



COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS

NORMA GERAL PARA PROJETO E CONSTRUÇÃO DE ESTAÇÕES
ELEVATÓRIAS DE ESGOTO SANITÁRIO

NT-3.200-000.000-SPT-04-001

OUTUBRO/2006

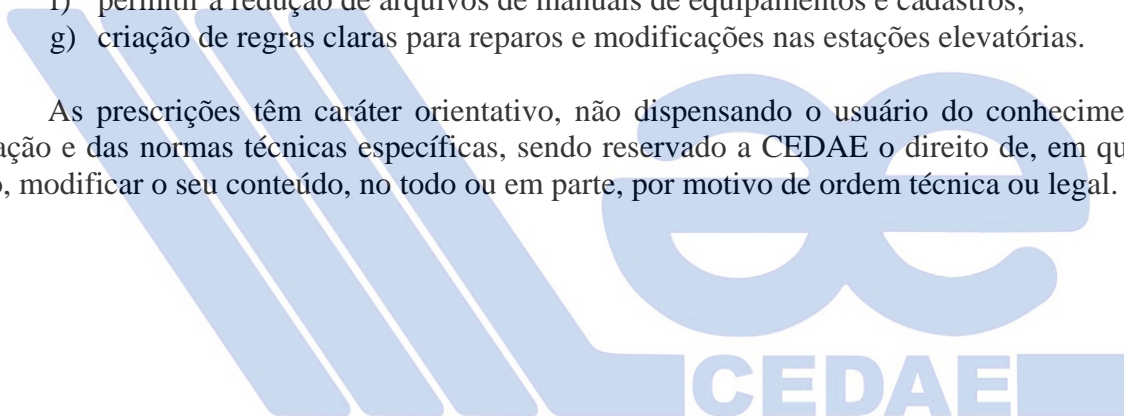
REVISÃO 0

APRESENTAÇÃO

A presente regulamentação tem por objetivo fixar as condições para o projeto e construção de estações elevatórias para o sistema de esgoto sanitário sob a responsabilidade da COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS – CEDAE, visando-se alcançar uma padronização que proporcione as seguintes vantagens:

- a) garantir a qualidade dos serviços gerados por estações elevatórias de esgotos sanitários;
- b) facilitar o projeto, a operação e a manutenção, empregando-se elementos de controle padronizados que sejam facilmente entendidos pelas equipes de manutenção e operação;
- c) diminuir ao máximo o número de elementos da instalação de uma estação elevatória sem comprometer a qualidade do serviço prestado;
- d) permitir a criação de estoques reduzidos de peças de manutenção;
- e) permitir o intercâmbio de peças entre estações elevatórias em uma situação de emergência;
- f) permitir a redução de arquivos de manuais de equipamentos e cadastros;
- g) criação de regras claras para reparos e modificações nas estações elevatórias.

As prescrições têm caráter orientativo, não dispensando o usuário do conhecimento da legislação e das normas técnicas específicas, sendo reservado a CEDAE o direito de, em qualquer tempo, modificar o seu conteúdo, no todo ou em parte, por motivo de ordem técnica ou legal.

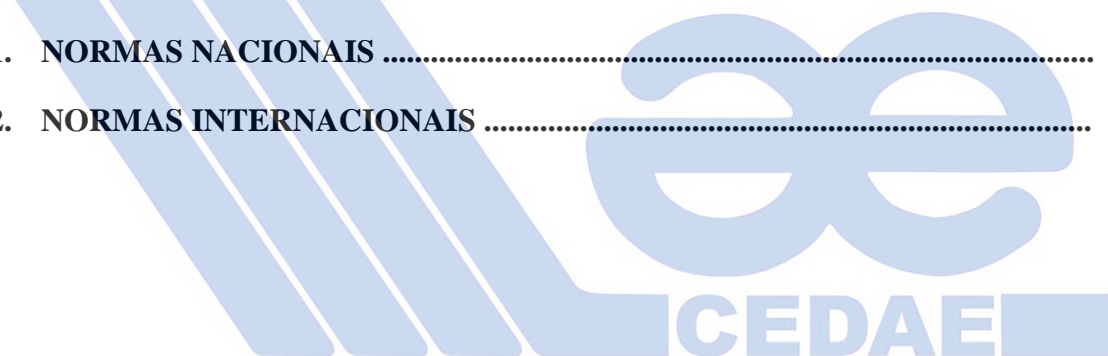


ÍNDICE

CAPÍTULO	PÁGINA
1. DEFINIÇÕES	01
2. TUBULAÇÕES	02
2.1. DIMENSIONAMENTO	02
2.2. ESTUDOS DOS EFEITOS DO GOLPE DE ARIETE	02
2.3. PLANTAS DE TUBULAÇÃO	02
2.4. ARRANJO DE TUBULAÇÕES	03
2.5. MEIOS DE LIGAÇÃO DOS TUBOS	05
2.6. ELEMENTOS DE TUBULAÇÕES	05
2.6.1. Tubos	05
2.6.2. Conexões	06
2.6.3. Flanges	06
2.6.4. Válvulas de Gaveta	06
2.6.5. Válvulas de Retenção	07
2.6.6. Válvula flap	07
2.6.7. Juntas de Desmontagem	08
2.7. SUPORTES PARA TUBULAÇÃO (ANCORAGENS, BATENTES E APOIOS)	08
2.8. MONTAGEM E TESTES	08
2.9. PINTURA	09
3. CONJUNTO MOTOR-BOMBA	11
3.1. DIMENSIONAMENTO	11
3.2. ESPECIFICAÇÃO DO CONJUNTO MOTOR BOMBA	12
3.3. DISPOSIÇÃO DOS CONJUNTOS MOTOR BOMBA	14
3.4. MONTAGEM	14

3.5.	SISTEMAS DE BOMBEAMENTO E ESQUEMAS OPERACIONAIS SEM VARIAÇÃO DE VELOCIDADE	15
3.6.	SISTEMAS DE BOMBEAMENTO E ESQUEMAS OPERACIONAIS COM VARIAÇÃO DE VELOCIDADE	16
4.	EDIFICAÇÃO E ACESSÓRIOS	20
4.1.	LOCALIZAÇÃO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA	20
4.2.	PROJETO	20
4.2.1.	Condições Gerais	20
4.2.2.	Comportas	21
4.2.3.	Extravasão	21
4.2.4.	Canal de Entrada	22
4.2.5.	Grade de Barras	22
4.2.6.	Poço de Sucção	23
4.2.7.	Piso	25
4.2.8.	Bloco de Fundação para o Conjunto Motor-Bomba	25
4.2.9.	Alvenarias	25
4.2.10.	Laje	26
4.3.	CONCRETO ESTRUTURAL, TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES E IMPERMEABILIZAÇÃO	27
4.4.	PINTURA	28
4.5.	TRAVESSIAS EM PAREDES DE POÇOS	28
4.6.	EQUIPAMENTOS DE MOVIMENTAÇÃO	29
4.7.	ILUMINAÇÃO, VENTILAÇÃO E ACÚSTICA	30
4.8.	SEGURANÇA	30
5.	INSTALAÇÃO ELÉTRICA	35
5.1.	MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	35
5.2.	PROTEÇÃO CONTRA CURTO-CIRCUITO	35
5.3.	PROTEÇÃO CONTRA SOBRECARGA DO MOTOR	35

5.4. ACIONAMENTO	35
5.5. PROTEÇÃO CONTRA NÍVEL BAIXO E NÍVEL ALTO NO POÇO DE SUCCÃO	36
5.6. PROTEÇÃO CONTRA O SHUT-OFF DA BOMBA	36
5.7. PROTEÇÃO CONTRA FALTA E INVERSÃO DE FASES	37
5.8. PROTEÇÃO CONTRA INTERRUÇÃO DA VENTILAÇÃO DOS MOTORES ELÉTRICOS	37
5.9. PROTEÇÃO CONTRA ALAGAMENTO DO POÇO SECO	37
5.10. ILUMINAÇÃO	37
5.11. PROTEÇÃO DE SUBESTAÇÕES ABRIGADAS	37
5.12. DESENHOS DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	38
6. NORMAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS ADOTADAS COMO REFERÊNCIA	39
6.1. NORMAS NACIONAIS	39
6.2. NORMAS INTERNACIONAIS	41



1 DEFINIÇÕES

Barrilete – conjunto de tubulações que une a saída ou a entrada das bombas associadas em paralelo à tubulação de recalque ou sucção, respectivamente.

Bomba afogada – quando o nível de água do reservatório de montante ou a pressão disponível de sucção é suficiente para manter a bomba escorvada.

Bomba centrífuga – bomba em que o líquido penetra no rotor paralelamente ao eixo, sendo dirigido pelas pás do rotor para a periferia, segundo trajetória contida em planos normais ao eixo.

Curva característica estável – curva de bomba na qual cada valor da carga manométrica corresponde a um só valor de vazão.

Diâmetro nominal (DN) – simples número que serve para classificar, em dimensão, os elementos de tubulações e que corresponde aproximadamente ao diâmetro interno da tubulação, expresso em milímetro.

NPSH ou altura positiva líquida de sucção - representa a disponibilidade de energia com que o líquido penetra na boca de entrada da bomba.

Pressão nominal (PN) – pressão convencionalmente aceita e usada para fins de referência. É designada pelas letras PN, seguida de um número apropriado.

Shut-off – situação de uma bomba operando com vazão igual a zero (válvula de bloqueio de jusante fechada).

Tubulação – conjunto de tubos e seus diversos acessórios tais como flanges, juntas, suportes, válvulas e conexões.

Válvula de bloqueio – válvula destinada a operar nas posições totalmente aberta ou totalmente fechada, com a finalidade de interromper ou iniciar o escoamento do fluído.

Válvula dissipadora de energia – válvula que pode operar em posições intermediárias de abertura com a finalidade de dissipar energia.

2 TUBULAÇÕES

2.1 DIMENSIONAMENTO

2.1.1 Deve ser fornecida a memória de cálculo da tubulação, contendo:

- a) dimensionamento do diâmetro das tubulações em função das velocidades máximas e mínimas recomendadas, das perdas de carga e de critérios econômicos;
- b) cálculo da espessura da parede dos tubos em função do diâmetro, pressão do fluido, tensão admissível do material e golpe de aríete.

2.1.2 No dimensionamento das tubulações de sucção e recalque devem ser observados os seguintes critérios:

- a) na sucção a velocidade deve estar compreendida entre 0,60 a 1,5 m/s;
- b) no recalque a velocidade deve estar compreendida entre 0,60 a 2,5 m/s;;

2.1.3 Na condição de duas ou mais bombas recalcando em paralelo os tubos ligados aos flanges de sucção e de recalque das bombas poderão ter diâmetros menores, desde que seja observada a velocidade máxima nos mesmos e que não haja acréscimo de perdas de carga.

2.1.4 Quando duas ou mais bombas estiverem trabalhando em paralelo a velocidade no barrilete e na linha de recalque deve ser mantida próxima da velocidade em cada bomba

2.2 ESTUDOS DOS EFEITOS DO GOLPE DE ARÍETE

2.2.1 O cálculo do escoamento em regime variável (transientes hidráulicos), bem como a recomendação de dispositivos de proteção do sistema, deve ser feito de acordo com as normas nacionais ou internacionais vigentes.

2.3 PLANTAS DE TUBULAÇÃO

2.3.1 As plantas de tubulação devem ser desenhos feitos em escala, contendo o traçado das tubulações, representadas em projeção horizontal, com a indicação dos respectivos diâmetros. As válvulas e acessórios de tubulação devem ser representados. Nas plantas de tubulação devem figurar as elevações de todas as tubulações e as distâncias entre tubos paralelos e todas as cotas importantes da tubulação.

2.3.2 Além de todas as tubulações com válvulas e acessórios, esses desenhos devem também mostrar o seguinte:

- a) todos os suportes de tubulação;
- b) todas as bombas e os respectivos motores, com a indicação do desenho de contorno das bases dos mesmos;

- c) planta baixa da estação elevatória, indicando: portas, janelas, acessos aos poços, aberturas para ventilação e linha de centro da monovia, se houver, e outros elementos que se fizerem necessários;
- d) relação de peças das tubulações com as respectivas especificações;
- e) desenhos de projeção vertical (cortes).

