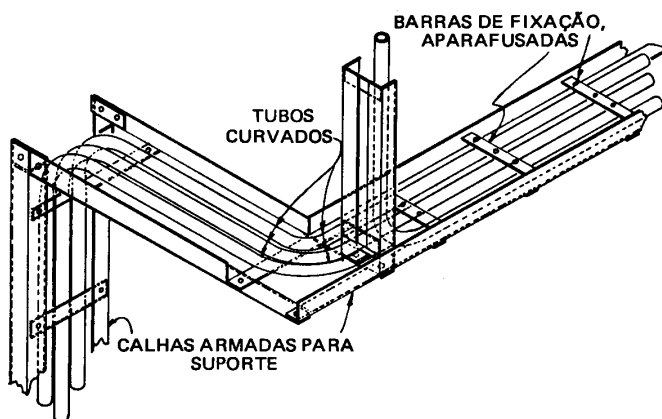


O aperto dos flanges deve ser feito por igual, pelos parafusos diametralmente opostos, até a tensão recomendada

Não se deve tentar corrigir desalinhamentos dos flanges pelo aperto excessivo dos parafusos.

As juntas de expansão devem ser montadas protegidas e mantidas travadas até a conclusão do teste hidrostático da tubulação.

As ancoragens só devem ser soldadas após a conclusão de toda a montagem e alinhamento das tubulações, porém antes do teste hidrostático.



As tubulações de instrumentação são instaladas em calhas especiais (*de chapa dobrada ou de plástico*).

As calhas são montadas nos suportes das tubulações de processo.

A montagem de tubos com ponta e bolsa nos trechos com forte declive, as bolsas sempre devem estar voltadas para o ponto alto da linha

## LIMPEZA DAS TUBULAÇÕES

APÓS O TÉRMINO DA MONTAGEM É NECESSÁRIO FAZER A LIMPEZA DAS TUBULAÇÕES PARA RETIRAR DEPÓSITOS DE FERRUGEM, PONTAS DE ELETRODO, RESPINGOS DE SOLDA, POEIRAS E OUTROS DETRITOS.

**A LIMPEZA GERALMENTE É FEITA COM ÁGUA E DEVEM SER COLOCADOS FILTROS PROVISÓRIOS NA ENTRADA DE BOMBAS, MEDIDORES, E OUTROS EQUIPAMENTOS.**  
(para tubulações de aço inoxidáveis a água pode ter no máximo 30 ppm de cloretos)

QUANDO A NECESSIDADE DO SERVIÇO EXIGIR PODE-SE RECORRER A LIMPEZAS MECÂNICAS OU QUÍMICAS.

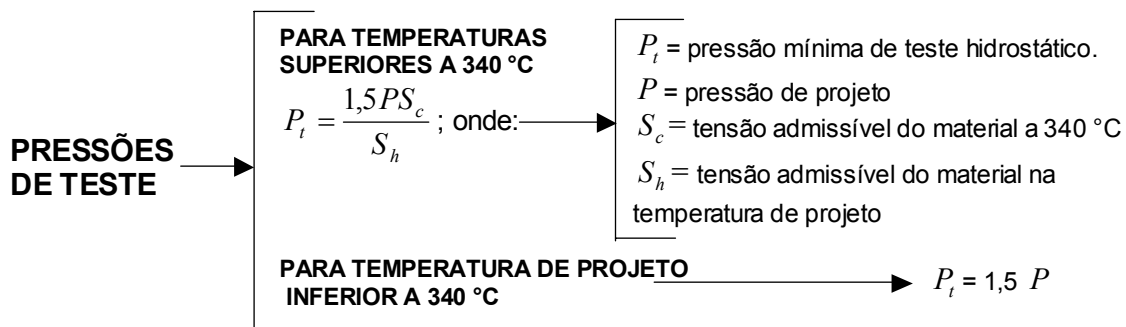
ANTES DA LIMPEZA DEVEM SER RETIRADAS DA TUBULAÇÃO AS VÁLVULAS DE RETENÇÃO E DE CONTROLE, AS PLACAS DE ORIFÍCIO E TAMBÉM AS VÁLVULAS DE SEGURANÇA E DE ALIVIO.

AS TUBULAÇÕES DESTINADAS A ÁGUA POTÁVEL DEVEM SOFRER DESINFECÇÃO FEITA COM SOLUÇÃO COM NO MÍNIMO 50 MG/LITRO DE CLORO.

## TESTE DE PRESSÃO EM TUBULAÇÕES

NA GRANDE MAIORIA DOS CASOS O TESTE É FEITO POR PRESSÃO DE ÁGUA (*teste hidrostático*); E EM ALGUNS CASOS ESPECIAIS COM AR COMPRIMIDO.

*Um dos casos de utilização de ar comprimido é em tubulações de grande diâmetro para gases, cujos suportes não suportariam o peso da água do teste.*



A PRESSÃO DE TESTE COM AR COMPRIMIDO DEVERÁ SER 10% ACIMA DA PRESSÃO DE PROJETO.