2.4 ARRANJO DE TUBULAÇÕES

2.4.1 Tubulação de Ligação às Bombas

- 2.4.1.1 Os tubos de ligação às bombas devem ser dispostos de forma a deixar livres os espaços necessários para a desmontagem e remoção de bombas, motores elétricos e válvulas, e sempre também o espaço acima destes para permitir a manobra dos aparelhos de elevação de pesos.
- 2.4.1.2 As tubulações de sucção devem ter sempre a menor perda de carga possível, isto é, o menor trajeto com o menor número de acidentes e sem pontos altos para se evitar a formação de bolsas de ar.
- 2.4.1.3 A redução na tubulação de sucção junto à bomba deve ser excêntrica e nivelada por cima. A redução da tubulação de recalque deve ser concêntrica.
- 2.4.1.4 Devem ser evitados os estrangulamentos ou alargamentos bruscos.
- 2.4.1.5 As bombas afogadas devem ter, para cada bomba, uma válvula de bloqueio na tubulação de sucção e outra na tubulação de recalque.
- 2.4.1.6 As bombas não afogadas devem ter, para cada bomba, somente uma válvula de bloqueio e uma válvula de retenção na tubulação de recalque.
- 2.4.1.7 Todas as bombas devem ter tubulação de sucção independente.
- 2.4.1.8 Em todas as bombas deve ser colocada uma válvula de retenção entre a bomba e a respectiva válvula de bloqueio da tubulação de recalque.
- 2.4.1.9 Quando houver uma redução na entrada ou na saída da bomba, as respectivas válvulas de bloqueio devem ser do mesmo diâmetro do maior diâmetro da redução.
- 2.4.1.10 Para bombas operando em paralelo, não é permitida a colocação de uma única válvula de retenção.

2.4.2 Tubulação de Sucção em Poços

- 2.4.2.1 A tubulação de sucção no interior do poço deve obedecer aos requisitos de instalação determinados pelo fabricante da bomba, no que tange aos seguintes tópicos:
 - a) submersão mínima da seção de entrada da tubulação;

- b) folga entre o fundo do poço de sucção e a extremidade do tubo de entrada;
 - c) distância entre a parede da tubulação e qualquer outra parede lateral do poço de sucção.
- 2.4.2.2 Adicionalmente, quando da utilização de bombas do tipo re-autoescorvante, os seguintes critérios devem ser observados:
- a) diferença máxima de cota entre o NA mínimo no poço de sucção e o eixo da bomba;
 - b) deve ser instalada uma válvula de purga na linha de recalque de cada bomba, visando a eliminação do ar retido no interior da bomba na etapa inicial de escorvamento. O ar retirado deve ser encaminhado ao o poço de sucção.
- 2.4.2.3 As tomadas de esgoto para as tubulações de sucção das bombas em poços de sucção devem ser posicionadas o mais distante possível da entrada de esgoto no poço.
- 2.4.2.4 As tomadas de esgoto devem ter formato de sino com diâmetro que satisfaça D/d igual a 1,5 a 1,8, sendo D o maior diâmetro da tomada e d o diâmetro da respectiva tubulação.
- 2.4.3 Tubulação Subterrânea
- 2.4.3.1 Devem ser evitadas as tubulações subterrâneas no interior das elevatórias.
- 2.4.4 Flexibilidade
- 2.4.4.1 Todas as tubulações devem ter, sempre que possível, um traçado tal que lhes proporcione uma flexibilidade própria, de forma que sejam capazes de absorver as dilatações térmicas por meio de flexões ou torções dos diversos trechos e possibilitar a desmontagem através dos flanges da tubulação para manutenção de válvulas, sem se recorrer a demolição de ancoragens, apoios ou batentes. Essa flexibilidade é conseguida dando-se à tubulação um traçado não retilíneo conveniente, com mudanças de direção no plano ou no espaço, utilizando-se curvas flangeadas.
- 2.4.5 Espaçamento entre Tubos
- 2.4.5.1 Deve ser adotado o valor mínimo de 300 mm para o espaçamento entre tubos paralelos, fixado de forma a permitir a pintura e a inspeção dos tubos e também de forma a deixar a folga necessária para flanges e peças flangeadas no próprio tubo ou nos tubos vizinhos.
- 2.4.5.2 Devem ser evitados flanges alinhados em tubulações vizinhas.
- 2.4.5.3 Deve ser sempre deixado espaço suficiente e meios de acesso para permitir a remoção e a colocação dos parafusos e juntas em todas as ligações flangeadas, deixando-se uma folga mínima de 100 mm entre um flange e qualquer obstáculo.
- 2.4.5.4 A distância mínima da geratriz de um tubo extremo à parede da estação elevatória deve ser de 300 mm.

- 2.4.5.5 A distância mínima de qualquer tubulação acima do piso deve ser de 300 mm, medida da geratriz inferior.
- 2.4.5.6 A distância mínima da face de um flange à parede da estação elevatória deve ser de 200 mm.
- 2.4.6 Tomadas para Manômetros
- 2.4.6.1 Devem ser instaladas tomadas para manômetros ou vacuômetros, com 1" de diâmetro e rosca BSP (NBR 6414), nas seguintes posições:
- a) na tubulação de sucção, entre a válvula de bloqueio e a bomba.
 - b) na tubulação de recalque, entre a válvula de retenção e a válvula de bloqueio.
- 2.4.6.2 As luvas devem ser instaladas na geratriz superior dos tubos.
- 2.4.6.3 As tomadas de pressão devem ser instaladas em locais de fácil acesso e que não interfiram com a operação das válvulas de bloqueio.
- 2.4.6.4 Em cada tomada deve ser conectada uma válvula esfera de mesmo diâmetro, com rosca macho-macho, através do emprego de niple.
- 2.4.6.5 O manômetro, ou vacuômetro, deve ter caixa em aço inoxidável, hermeticamente fechada, a prova de pingos e respingos, com mostrador com diâmetro de 100 mm, interior de latão, saída vertical e diafragma em aço inoxidável, com conexão DN 1", rosca interna.

2.5 MEIOS DE LIGAÇÃO DOS TUBOS

- 2.5.1 As ligações entre tubos ou entre tubos e conexões devem ser realizadas através de flanges.
- 2.5.2 As ligações entre tubos ou entre tubos e conexões devem ser executadas com peças de mesma espessura de parede e de mesmo material.

2.6 ELEMENTOS DE TUBULAÇÕES (aplicável somente no interior da elevatória)

2.6.1 Tubos

- 2.6.1.1 Os tubos devem ser ferro fundido nodular, em conformidade com a especificação NBR 9651.
- 2.6.1.2 Os tubos devem ter revestimento interno e externo resistentes às características adversas do esgoto.
- 2.6.1.3 Os tubos devem ter espessura da parede igual ou superior a classe K12.

2.6.2 Conexões

- 2.6.2.1 Devem ser em ferro fundido nodular, em conformidade com a especificação EB 1702.
- 2.6.2.2 A espessura da parede das conexões deve sempre ser igual à do tubo a que estão ligadas.
- 2.6.2.3 Tipos de conexões permitidas na tubulação:
- curvas de raio longo 45° e 90° (normais e de redução);
 - tês normais, tês de redução e tês de 45°;
 - reduções concêntricas e excêntricas.
- 2.6.2.4 As conexões rosqueadas são permitidas apenas para as tomadas de manômetro.
- 2.6.2.5 É vedado o emprego de tubos e conexões em aço, salvo em situações adversas onde peças em ferro fundido comerciais, disponíveis no mercado, não atendem as exigências da obra.

2.6.3 Flanges

- 2.6.3.1 Devem ser adotadas juntas de borracha natural ou nitrílica para flanges da classe de pressão PN 10 com a menor espessura possível, não ultrapassando a espessura máxima de 3,0 mm.
- 2.6.3.2 Devem ser utilizados parafusos com a cabeça sextavada, de aço inoxidável, rosca NC, com porca e arruela, nas seguintes dimensões (ver **Tabela 1**):

Tabela 1 – Dimensões de parafusos para flanges

DN	Dimensões		
	PN 10		
	d	l	Quantidade por junta
pol.	pol.		
50	5/8	3	4
75	5/8	3	4
100	5/8	3	8
150	3/4	4	8
200	3/4	4	8
250	3/4	4	12
300	3/4	4	12

NOTA: d – diâmetro do parafuso

l - comprimento do parafuso (sem considerar a espessura da cabeça sextavada)

2.6.4 Válvulas de Gaveta

- 2.6.4.1 Deve ter o mesmo diâmetro nominal (DN) da respectiva tubulação.
- 2.6.4.2 A pressão nominal (PN) deve ser compatível com a da respectiva tubulação.

2.6.4.3 Todas as válvulas devem possuir o volante de acionamento.

2.6.4.4 O eixo da válvula deve estar na vertical com o comando voltado para cima.

2.6.4.5 Devem ser utilizadas válvulas com as seguintes especificações:

- a) construção de acordo com a norma NBR 12430 ou NBR 14968;
- b) corpo e tampa em ferro fundido dúctil;
- c) castelo aparafusado;
- d) gaveta em ferro fundido dúctil ou bronze, tipo cunha;
- e) haste em aço inoxidável;
- f) série métrica chata ou oval com flanges NBR 7675;
- g) acionamento manual direto ou através de caixa redutora.

2.6.4.6 Devem ser instaladas em locais com facilidade de remoção.

2.6.4.7 Em todas as válvulas de operação manual deve ser deixada uma folga livre de 150 mm, em toda volta do volante, para as mãos do operador.

2.6.5 Válvulas de Retenção

2.6.5.1 Deve ter o mesmo diâmetro nominal (DN) da tubulação de recalque.

2.6.5.2 A pressão nominal (PN) deve ser a mesma da tubulação de recalque.

2.6.5.3 Devem ser utilizadas válvulas com as seguintes especificações:

- a) tipo: portinhola única;
- b) corpo flangeado ISO 2531 (NBR 7675), com tampa de visita para limpeza e desobstrução;
- c) corpo, tampa e portinhola em ferro fundido dúctil NBR 6916, classe 42012;
- d) eixo em aço inoxidável AISI 410.

2.6.5.4 Não deve ser instalada a válvula com o eixo na posição vertical.

2.6.5.5 Não deve ser instalada a válvula em trechos verticais com o fluxo descendente.

2.6.5.6 Recomenda-se deixar a montante da válvula um trecho reto de 2,5 x DN (mm), no mínimo.

2.6.6 Válvula flap

2.6.6.1 Devem ser utilizadas válvulas com as seguintes especificações:

- a) tipo: tampa única com articulações superiores ajustáveis, olhal para abertura manual e regulação central em relação a sede de vedação;
- b) corpo e tampa em ferro fundido dúctil NBR 6916;
- c) prisioneiro em aço inoxidável.

2.6.7 Juntas de Montagem

2.6.7.1 Deve ser prevista a colocação de juntas de montagem para possibilitar a montagem e desmontagem sem transmissão de esforços a peças e equipamentos instalados.

2.7 SUPORTES PARA TUBULAÇÃO (ANCORAGENS, BATENTES E APOIOS)

2.7.1 Devem existir ancoragens construídas em concreto armado nas tubulações de sucção e recalque nos pontos de entrada e saída das mesmas na estação elevatória.

2.7.2 Os batentes e apoios, necessários para restringir deslocamentos da tubulação, devem ser construídos em concreto armado.

2.7.3 Ancoragens, batentes e apoios devem estar fixados em trechos de tubos ou conexões que não estejam sujeitos a desmontagem para manutenção de bombas e válvulas.

2.7.4 É recomendável que sejam colocados apoios em tubos conectados a curvas para facilitar a retirada das curvas quando da necessidade de substituição de válvulas e bombas. É recomendável também a colocação de apoios em válvulas de grande diâmetro e derivações.

2.7.5 No caso de tubulações conectadas a bombas, recomenda-se posicionar suportes de forma que a tubulação continue devidamente suportada quando a bomba for removida.

2.7.6 Todos os suportes devem ser colocados de forma a não ser necessário a demolição de ancoragens de concreto quando da necessidade de substituição de válvulas e bombas para manutenção.

2.7.7 Devem ser colocados suportes objetivando, também, a mínima transferência de esforços para os flanges das bombas.

2.7.8 No dimensionamento das ancoragens deve ser adotada a máxima pressão ocorrente nas condições normais e excepcionais relativo ao golpe de aríete.

2.8 MONTAGEM E TESTES

2.8.1 Antes de ser iniciada a montagem de qualquer sistema de tubulações todas as bombas devem já estar instaladas sobre as suas bases.

2.8.2 Todas as bombas devem ter bases próprias, não se admitindo que fiquem penduradas ou suportadas pelas tubulações.

2.8.3 Na montagem de tubulações é necessário que seja observado, com o maior rigor possível, o alinhamento entre as varas de tubo e as peças pré-montadas.

- 2.8.4 Não é permitido que, durante a montagem, se tenha tubos ou outras peças em posição não suportada, fazendo peso ou introduzindo momentos sobre flanges de bombas.
- 2.8.5 Não é permitido que se corrija desalinhamentos entre flanges através do emprego de parafusos e estojos com diâmetros inferiores aos indicados na **Tabela 1**.
- 2.8.6 Depois do aperto concluído, as porcas devem ficar completamente roscadas no corpo dos parafusos, e os estojos devem ficar com extremidades de igual comprimento sobressaindo nas porcas.

2.9 PINTURA

- 2.9.1 Todas as tubulações devem obrigatoriamente receber pintura, inclusive a bomba, e deve ser aplicada em toda a sua extensão.
- 2.9.2 Para superfícies metálicas a preparação deve consistir na limpeza completa da superfície, removendo-se ferrugem, escamas de laminação, terra, graxas, óleos e quaisquer outras substâncias estranhas.
- 2.9.3 A pintura deve ser feita após as verificações de vazamentos nas tubulações.
- 2.9.4 Deve ser executado o seguinte esquema de pintura:
- 2.9.4.1 Tratamento da superfície.
- jateamento abrasivo grau Sa 2,5 (metal quase branco);
 - limpeza manual grau St 2, onde não for possível o jateamento abrasivo.
- 2.9.4.2 Tinta de fundo para superfícies jateadas.
- tinta epóxi oxido de ferro alta espessura (referência: norma Petrobras 1211) ;
 - número de demãos: 02;
 - espessura da película por demão: 120 μm (seco);
 - aplicação: pistola.
- 2.9.4.3 Tinta de fundo para superfícies não jateadas.
- tinta epóxi alta espessura para superfícies não jateadas (referência: norma Petrobras 2678) ;
 - número de demãos: 02;
 - espessura da película por demão: 100 μm (seco);
 - aplicação: pistola.
- 2.9.4.4 Tinta de acabamento.
- tinta esmalte borracha clorada (referência: norma Petrobras 1343) ou tinta epóxi poliamida alta espessura (referência: norma Petrobras 2628) ;
 - número de demãos: 02

- c) espessura da película por demão (seco): 40 μm para tinta esmalte borracha clorada e 150 μm para tinta epóxi poliamida;
- d) aplicação: pistola;
- e) cor: vermelho óxido.

2.9.4.5 Tinta de acabamento para tubulações enterradas ou submersas.

- a) tinta epóxi alcatrão de hulha (referência: norma Petrobras 1761);
- b) número de demãos: 02
- c) espessura da película por demão (seco): 150 μm ;
- d) aplicação: rolo.



3 CONJUNTO MOTOR-BOMBA

3.1 DIMENSIONAMENTO

- 3.1.1 Deve ser fornecida a memória de cálculo do dimensionamento do conjunto motor-bomba, contendo:
- a) a determinação das vazões de projeto do sistema de bombeamento, levando-se em conta as condições operacionais do sistema. As vazões a recalcar devem ser determinadas a partir da concepção básica do sistema, conforme prescrito na NBR 9649 ou NBR 12207;
 - b) o levantamento da curva característica do sistema de recalque;
 - c) o ponto de operação da bomba através de gráficos, apresentando a intersecção entre a curva característica da bomba ou a curva característica para uma associação de bombas e as curvas características do sistema de recalque, considerando a condição normal de operação e as condições extremas. As curvas características extremas do sistema são as determinadas pelas alturas geométricas máxima e mínima;
 - d) os desenhos dimensionais de bombas e motores certificados, emitidos pelo fabricante e os respectivos manuais;
 - e) o hidrograma do esgoto afluente à elevatória.
- 3.1.2 Deve ser dimensionada para o ponto de trabalho onde o rendimento é máximo ou em faixa com rendimento aceitável.
- 3.1.3 Para um maior aproveitamento da associação em paralelo das bombas, as mesmas devem possuir curvas características que possibilitem um aumento apreciável na vazão resultante, no ponto de operação especificado.
- 3.1.4 Não deve haver a associação de bombas em série.
- 3.1.5 O número e a vazão das unidades devem ser fixados segundo os seguintes critérios:
- a) devem ser previstos pelo menos dois conjuntos motor-bomba, cada um com capacidade para recalcar a vazão máxima, sendo um deles reserva; no caso de mais de dois conjuntos, o reserva instalado deve ter capacidade igual à do conjunto de maior vazão;
 - b) implantação em etapas sucessivas, visando a reduzir a ociosidade do sistema de bombeamento;
 - c) conjunto de bombas capaz de atender às exigências operacionais em toda a faixa prevista de vazão, sem prejuízo apreciável do rendimento de cada unidade;
 - d) consideração do efeito regularizador do poço de sucção;
 - e) redução da soma dos custos a valor presente, relativos a implantação, despesas financeiras e despesas de exploração.
- 3.1.6 Para a seleção dos conjuntos motor-bomba, os seguintes fatores devem ser considerados:
- a) faixa de operação, decorrente das intersecções entre as curvas características extremas do sistema e das bombas;
 - b) disponibilidade de bombas no mercado e das respectivas peças de manutenção;
 - c) economia e facilidade de operação e manutenção;

d) padronização com equipamentos de outras estações elevatórias existentes.

3.1.7 As seguintes condições devem ser observadas na escolha dos conjuntos motor-bomba:

- a) as curvas características devem ser do tipo estável, cuja composição com as curvas características extremas do sistema resulte em funcionamento adequado em todos os pontos de operação, conforme a associação das bombas adotada.
- b) os pontos de operação das bombas, nas diversas situações possíveis, devem estar situados na faixa adequada de rendimento e entre os limites de recirculação (vazão mínima) e de cavitação (vazão máxima) estabelecidos pelo fabricante para cada diâmetro do rotor;
- c) a potência nominal dos motores de acionamento deve ser escolhida entre os valores padronizados na norma NBR 5432.

3.1.8 A escolha do diâmetro do rotor deve estar situada entre os diâmetros mínimo e máximo indicados pelo fabricante, buscando a faixa de rendimento máximo. A escolha do diâmetro mínimo ou máximo deve ser evitada de forma a permitir a redução do diâmetro do rotor em caso de superdimensionamento da bomba ou a substituição do rotor por outro com diâmetro superior no caso de subdimensionamento.

3.1.9 Quando, dentro do campo de valores correspondentes a rendimentos aceitáveis, não se conseguem valores de Q (vazão) e H (altura manométrica total) iguais aos valores de projeto para uma dada bomba, pode-se recorrer ao corte do rotor, através de uma operação mecânica de usinagem, quando o fabricante da bomba assim o permitir.

3.1.10 Para efeito de projeto, quando da utilização de bombas já em uso há longo tempo, não devem ser usadas as curvas características fornecidas pelo fabricante. Neste caso, devem ser realizados ensaios pelo fabricante para determinar a nova curva característica da bomba, inclusive as vazões máximas e mínimas recomendáveis para cada diâmetro do rotor.

3.2 ESPECIFICAÇÃO DO CONJUNTO MOTOR-BOMBA

3.2.1 Devem ser especificados conjuntos motor-bomba com as seguintes características:

- a) tipo: centrífuga;
- b) carcaça em ferro fundido com abertura para visita, visando a limpeza do rotor;
- c) conexões flangeadas em conformidade com a ISO 2531 (NBR 7675), preferencialmente. O conjunto girante da bomba deve ser retirado sem desfazer as conexões com as tubulações;
- d) rotor em aço inoxidável, preferencialmente, ou em ferro fundido. Quanto ao tipo, deve ser escolhido levando-se em consideração o diâmetro máximo das partículas que poderão atravessá-lo;
- e) anéis de desgaste substituíveis em bronze, quando aplicável;
- f) eixo em aço-carbono ou, preferencialmente, em aço inoxidável;
- g) buchas do eixo em bronze, quando aplicável;
- h) vedação por gaxetas ou selo mecânico;

- i) mancais de rolamentos lubrificadas a graxa. Os rolamentos devem ser protegidos por anéis de vedação para o eixo contra penetração de respingos procedentes da caixa de gaxetas;
- j) acoplamento, quando aplicável, do tipo flexível com elemento elástico de borracha e proteção mecânica contra contatos acidentais;
- k) acionamento por motor elétrico trifásico, tipo alto rendimento, classe de isolamento “F”, fator de serviço 1,15, grau de proteção mínimo IP-55, de corrente alternada, com tensão nominal de 220 V ou 440 V e com dimensões de fixação e potências nominais em atendimento ao disposto na norma NBR 5432.
O rendimento do deve ser determinado através do método de separação das perdas, conforme indicado na NBR 5383, e seus valores garantidos e estampados na placa de identificação do motor.
- l) velocidade máxima de 1800 rpm.

3.2.2 Para conjuntos motor-bomba acionados por variador de velocidade deve ser especificado um motor elétrico com ventilação independente, acoplado diretamente ao motor, quando for prevista a operação do conjunto com velocidade igual ou inferior a 50% da rotação nominal.

3.2.3 É vedado o emprego de bombas do tipo submersível, salvo em condições adversas onde comprovadamente for impraticável a utilização de bombas convencionais em poço seco ou de bombas do tipo auto-escorvantes. Neste caso, os seguintes critérios devem ser observados:

- a) somente as bombas, com motor também submersível, devem ser utilizadas;
- b) a potência nominal de cada bomba não deve ser superior a 10 cv;
- c) as bombas devem utilizar tubo guia e conexão fixa de descarga para a tubulação de recalque, chumbada ao fundo do poço de sucção. O içamento deve ser realizado através de corrente de aço inoxidável com comprimento suficiente para o acoplamento (engate rápido) da bomba à conexão fixa;
- d) para bombas submersíveis com potência igual ou inferior a 2 cv é permitido o emprego de bomba do tipo portátil com conexão direta rosqueada da voluta a tubulação de recalque, desde que o trecho vertical da tubulação de recalque, contido no interior do poço de sucção, não tenha comprimento superior a 3 metros.

3.2.4 Podem ser empregadas bombas do tipo auto-escorvante com recirculação interna na partida (re-autoescorvantes). Define-se como bomba re-autoescorvante aquela que apresenta o processo de recirculação interna de líquido retido na própria bomba de forma a promover a sua escorva.

3.2.5 As bombas do tipo re-autoescorvante devem possuir as seguintes características:

- a) possuir tampas de inspeção para desobstrução e substituição do rotor, do selo mecânico e da placa de desgaste;
- b) rotor semiaberto;
- c) válvula tipo flap na entrada da bomba, de forma a facilitar a escorva;
- d) dispositivo de ajuste de folga do rotor através de placas de desgaste, visando restabelecer a eficiência máxima original.

3.2.6 A variação de velocidade em bombas do tipo re-autoescorvante pode ser realizada através do ajuste de correias do acoplamento.