O MENOR VALOR PARA PRESSÃO DE TESTE DEVE SER 0,1 MPa ( $\cong 1 \text{ kgf/cm}^2$ )

**QUALQUER QUE SEJA  
O TIPO DE TESTE DE PRESSÃO,  
O MESMO SÓ DEVE  
SER REALIZADO:**

Pelo menos 48 horas depois de completada a última soldagem  
Depois de todos os tratamentos térmicos.  
Antes da pintura ou de aplicação de qualquer revestimento

**PREPARAÇÃO  
PARA O TESTE  
DE PRESSÃO**

- 1 – Todo o sistema de tubulações deve ser subdividido em seções (*utilizar, raquetas, flanges cegos, tampões, bujões etc.*)
- 2 – As placas de orifício e todas as outras restrições de fluxo devem ser retiradas.
- 3 – Todas as válvulas devem ser completamente abertas ou travadas abertas (*válvulas de controle, retenção etc.*).
- 4 – As válvulas de bloqueio das ramais para instrumentos devem ser fechadas.
- 5 – As válvulas de segurança devem ser removidas.
- 6 – Os instrumentos e outros equipamentos que não possam ser submetidos à pressão de teste devem ser retirados.
- 7 – As juntas de expansão de fole devem ser escoradas para evitar a deformação do fole.
- 8 – Todas as soldas, roscas e quaisquer outras ligações da tubulação devem ser deixadas expostas.
- 9 – Todas as emendas em tubos enterrados devem ficar expostas.

**AO ENCHER A TUBULAÇÃO DE ÁGUA DEVE-SE ABRIR TODOS OS RESPIROS  
PARA PURGA DO AR**

**RECOMENDAÇÕES  
PARA O TESTE  
COM AR COMPRIMIDO**

- 1 – Testar preliminarmente com uma pressão máxima de 0,18 MPa ( $\cong 1,8 \text{ kgf/cm}^2$ )
- 2 – Subir vagarosamente a pressão a até 50% do valor final e verificar com água e sabão se há vazamentos nas juntas.
- 3 – Repete-se o mesmo procedimento para 75% e para 100% da pressão de teste.
- 4 – Toda a área em volta da tubulação deve ser interdita e os teste devem ser acompanhados de longe sem que ninguém se aproxime das tubulações.

## ESTIMATIVA DE SERVIÇOS DE TUBULAÇÃO

### FATORES QUE INTERFEREM NO TEMPO E NO CUSTO DO SERVIÇO

- Trabalho único ou feito em série.
- Trabalho na oficina ou no campo.
- Competência dos profissionais e qualidade da supervisão.
- Ferramentas e equipamentos adequados em qualidade e em quantidade.
- Facilidade de obtenção dos materiais e de transporte.
- Serviço feito de dia ou a noite, em horário normal ou em horas extras.
- Serviço feito em local abrigado ou sujeito a sol, chuva e vento.

### O SERVIÇO DE CAMPO AINDA SERÁ INFLUENCIADO POR:

- Instalação nova ou já em operação.
- Local de fácil ou de difícil acesso.
- Maior ou menor grau de insalubridade e periculosidade.

A MENOR OU MAIOR PRECISÃO DE ESTIMATIVA DEPENDERÁ DA PRÁTICA DE QUEM ANALISA OS FATORES DE INFLUÊNCIA EXISTENTES E DA SENSIBILIDADE PARA AVALIAR A IMPORTÂNCIA DE CADA UM DELES.

QUANTIDADE DE HOMENS HORA PARA SERVIÇOS DE TUBULAÇÃO									
Diâmetro Nominal	Tubo corrido por m		Soldas de topo		Ligações flangeadas		Válvulas flangeadas		Ligações rosqueadas
	Série 40	Série 80	Série 40	Série 80	150 #	300 #	150 #	300 #	
$\frac{3}{4}$	0,21	0,24	-	-	-	-	-	-	0,4
1	0,24	0,27	-	-	-	-	-	-	0,5
1 ½	0,30	0,38	1,1	1,3	1,5	1,7	0,5	0,7	0,8
2	0,39	0,45	1,3	1,5	1,7	2,0	0,6	0,8	1,2
3	0,61	0,75	2,0	2,2	2,0	2,3	0,8	1,0	-
4	0,81	0,99	2,5	2,8	2,2	2,6	1,0	1,3	-
6	1,17	1,56	3,3	4,0	2,5	3,0	1,5	2,0	-
8	1,56	2,04	4,0	5,0	2,7	3,2	2,0	2,5	-
10	1,98	2,54	5,0	6,0	3,0	3,5	2,5	3,3	-
12	2,28	2,70	6,5	7,8	3,2	3,7	3,0	4,0	-
14	2,40	3,00	7,2	8,5	3,3	4,0	3,6	4,9	-
16	2,70	3,30	7,8	9,0	3,5	4,2	4,3	6,0	-
18	3,00	3,55	9,0	10,2	3,7	4,4	5,0	7,2	-
20	3,25	3,75	10,0	12,0	4,0	4,6	5,8	8,4	-
24	3,60	4,10	12,0	14,5	4,2	4,8	7,0	9,6	-

Os dados desta tabela baseia-se em valores médios, onde o serviço é feito no campo, em local de acesso razoável e onde existem recursos adequados de mão de obra, transporte e materiais de almoxarifado. A tabela aplica-se somente a serviços diurnos e em horário normal

## AULA 7

Referente aos Capítulos 11,12 e 15 do Livro Texto