- 3.2.7 Deve ser evitado o emprego de bombas que necessitem o auxílio de um sistema de água limpa para a selagem ou lubrificação dos anéis de desgaste das mesmas.
- 3.2.8 Quando necessário o emprego de um sistema de selagem, este deve garantir a pressão constante recomendada pelo fabricante da bomba. A tubulação deste sistema deve possuir uma válvula tipo agulha para o controle da vazão e pressão no ponto de entrada da água de selagem na bomba, uma válvula de fluxo para o desligamento do conjunto motor-bomba no caso de falha na alimentação de água, uma válvula solenóide para interromper a alimentação da água de selagem quando o conjunto motor-bomba estiver desligado e um manômetro ou rotâmetro para o controle de pressão ou vazão da água de selagem.
- 3.2.9 Devem ser especificados motores elétricos apropriados para várias partidas sucessivas, quando da utilização de conjuntos motor-bomba com velocidade constante. Os motores elétricos acionados por variador de velocidade devem ser especificados considerando este aspecto.
- 3.2.10 Todos os conjuntos motor-bomba devem ser de fabricação nacional.

3.3 DISPOSIÇÃO DOS CONJUNTOS MOTOR-BOMBA

- 3.3.1 Deve ser mantida a distância mínima de 1,0 m entre a entrada de ar do motor e a parede ou qualquer outro obstáculo.
- 3.3.2 A distância livre mínima entre bases de bombas deve ser de 1,0 a 1,5 m.
- 3.3.3 O arranjo dos conjuntos motor-bomba deve permitir facilidade de operação e manutenção, obedecendo às recomendações do fabricante.

3.4 MONTAGEM

- 3.4.1 O conjunto motor-bomba deve ser instalado em base metálica única ou bases metálicas individuais para bomba e motor.
- 3.4.2 A base metálica única ou as bases individuais devem ser assentadas em bloco de fundação em concreto armado através de chumbadores para permitir a retirada da base para manutenção (ver **Figura 1**).
- 3.4.3 A base metálica deve ser fixada ao bloco de fundação somente após a cura da argamassa do bloco de fundação.
- 3.4.4 A base metálica deve estar nivelada no sentido longitudinal e transversal, distribuindo uniformemente o peso entre todas as placas de apoio. O desnivelamento deve ser corrigido com a colocação de calços de chapa fina de latão entre a base metálica e as placas de apoio fixadas no bloco de fundação. O desvio de nível deve estar próximo do valor de 0,1 mm/m.

- 3.4.5 As bases metálicas que possuam partes ocas devem ter o seu interior preenchido com argamassa com baixa retração e alta fluidez, tipo graute fluido, para o total preenchimento da base.
- 3.4.6 A tubulação deve ser conectada ao flange da bomba somente após a cura da argamassa de enchimento da base.
- 3.4.7 O alinhamento entre o eixo da bomba e do motor deve ser realizado com relógio comparador e somente após ter sido realizada as conexões com as respectivas tubulações de recalque e sucção.
- 3.4.8 O alinhamento deve ser realizado utilizando-se calços de chapa fina de latão especialmente fabricados para este fim. A espessura total dos calços não deve exceder a 3 mm em cada apoio, e não deve ultrapassar o número de 5 calços.
- 3.4.9 O alinhamento radial e o axial devem permanecer dentro da tolerância especificada pelo fabricante e nunca superior a 0,1 mm, com os parafusos de fixação da bomba e motor apertados definitivamente.
- 3.4.10 Os flanges das tubulações de sucção e recalque devem justapor-se aos respectivos flanges da bomba, totalmente livre de tensões, sem transmitir quaisquer esforços à sua carcaça, com as faces paralelas entre si (ver **Figura 2**).
- 3.4.11 Não devem ser empregados tubos flexíveis nas tubulações de recalque e sucção das bombas.

3.5 SISTEMAS DE BOMBEAMENTO E ESQUEMAS OPERACIONAIS SEM VARIAÇÃO DE VELOCIDADE

- 3.5.1 Nos sistemas apresentados a seguir as linhas seguem a seqüência dos níveis.
- 3.5.2 *Sistema com duas bombas operando alternativamente:* neste sistema devem ser previstos dois limites, quais sejam, um nível máximo para partida do conjunto motor-bomba e um nível mínimo para o seu desligamento. Cada ciclo não deve ser coberto pela mesma bomba, salvo quando ocorrer falha em um dos equipamentos. O esquema de operação é descrito a seguir.

Nível máximo	liga bomba 1 ou bomba 2 em alternância
Nível mínimo	desliga bomba 1 ou bomba 2

- 3.5.3 *Sistema com várias bombas:* neste sistema o esquema de operação é descrito a seguir.

Nível máximo 2	liga bomba 2
Nível máximo 1	liga bomba 1
Nível mínimo 2	desliga bomba 2
Nível mínimo 1	desliga bomba 1

- 3.5.4 O ponto correspondente ao rendimento máximo da bomba não deve ser obtido através da regulagem de vazão pela válvula de jusante da bomba, evitando-se perda de energia. A

válvula de bloqueio de jusante da bomba não deve operar como válvula reguladora de vazão ou válvula dissipadora de energia.

- 3.5.5 Nas elevatórias com mais de três conjuntos motor-bomba, deve ser analisado o comportamento do sistema de bombeamento com relação à vazão mínima de recirculação, quando houver a associação em paralelo de três ou mais conjuntos.

3.6 SISTEMAS DE BOMBEAMENTO E ESQUEMAS OPERACIONAIS COM VARIAÇÃO DE VELOCIDADE

- 3.6.1 Nos sistemas apresentados a seguir as linhas seguem a seqüência dos níveis.

- 3.6.2 *Sistema com uma bomba com rotação variável e outra com rotação constante*: neste sistema o esquema de operação é descrito a seguir.

Nível máximo 2	liga bomba com rotação constante
Nível máximo 1	velocidade máxima da bomba com rotação variável
Nível médio	liga bomba com rotação variável (nível de controle)
Nível mínimo 2	desliga bomba com rotação constante
Nível mínimo 1	desliga bomba com rotação variável (velocidade mínima)

- 3.6.3 *Sistema com duas ou mais bombas com rotação variável (ambas operando com a mesma velocidade)*: neste sistema o esquema de operação é descrito a seguir.

Nível máximo 2	liga bomba 2
Nível máximo 1	velocidade máxima das bombas 1 e 2
Nível médio	liga bomba 1 (nível de controle)
Nível mínimo 2	desliga bomba 2 (velocidade mínima da bomba 2)
Nível mínimo 1	desliga bomba 1 (velocidade mínima da bomba 1)

- 3.6.4 Nas elevatórias com três conjuntos motor-bomba, sendo um reserva, devem ser previstas três bombas com velocidade variável ou duas com velocidade variável e uma com velocidade constante.

- 3.6.5 A bomba de rotação constante deve possuir uma capacidade de bombeamento inferior à da bomba de rotação variável, de tal forma que a última não funcione na faixa de vazões inferiores à vazão de recirculação.

- 3.6.6 Nas elevatórias com mais de três conjuntos motor-bomba, deve ser analisado o comportamento do sistema de bombeamento com relação à vazão mínima de recirculação, quando houver a associação em paralelo de três ou mais conjuntos.

- 3.6.7 Deve ser obtido o equilíbrio entre as vazões afluentes e de bombeamento em qualquer instante através da operação adequada dos conjuntos disponíveis.

- 3.6.8 Quando da associação de bombas de velocidade variável e constante, qualquer conjunto motor-bomba poderá ser utilizado como reserva, desde que não acarrete prejuízo para a capacidade de bombeamento da vazão máxima afluenta.

- 3.6.9 O ponto de operação deve situar-se, o mais próximo possível, do ponto de maior rendimento para cada velocidade. Especial atenção deve ser dispensada para o ponto de operação na velocidade que se fizer mais presente durante o horizonte de projeto.
- 3.6.10 A bomba deve ser selecionada de forma que, na rotação mínima, possa bombear a vazão mínima afluyente. Neste ponto de operação, a vazão deve ser superior a vazão mínima de recirculação, conforme indicação do fabricante.
- 3.6.11 Para efeito de parametrização do variador de velocidade, o N_{Amin} do poço deve estar relacionado com a velocidade mínima da respectiva bomba e o N_{Amax} com a velocidade máxima.
- 3.6.12 O NA desejável, como valor a ser mantido constante, deve estar relacionado com o nível médio do poço, medido através de sensor de nível ultra-sônico, e o seu controle deve ser realizado através da função PID (proporcional, integral e derivativo) incorporado no variador de velocidade.
- 3.6.13 Devem ser informados no projeto os níveis no poço de sucção correspondentes a partida e parada de cada bomba.



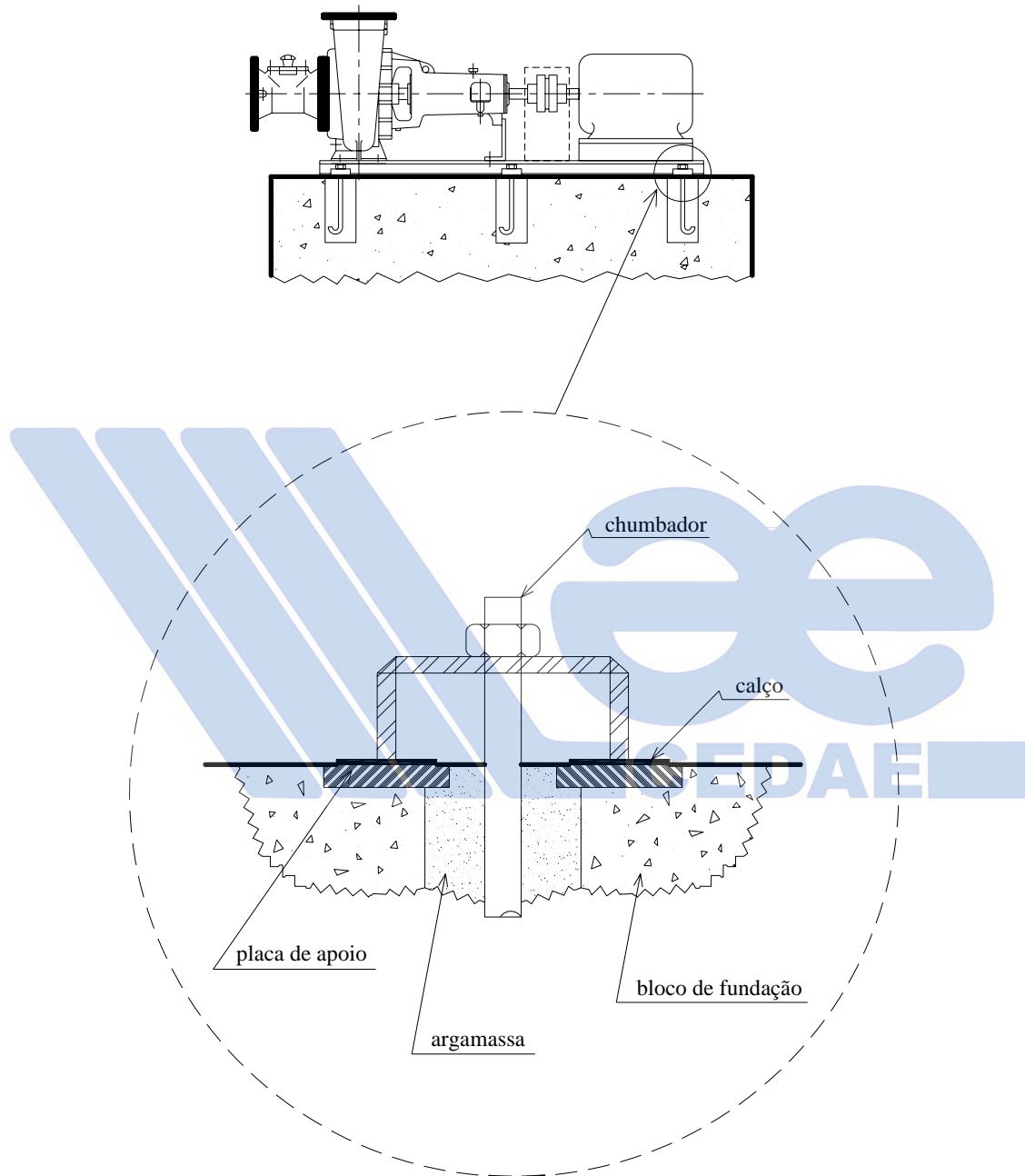


Figura 1 – Detalhe de fixação e alinhamento da base

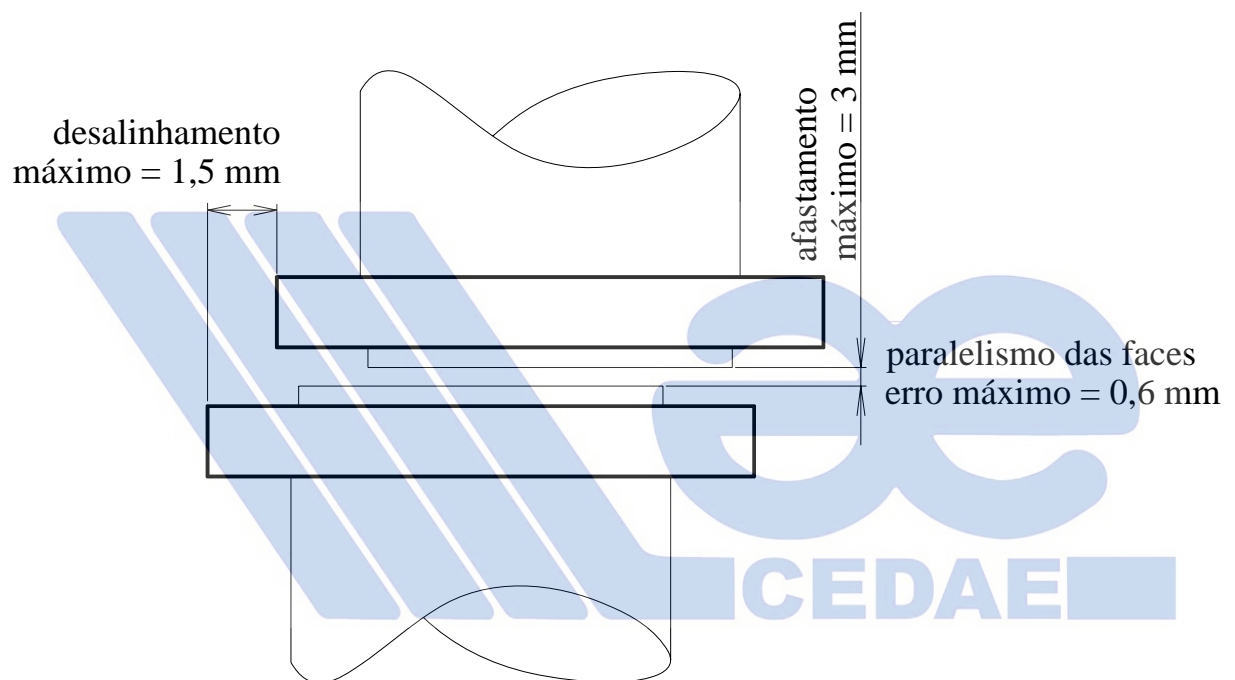


Figura 2 – Alinhamento entre flanges da bomba e tubulação.

4 EDIFICAÇÃO E ACESSÓRIOS

4.1 LOCALIZAÇÃO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

4.1.1 Para a determinação do local adequado à implantação da estação elevatória, devem ser levados em consideração os seguintes fatores, de importância ponderada em função das condições técnicas e econômicas de cada projeto:

- a) cota da tubulação afluyente;
- b) desnível geométrico;
- c) traçado da tubulação de recalque;
- d) desapropriação;
- e) acessos permanentes para veículos de transporte;
- f) estabilidade contra erosão;
- g) atendimento das condições presentes e futuras;
- h) disponibilidade de energia elétrica;
- i) remanejamento de interferências;
- j) métodos construtivos e obras para implantação de fundações e estruturas;
- k) segurança contra assoreamento.

4.2 PROJETO

4.2.1 Condições Gerais

4.2.1.1 Devem ser fornecidos os seguintes desenhos:

- a) arquitetura e urbanismo;
- b) instalação hidráulica para o sistema de selagem e para o sistema de drenagem de água de lubrificação de gaxetas;
- c) fundações e superestrutura dimensionadas conforme as normas NBR 6122 e NBR 6118, respectivamente;
- d) instalação elétrica de iluminação dimensionada conforme a norma NBR 5410 e NBR 14039.

4.2.1.2 A sala de bombas deve abrigar os conjuntos elevatórios, incluindo os elementos de montagem, hidráulicos e eletromecânicos complementares, os dispositivos de serviço para manobra e movimentação das unidades, bem como permitir facilidade de locomoção, manutenção, montagem, desmontagem, entrada e saída de equipamentos.

4.2.1.3 A sala de bombas deve ter altura suficiente para permitir desmontagem e remoção de equipamentos através de monovia ou ponte rolante sobre outros equipamentos instalados.

4.2.1.4 O acesso à sala de bombas deve estar situado acima da cota de máxima enchente para não comprometer a operação. As aberturas para a retirada de equipamentos em poços secos devem ter tampas estanques em ferro fundido.

- 4.2.1.5 A sala de operação deve ter um único acesso, com porta em aço com as seguintes especificações:
- porta com estrutura de cantoneiras e barras de aço, revestida de chapa de aço n° 16;
 - mínimo de 03 dobradiças tipo gonzo, por folha;
 - fechadura com duas cópias da chave. Não deve ser utilizado fecho para cadeado em elevatórias controladas por operador.
- 4.2.1.6 Em elevatórias com operação automática, não assistida, a porta deve ter o seu trancamento proporcionado por fecho para cadeado instalado na parte interna da porta, sendo o acesso ao cadeado através de uma pequena abertura na porta. Esta deve permitir apenas a penetração de uma só mão, dificultando assim, arrombamentos.
- 4.2.1.7 Câmaras de válvulas, se existirem, devem ser cobertas somente por tampas de ferro fundido com abertura para manobras e, devem possuir meios para escoamento por gravidade das águas pluviais que adentrarem na caixa ao sistema de águas pluviais local ou, caso isto não seja possível, ao poço de sucção da elevatória.
- 4.2.1.8 Deve ser fixada, através de chumbadores, na parede frontal da estação elevatória, em local de fácil visualização, uma placa com o nome da estação elevatória e o logotipo da CEDAE.

4.2.2 Comportas

- 4.2.2.1 As comportas, quando utilizadas, devem atender as seguintes especificações:
- tipo: sentido duplo de fluxo com abertura quadrada;
 - acionamento: manual com pedestais de suspensão;
 - guias, corpo, tampa e eixo em aço inoxidável;

4.2.3 Extravasão

- 4.2.3.1 Deve ser prevista a possibilidade de extravasão, a montante da elevatória, quando da ocorrência de eventuais paralisações dos conjuntos motor-bomba.
- 4.2.3.2 O extravasor deve ser posicionado em um poço de visita situado a montante da elevatória ou do canal de entrada.
- 4.2.3.3 As condições a observar são:
- vazão máxima igual à vazão afluyente final de esgoto com acréscimo da contribuição pluvial parasitária, quando for o caso;
 - cota da soleira pelo menos 0,15 m acima do nível máximo de operações das bombas;
 - quando o nível máximo de extravasão não evita remanso no conduto afluyente, deve ser verificada a sua influência a montante;
 - nível máximo de extravasão tal que não permita inundação de esgoto no local da elevatória.

4.2.3.4 Deve ser instalada uma válvula tipo flap na saída do extravasor para o corpo receptor, a fim de evitar possíveis refluxos.

4.2.4 Canal de Entrada

4.2.4.1 Deve ser dimensionado, considerando a velocidade mínima de 0,40 m/s para a vazão afluyente inicial.

4.2.4.2 Deve ser dotada de uma comporta ou válvula de gaveta para o bloqueio do esgoto afluyente à elevatória quando da necessidade de qualquer tipo de manutenção no canal de grades ou poço de sucção, devendo ser redirecionado o esgoto retido para o dispositivo de extravasão.

4.2.5 Grade de Barras

4.2.5.1 Deve ser de limpeza mecanizada nas seguintes condições:

- a) quando a vazão afluyente final é igual ou superior a 250 ℓ/s ;
- b) quando o volume de material a ser retido diariamente justificar este equipamento;
- c) quando ocorrer dificuldades de operação relativas a localização da elevatória e à profundidade do canal afluyente.

4.2.5.2 As grades de limpeza mecanizada devem atender as seguintes especificações:

- a) espaçamento entre barras: 1" a 1 1/2";
- b) dimensões da barra: 3/8" x 1 1/2";
- c) material das barras: aço inoxidável AISI 304;
- d) espessura da placa morta: 1/4";
- e) material da placa morta, chumbadores, raspadores do material gradeado (rastelo e bandeja), eixo do rastelo e limpadores dos raspadores: aço inoxidável AISI 304;
- f) limpador do raspador com lâmina raspadora substituível em polietileno ou material similar;
- g) acionamento eletromecânico com moto-redutor montado em base fixada na parte superior da grade, sem possibilidade de contato com o líquido, e transmissão por correntes fabricadas em aço resistente à corrosão. É vedado o emprego de sistema de transmissão através de cabos de aço.
- h) material da estrutura lateral: aço estrutural

4.2.5.3 As grades de limpeza manual devem ser fabricadas em aço inoxidável AISI 304.

4.2.5.4 Quando a limpeza for mecanizada devem ser instaladas pelo menos duas unidades. Quando não existir esta possibilidade deve ser construído um canal de desvio (*by pass*), protegido por grade de limpeza manual de mesmo espaçamento entre barras.

4.2.5.5 Quando houver risco de danos ao equipamento de remoção, deve ser dimensionada e instalada a montante uma grade grossa de limpeza manual ou mecanizada.

4.2.5.6 Os critérios para o dimensionamento são:

- a) velocidade máxima através da grade: 1,2 m/s (para a vazão afluente final);
- b) inclinação em relação à horizontal: 45° a 60° para grades de limpeza manual e 60° a 90° para grades de limpeza mecanizada;
- c) perda de carga mínima a ser considerada no cálculo: 0,15 m para grades de limpeza manual e 0,10 m para grades de limpeza mecanizada;
- d) no caso de limpeza manual, a perda de carga deve ser calculada para 50% de obstrução da grade.

4.2.5.7 As grades não devem ser instaladas imediatamente após curvas.

4.2.5.8 Devem ser instaladas comportas na entrada e saída de cada grade.

4.2.5.9 É vedado o uso de cestos removíveis, salvo quando houver dificuldades para a instalação de grades de limpeza manual em canal afluente de grande profundidade, em pequenas elevatórias. Neste caso os cestos devem seguir as seguintes especificações:

- a) grade de barras em aço inoxidável AISI 304 com espessura de 1/4”;
- b) espaçamento entre barras de 1/2” para conjuntos motor-bomba com potência igual ou inferior a 2 cv e de 1” para as demais potências;
- c) bandeja coletora de detritos, guias laterais e cabo de aço em aço inoxidável AISI 304;
- d) para cada canal de entrada devem ser instalados em série dois cestos de forma a possibilitar a limpeza sem proporcionar o entupimento das bombas quando o cesto de montante estiver fora do canal;
- e) cada cesto deve ser instalado em um poço de visita, a montante da elevatória, e em local onde não haja trânsito de viaturas ou outros elementos de riscos para o operador.

4.2.5.10 Devem ser empregadas grades com espaçamento compatível com as dimensões máximas dos sólidos que atravessam os rotores das bombas. O espaçamento não deve exceder a 1”.

4.2.6 Poço de Sucção

4.2.6.1 O volume útil deve ser calculado, considerando a vazão da maior bomba a instalar (quando operada isoladamente) e o menor intervalo de tempo entre partidas consecutivas do seu motor de acionamento, conforme recomendado pelo fabricante.

4.2.6.2 As dimensões e formas do poço de sucção devem ser determinadas, a partir do volume útil calculado, respeitando os seguintes critérios:

- a) não permitir a descarga livre na entrada nem velocidade de aproximação superior a 0,60 m/s;
- b) não permitir circulação que favoreça a tomada por uma ou mais bombas em prejuízo de outras;
- c) não permitir depósitos no fundo ou nos cantos, adotando-se paramentos inclinados no sentido das tomadas das bombas;
- d) facilitar a instalação de tubulações e conjuntos elevatórios, bem como as condições de operação, conforme recomendado pelo fabricante;

- 4.2.6.3 Deve ser evitado o ingresso da vazão afluyente ao poço de sucção diretamente sobre a entrada das bombas. O lançamento deve ser realizado nos espaços livres entre as entradas de bombas ou através da aplicação de um canal de distribuição com as saídas coincidentes com os referidos intervalos.
- 4.2.6.4 Para bombas afogadas, o NA mínimo do poço de sucção deve ser superior a cota do rotor da bomba e em condições de atender o NPSH requerido em todos os pontos de operação, observando-se também a submergência mínima indicada pelo fabricante da bomba.
- 4.2.6.5 A submergência mínima da tomada da tubulação de sucção, necessária para o controle de vórtice, também deve ser tomada como parâmetro para a determinação do NA mínimo. Este valor deve ser informado pelo fabricante da bomba. Na ausência deste dado, deve-se admitir a submergência mínima igual ou superior a $2,5 \times D$, sendo D o diâmetro da tubulação de sucção.
- 4.2.6.6 O NA máximo do poço de sucção deve ser fixado a partir do NA coincidente com a soleira do coletor afluyente.
- 4.2.6.7 O volume mínimo (V_{min}), em m^3 , do poço de sucção entre NA_{max} e o NA_{min} , deve ser estabelecido através da seguinte equação:

$$V_{min} = \frac{tQa}{4}$$

onde:

t é o intervalo, em minutos, entre duas partidas consecutivas de uma mesma bomba. Admite-se para bombas submersíveis o intervalo de 10 minutos. Para bombas convencionais o tempo mínimo entre partidas deve ser indicado pelo fabricante do motor elétrico, observando as condições ambientais do local de instalação bem como a especificação do conjunto motor-bomba. Representa também o tempo de variação entre a rotação máxima e mínima.

Qa é a vazão nominal da bomba, m^3/min

- 4.2.6.8 O volume máximo (V_{max}), em m^3 , do poço de sucção entre NA_{med} e a cota de fundo do poço, deve ser estabelecido através da seguinte equação:

$$V_{max} = T.Q_{min}$$

onde:

T é o tempo de detenção máximo admitido do esgoto no poço, em minutos
($T = 30min$)

Q_{min} é a vazão mínima afluyente à elevatória, m^3/min

- 4.2.6.9 Para elevatórias de grande porte, a critério da CEDAE, deve-se realizar o estudo em modelo reduzido para a elaboração do projeto do poço de sucção.

4.2.7 Piso

- 4.2.7.1 Deve ser prevista drenagem para possíveis vazamentos das caixas de gaxeta ou para águas de lavagem, através de canaletas com grelhas de ferro fundido ou alumínio com largura máxima de 10 cm.
- 4.2.7.2 As águas de lavagem ou de vazamentos devem ser encaminhadas a um ou mais poços de drenagem, através de canaletas com declividades suaves dos pisos da sala de bombas. Os poços devem ser equipados com bombas do tipo submersíveis, acionadas automaticamente por chave-bóia de nível inferior e superior. Estas águas devem ser encaminhadas ao poço de sucção, com saída pelo menos 0,15 m acima do nível máximo de extravasão do canal afluente. A tubulação de drenagem deve possuir válvula de retenção, se necessário, para impedir possíveis retornos do poço de sucção para o compartimento de bombas.
- 4.2.7.3 O piso da sala de operação, dependendo do tipo de solo e da topografia do terreno, deve ser construído conforme disposto na **Figura 3**.

4.2.8 Bloco de Fundação para o Conjunto Motor-Bomba

- 4.2.8.1 Os blocos de fundação para as bombas não submersíveis devem ter altura mínima sobre o piso acabado de 0,3 m.
- 4.2.8.2 Deve ser construída em concreto com traço de **1 : 2 : 4** (cimento-areia-pedra britada) devidamente adensada, deixando-se a superfície superior áspera para assegurar boa aderência com a argamassa que será colocada posteriormente.
- 4.2.8.3 Deve ser cuidadosamente armada em todos os sentidos, por vergalhões de pequeno e médio diâmetro, aderentes ao concreto, evitando-se os riscos de desagregação sob o efeito de vibrações.
- 4.2.8.4 Deve apresentar, no mínimo, massa correspondente a 5 vezes a massa do conjunto motor-bomba.
- 4.2.8.5 Entre a superfície de contato da base metálica com o bloco de fundação devem ser colocadas, ao lado dos chumbadores, placas metálicas de mesma espessura para apoio da base, sendo as mesmas fixadas com argamassa, juntamente com os chumbadores (ver **Figura 2**).
- 4.2.8.6 Os parafusos chumbadores (parafusos de ancoragem) devem ser projetados para absorver os esforços solicitados e ficar dentro de um tubo para poder ser ajustado à furação da base metálica (ver **Figura 4**).

4.2.9 Alvenarias

- 4.2.9.1 As alvenarias devem ser construídas com blocos cerâmicos furados ou blocos de concreto.

- 4.2.9.2 Nas alvenarias junto ao solo, é recomendável mergulhar previamente em emulsão asfáltica os tijolos das primeiras três fiadas, e após a secagem efetuar o seu assentamento, visando evitar a subida de água proveniente do solo pelo efeito da capilaridade.
- 4.2.9.3 Na argamassa de assentamento não devem ser utilizados: barro, argila, terra orgânica e cal. É aconselhável utilizar argamassa pré-fabricada.
- 4.2.9.4 Deve ser construída a amarração das alvenarias com pilaretes para vãos maiores que 7 m e com cintas para alturas acima de 3 m. Devem ser construída também cintas sobre platibandas e pilaretes a cada 2,5 m ao longo da platibanda.
- 4.2.9.5 As paredes terão espessuras mínimas de 0,15 m em alvenaria.
- 4.2.9.6 O revestimento deve ser executado inicialmente com chapisco, utilizando argamassa de cimento e areia grossa (diâmetros entre 3 mm e 5 mm), no traço 1:3 em volume, fator água-cimento de 0,55, na espessura de 0,5 cm e, após 8 dias, com aplicação de argamassa de cimento e areia no traço 1:6 em volume contendo aditivo aerante, fator água-cimento de 0,55, com espessura de 2,0 cm. Preferencialmente devem ser usadas argamassas industrializadas especialmente fabricadas para esta finalidade, dispensando a aplicação de chapisco.

4.2.10 Laje

- 4.2.10.1 O dimensionamento da laje deve considerar a carga da monovia, do aparelho de movimentação e do equipamento de maior peso a ser transportado.
- 4.2.10.2 As coberturas em telhas cerâmicas ou de cimento-amianto devem ser evitadas, devendo haver a impermeabilização da laje com as seguintes especificações (ver **Figura 5**):
- 4.2.10.2.1 Regularização da superfície da laje
- caimento: 1%
 - traço 1:6 (cimento e areia lavada $\leq 3,0$ mm) com adição de aditivo incorporador de ar;
 - relação água-cimento: 0,55.
- 4.2.10.2.2 Impermeabilização
- manta asfáltica, atendendo ao Tipo I da norma NBR 9952 e executada conforme a norma NBR 9575;
 - espessura mínima: 4,0 mm.
- 4.2.10.2.3 Proteção mecânica (plaqueamento)
- plaqueado com as dimensões: 60 x 60 x 2,5 cm;
 - traço 1:3 (cimento e areia lavada $\leq 3,0$ mm) com adição de aditivo introdutor de ar;
 - juntas preenchidas com mastiche asfáltico.

4.2.10.3 As coberturas em telhas de cimento-amianto e outros tipos de impermeabilização podem ser adotadas após análise criteriosa das condições específicas da obra e parecer favorável do setor de projeto e da fiscalização da CEDAE.

4.3 CONCRETO ESTRUTURAL, TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES E IMPERMEABILIZAÇÃO

4.3.1 Cada elevatória deve ser analisada considerando suas peculiaridades, tendo em vista as especificações do concreto estrutural e tratamento das superfícies.

4.3.2 Na determinação do fck do concreto deve-se levar em conta, além da resistência, a durabilidade dos elementos estruturais. Recomenda-se adotar os seguintes valores:

- a) fck mínimo: 25 MPa;
- b) fator água-cimento máximo: 0,5;
- c) consumo de cimento: não inferior a 320 kg/m³ de concreto.

4.3.3 O recobrimento de todas as armaduras deve ser igual ou superior a 4,0 cm (meio fortemente agressivo).

4.3.4 No dimensionamento dos elementos estruturais, deve-se adotar o valor máximo de 0,1 mm para a abertura de fissuras na superfície do concreto;

4.3.5 Com o intuito de conferir impermeabilidade ao concreto, recomenda-se a utilização de aditivo específico.

4.3.6 O tratamento das superfícies deve contemplar o preparo das mesmas, seguido da aplicação de produto de impermeabilização e proteção.

4.3.7 As superfícies devem ser devidamente preparadas, detectando-se e tratando-se suas falhas, emendas de concretagem e locais de passagem das tubulações que atravessam estruturas. Em seguida, deve-se efetuar a limpeza rigorosa das superfícies, removendo-se sujeiras, tintas, óleos, revestimentos ou quaisquer materiais que possam prejudicar a aderência.

4.3.8 Recomenda-se a aplicação de produto que garanta a estanqueidade e proteção da estrutura aos ataques químicos provocados pelos agentes agressivos do esgoto.

4.3.9 Para a escolha do produto adequado à impermeabilização, além da análise de suas características, devem ser verificadas as referências de situações executadas em outras obras similares e avaliado os resultados.

4.3.10 As seguintes alternativas devem ser consideradas na especificação da impermeabilização de estruturas e poços:

- a) Revestimentos epóxi (argamassa epóxi-cimento) aplicados por pintura nas superfícies internas. Esta alternativa deve proporcionar nivelamento das superfícies e formar uma barreira temporária contra a umidade, permitindo a aplicação do revestimento final, sem prejuízo de sua eficácia.

Em estruturas enterradas, considerando-se as infiltrações de água provenientes do solo, deve ser executada a proteção contra umidade, antes da pintura epóxi.

- b) Tratamento químico cristalizante, aplicado por pintura de produto cimentício com areia silicosa e outros componentes químicos.

4.4 PINTURA

4.4.1 As paredes, teto, monovia e porta devem obrigatoriamente receber pintura.

4.4.2 Deve ser executado o seguinte esquema de pintura:

4.4.2.1 Paredes e teto (interior e exterior)

- a) uma demão de selador acrílico sobre concreto liso;
- b) duas demãos de tinta acrílica acetinada, do tipo lavável, com alta durabilidade e resistência ao mofo e alcalinidade;
- c) cor: branco neve nas paredes externas. Na face interna das paredes deve ser pintada uma barra de 1,8 m de altura, medida do piso acabado, na cor concreto e a área restante na cor branco neve, inclusive o teto.

4.4.2.1.1 Monovia

- a) fundo: duas demãos de tinta epóxi óxido de ferro;
- b) acabamento: duas demãos de esmalte sintético na cor amarelo segurança (RAL 7038).

4.4.2.1.2 Porta

- a) fundo: duas demãos de tinta epóxi óxido de ferro para as partes em aço ou de fundo para galvanizados para as partes galvanizadas;
- b) acabamento: duas demãos de esmalte sintético na cor azul (Azul Del Rey).

4.4.2.2 A pintura deve ser feita após as verificações de vazamentos nas tubulações, a montagem dos conjuntos motor-bomba e a execução das instalações elétricas.

4.5 TRAVESSIAS DE TUBULAÇÕES EM PAREDES DE POÇOS

4.5.1 A travessia de tubulações de sucção de bombas em paredes de poços deve ser executada através de tubo com anel de ancoragem soldado ao tubo (anel de ancoragem/percolação) com dimensões necessárias para garantir a estanqueidade da tomada.

4.5.2 Devem ser considerados os esforços exercidos pela tubulação na estrutura do poço de sucção, quando do projeto do mesmo, no caso da estrutura atuar como ancoragem.

4.6 EQUIPAMENTOS DE MOVIMENTAÇÃO

- 4.6.1 A capacidade de carga dos equipamentos de movimentação deve atender ao elemento de maior massa que possa ser transportado isoladamente. O curso destes equipamentos deve permitir a retirada, movimentação e reposição das peças constituintes da estação elevatória.
- 4.6.2 Para a instalação dos equipamentos de movimentação devem ser previstas vigas e aberturas com vistas à livre movimentação e manutenção dos elementos instalados.
- 4.6.3 Deve ser fixada na laje uma monovia em estações elevatórias que contenha conjuntos motor-bomba com potência entre 5 e 50 cv, atendendo as seguintes especificações:
- perfil do tipo "I", de aço-carbono;
 - dimensões: 5"x 3" (127,0 x 76,2 mm);
 - espessura da alma: 5,33 mm ou 8,81 mm;
 - fixada na laje através de chumbadores soldados na monovia, com a superfície da mesa superior do perfil faceando com a superfície da laje, no interior da sala de bombas;
 - a extremidade da monovia no interior da estação elevatória deve possuir um batente soldado para o fim de curso do carro trole da talha, e na extremidade externa deve haver um orifício com parafuso com diâmetro de 3/4", com cabeça sextavada, a fim de proporcionar um fim de curso removível para a retirada do carro trole da talha da monovia.
- 4.6.4 A monovia deve ser posicionada com o seu eixo longitudinal sobre todos os olhais de içamento dos motores elétricos, dirigindo-se para o acesso da casa de bombas, com a extremidade próxima o suficiente das aberturas de acesso de forma a permitir a movimentação do equipamento da sala de bombas para a carroceria de viatura dotada de poliguindaste.
- 4.6.5 A monovia deve ser uma peça única, fabricada com perfis soldados de topo e com curvas, quando necessárias, com raio que permita o translado sem obstáculos do carro trole da talha.
- 4.6.6 Em estações elevatórias com conjuntos motor-bomba com potência igual ou superior a 50 cv, deve ser instalada uma ponte rolante. Esta deve permitir a elevação e o translado transversal e longitudinal dos equipamentos e, descarregar os mesmos diretamente sobre a carroceria da viatura de transporte estacionada no interior da elevatória.
- 4.6.7 O equipamento de suspensão e movimentação deve atender as especificações a seguir.
- 4.6.7.1 Para monovias:
- talha manual com capacidade de suspensão mínima de 1000 Kg;
 - carro trole desmontável com capacidade mínima de 1000 kg.
- 4.6.7.2 Para pontes rolantes:
- talha elétrica;
 - acionamento elétrico para os movimentos longitudinais e transversais;

- c) comando por botoeira pendente;
- d) alimentação em 220 Vca;
- e) chaves limites na translação e elevação;
- f) dispositivos de sobrecarga.

4.7 ILUMINAÇÃO, VENTILAÇÃO E ACÚSTICA

4.7.1 A iluminação da estação deve ser adequada, com luz natural e artificial.

4.7.2 Devem ser previstos condições ou dispositivos de segurança de modo a evitar a concentração de gases que possam causar explosão, intoxicação ou desconforto.

4.7.3 A ventilação deve ser natural somente no poço de sucção e forçada no poço seco (sala de bombas).

4.7.4 Na sala de bombas, construída em poço seco, a ventilação forçada deve ser do tipo geral diluidora, de maneira a minimizar a concentração de contaminantes, visando a eliminação de riscos para o operador bem como promover a renovação de ar necessária para a refrigeração dos motores elétricos. A ventilação deve respeitar os seguintes critérios:

- a) deve ser feita por insuflamento, através de um ou mais exaustores centrífugos instalados no interior da sala de bombas;
- b) os exaustores devem ter a carcaça em material plástico, resistente, com girante em alumínio e alimentação em 220 Vca;
- c) deve ser instalado um filtro removível e de fácil limpeza em cada tomada de ar para os exaustores;
- d) as saídas de ar no interior da sala de bombas devem ser posicionadas de forma a promover um alto grau de mistura no ambiente;
- e) os dutos devem ser de PVC ou outro material resistente à corrosão;
- f) devem ser acionados por chave fim de curso instalada no acesso da sala de bombas, desabilitando qualquer outra forma de controle, de forma a garantir a segurança de operadores e pessoal de manutenção;
- g) o sistema de ventilação deve ter condições de renovação de ar da ordem de 20 m³ por minuto para cada 100 kW de potência de motores elétricos operando simultaneamente, não excedendo a temperatura ambiente de 40°C.

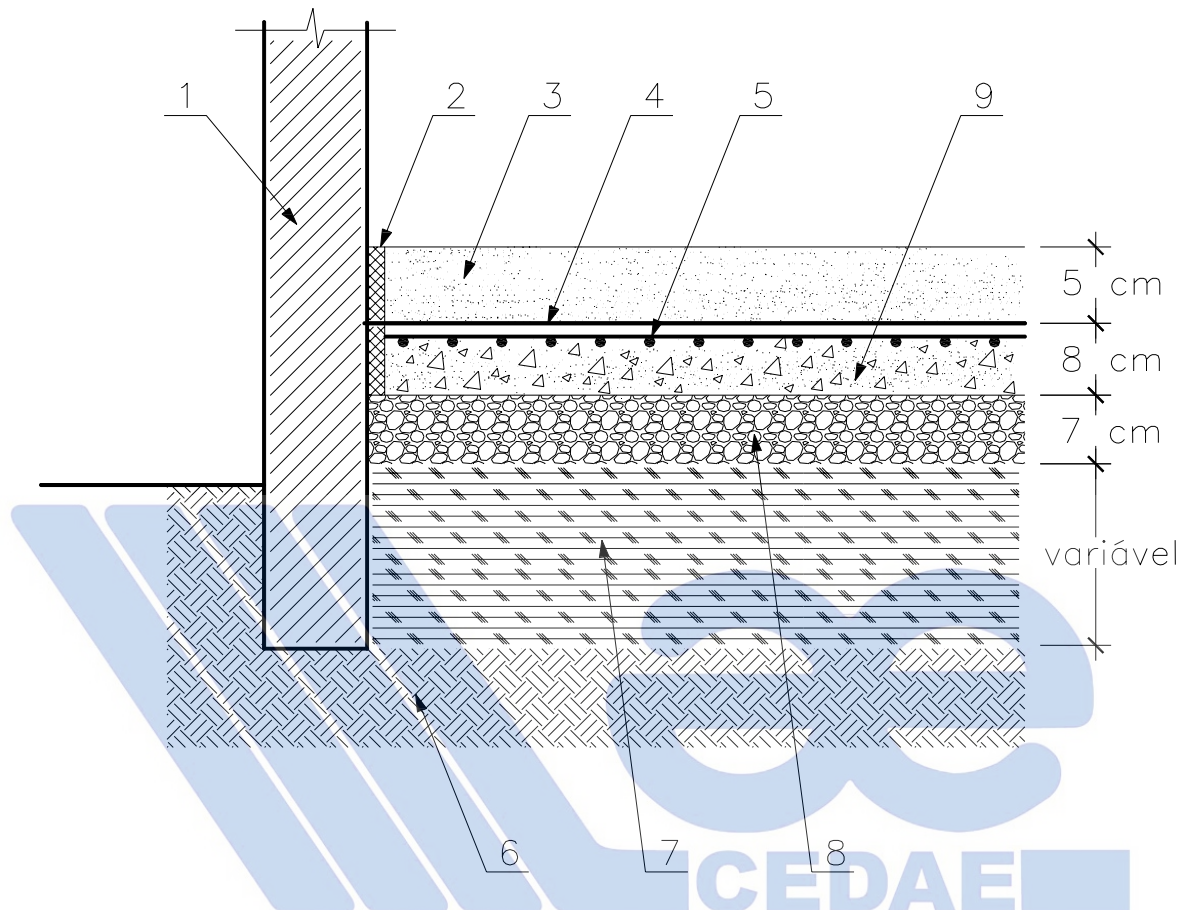
4.7.5 Devem ser previstos dispositivos e equipamentos que limitem o nível de intensidade sonora, no interior da estação elevatória e na vizinhança em áreas habitadas, a valores recomendados na NBR 10151 ou em Legislação Municipal, visando o conforto da comunidade.

4.8 SEGURANÇA

4.8.1 As condições mínimas de segurança do trabalhador apresentadas pelas normas brasileiras e de outras instituições nacionais e internacionais devem ser observadas no projeto da estação elevatória, visando a eliminar riscos de acidentes na operação e manutenção dos equipamentos, máquinas, circuitos elétricos e na circulação de pessoas.

- 4.8.2 As escadas e os acessos necessários ao pessoal de operação devem ser cômodos e seguros, protegidos com guarda-corpo, corrimão e piso antiderrapante de material resistente à corrosão.
- 4.8.3 É vedado o emprego de escada tipo “marinheiro” ou qualquer outra vertical.





1. Cinta de concreto armado
2. Junta perimetral com espessura de 1,0 cm (espuma plástica ou junta asfáltica)
3. Contrapiso no traço 1:4 (cimento e areia lavada $\leq 3,0$ mm com aditivo incorporador de ar)
4. Emulsão asfáltica
5. Tela soldada ou com barras 5 mm cruzadas, formando malhas quadradas com espaçamento de 15 x 15 cm
6. Solo compactado
7. Aterro compactado (argila)
8. Camada granular de brita nº 2
9. concreto no traço 1:3:5 (cimento, areia lavada $\leq 3,0$ mm e brita nº1 ou nº2)

Figura 3 – Piso

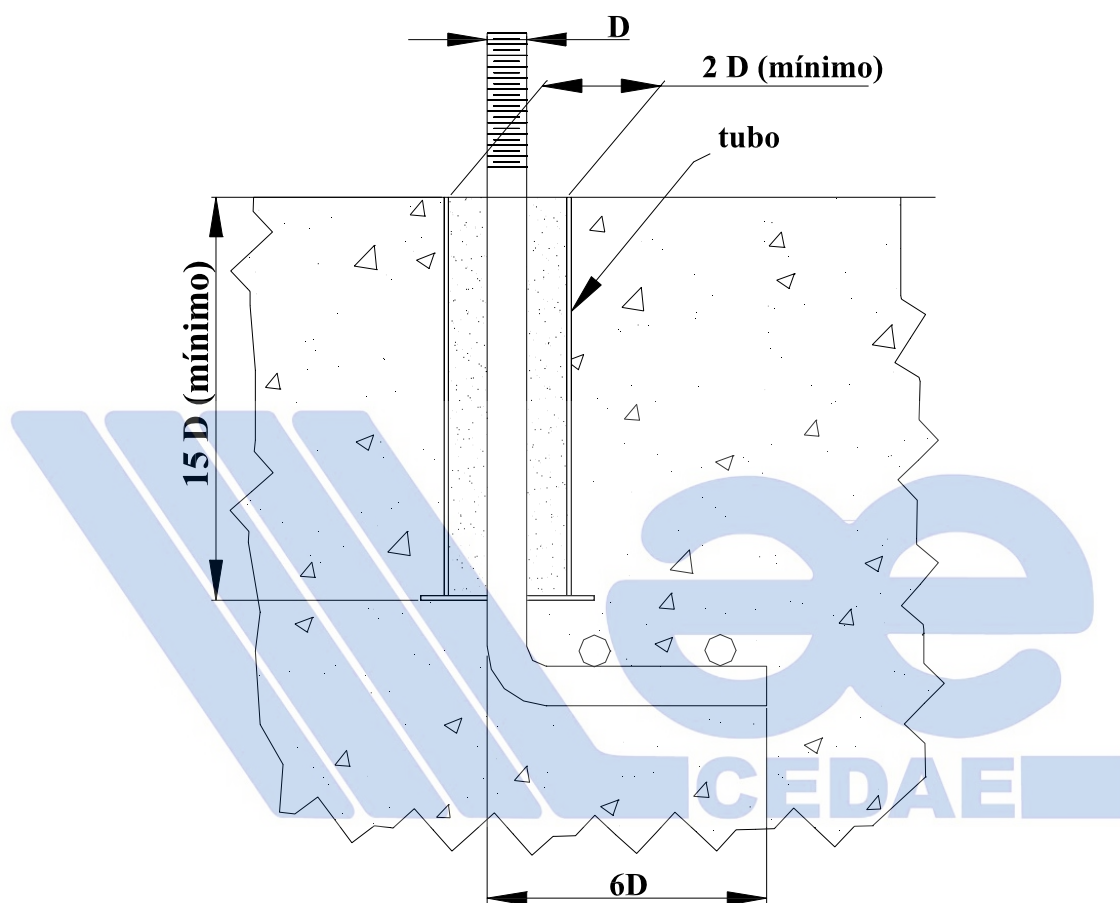
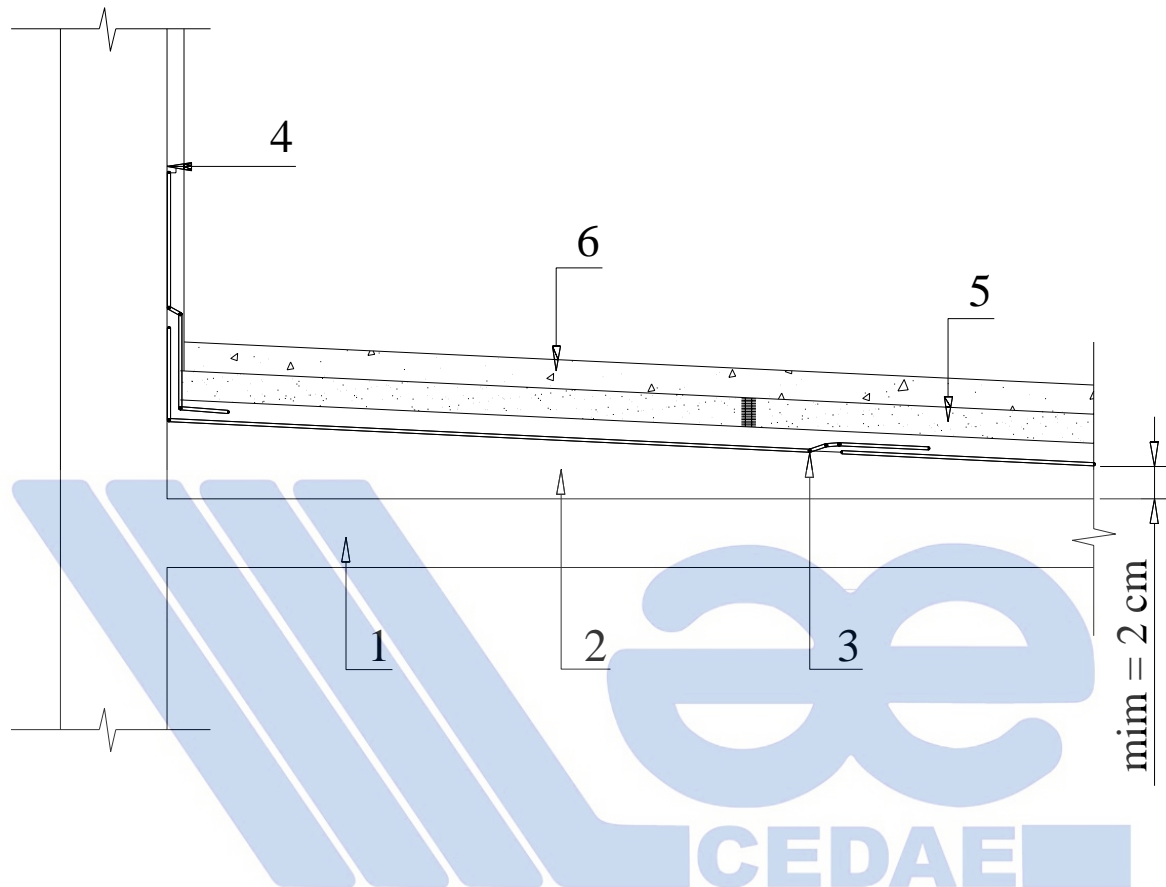


Figura 4 – Detalhe do parafuso chumbador



1. Laje
2. Regularização (1%)
3. Manta asfáltica
4. Barreira de perímetro (manta asfáltica)
5. Proteção mecânica (plaqueamento)
6. Proteção térmica constituída por uma camada com espessura de 5 cm de brita 2 e 3.

Figura 5 – Impermeabilização

5 INSTALAÇÃO ELÉTRICA

As prescrições a seguir fixam as condições para o projeto e execução das instalações elétricas de força e iluminação, comando e proteção de motores elétricos e recebimento da alimentação da concessionária de energia elétrica das estações elevatórias de esgotos.

5.1 MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

5.1.1 A medição de energia elétrica deve estar em conformidade com as normas da concessionária.

5.2 PROTEÇÃO CONTRA CURTO-CIRCUITO

5.2.1 A proteção contra curto-circuito deve ser realizada através de fusíveis do tipo NH ou disjuntor específico para proteção de motores elétricos.

5.2.2 Quando utilizados dispositivos de partida suave (*soft starter*) ou variadores de velocidade (inversor de frequência), devem ser utilizados fusíveis do tipo ultra-rápidos.

5.3 PROTEÇÃO CONTRA SOBRECARGA DO MOTOR

5.3.1 A proteção contra sobrecarga dos motores elétricos deve ser realizada através de relés do tipo bimetálico ou eletrônico, ajustados na corrente nominal do respectivo motor.

5.4 ACIONAMENTO

5.4.1 O sistema de comando dos conjuntos motor-bomba deve prever operação automática com chave comutadora para operação manual e, posição central “desliga”.

5.4.2 O acionamento de motores elétricos deve ser realizado através de contatores com a partida direta para potências iguais ou inferiores a 5 cv ou partida estrela/triângulo para potências superiores a 5 cv. Dispositivos de partida suave e variadores de velocidade também podem ser utilizados.

5.4.3 Os seguintes critérios devem ser observados quando da utilização de variadores de velocidade:

- a) existência de ventilação forçada com vazão de ar suficiente para atender ao valor mínimo determinado pelo fabricante do variador de velocidade. As entradas de ar por insuflamento devem possuir filtro e estar situadas na porta do painel e abaixo do variador de velocidade, estando a saída acima deste. Quando da utilização de exaustores,

estes devem estar situados preferencialmente no teto do painel e as entradas, dotadas de filtro, abaixo do variador de velocidade.

- b) previsão de espaços para ventilação no entorno do variador de velocidade em conformidade com as orientações do fabricante;
- c) instalação de reatância de rede de entrada, em série com todos variadores de velocidade;
- d) instalação de reatância de saída quando as condições específicas da instalação assim o exigirem;
- e) atendimento às condições de aterramento exigidas pelo variador de velocidade;
- f) especificação de variadores de velocidade com função PID (proporcional, integral, derivativo) integrado, visando a variação de velocidade através do controle de nível do poço de sucção. Neste caso, o sinal de entrada deve ser do tipo 4 a 20 mA proveniente de um sensor de nível ultra-sônico instalado no poço de sucção.

5.4.4 O sensor de nível deve ser do tipo ultra-sônico, com saída analógica de 4 a 20 mA e saídas digitais configuráveis para o comando de partida das bombas auxiliares.

5.4.5 Quando existirem mais de um conjunto motor-bomba, deve ser prevista a alternância nas partidas dos mesmos após o seu desligamento na situação de ser atingido o nível mínimo do poço de sucção.

5.5 PROTEÇÃO CONTRA NÍVEL BAIXO E NÍVEL ALTO NO POÇO DE SUCÇÃO

5.5.1 Como medida adicional de segurança, deve ser instalada uma chave do tipo bóia ou relé de eletrodo para o desligamento das bombas caso seja atingido o nível mínimo no poço de sucção e outra para acionamento das bombas auxiliares caso seja alcançado o nível máximo. Estas proteções devem ser habilitadas somente se houver falha do medidor de nível ultra-sônico.

5.5.2 Estes dispositivos devem ser instalados em zonas de remanso, afastados de qualquer zona turbulenta.

5.6 PROTEÇÃO CONTRA O SHUT-OFF DA BOMBA

5.6.1 Em acionamentos convencionais, a condição de *shut-off* deve ser controlada através de relé de mínima corrente conectado ao circuito de alimentação do motor através de transformador de corrente. A corrente de ajuste do relé de mínima corrente deve ser igual ou ligeiramente superior a corrente do motor na condição de *shut-off*.

5.6.2 Em acionamentos empregando variadores de velocidade, a condição de *shut-off* deve ser controlada pela parametrização adequada do variador de velocidade, de forma a desligar o equipamento se houver a ocorrência simultânea das seguintes condições: velocidade máxima e mínima corrente.

5.7 PROTEÇÃO CONTRA FALTA E INVERSÃO DE FASES

5.7.1 A proteção contra falta ou inversão de fases no motor elétrico deve ser realizada através de relés específicos para esta finalidade.

5.8 PROTEÇÃO CONTRA INTERRUPÇÃO DA VENTILAÇÃO DOS MOTORES ELÉTRICOS

5.8.1 Quando da utilização de conjuntos motor-bomba acionados por variador de velocidade, dotados de ventilação independente acoplada ao motor, deve ser previsto o desligamento do conjunto caso haja a interrupção do funcionamento do respectivo ventilador.

5.8.2 Cada ventilador deve possuir o seu próprio acionamento, compreendendo fusíveis, contadoras e relés de sobrecarga.

5.9 PROTEÇÃO CONTRA ALAGAMENTO DO POÇO SECO

5.9.1 Devem ser instaladas chaves do tipo bóia para alarme e desligamento dos conjuntos motor-bomba caso haja o alagamento da sala de bombas (poço seco). A instalação das chaves deve prever os seguintes controles:

- a) nível de alarme: deve acionar um dispositivo de sinalização sonoro e visual no interior da sala dos operadores e na área externa;
- b) nível de desligamento dos conjuntos motor-bomba: localizado acima do nível de alarme e abaixo da cota de submersão das bases dos motores elétricos, deve desligar todos os motores elétricos e manter o alarme descrito anteriormente.

5.10 ILUMINAÇÃO

5.10.1 Os circuitos de iluminação não devem ser alimentados pelos painéis de comando e proteção de motores elétricos, devendo continuar energizados após interrupção da alimentação dos referidos painéis para manutenção.

5.10.2 Os circuitos de iluminação devem possuir proteção específica através de disjuntores.

5.10.3 Na sala de bombas e no poço de sucção devem ser utilizadas somente luminárias com lâmpadas fluorescentes do tipo à prova de gases.

5.11 PROTEÇÃO DE SUBESTAÇÕES ABRIGADAS

5.11.1 Os disjuntores de alimentação das subestações abrigadas devem ter as seguintes especificações:

- a) tipo à vácuo;
- b) bobina de abertura e fechamento em 125Vcc;
- c) carrinho extraível com trilho, quadro mural, alavanca para carregamento da mola de alavanca e inserção do disjuntor.

5.11.2 A operação do disjuntor deve ser executada eletricamente através das bobinas de fechamento e abertura alimentadas em 125Vcc de um sistema retificador/baterias ou de um dispositivo de trip capacitivo.

5.11.3 Deve ser prevista uma botoeira para abertura em emergência do disjuntor na sala de operação.

5.12 DESENHOS DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS.

5.12.1 Devem ser fornecidos os seguintes desenhos:

- a) diagrama elétrico de força e de comando e proteção para motores e subestação;
- b) diagrama elétrico de iluminação;
- c) arranjo de equipamentos elétricos, inclusive subestação.

5.12.2 Os desenhos de instalação elétrica de iluminação e força e os desenhos de diagrama elétricos de comando e proteção devem ser feitos em conformidade com os padrões estabelecidos pela CEDAE, com indicação da especificação, quantidade e unidade dos componentes elétricos, bem como dos parâmetros elétricos relevantes (tensão, corrente e potência).

5.12.3 Os desenhos de arranjos de equipamentos elétricos e de iluminação devem ser feitos em escala, contendo os seguintes itens:

- a) traçado dos eletrodutos, calhas e malha de aterramento com indicação da posição do quadro de distribuição, luminárias, tomadas e interruptores;
- b) indicação das tubulações, representadas em projeção horizontal e vertical (cortes);
- c) todas as bombas e os respectivos motores, com a indicação do contorno das bases dos mesmos;
- d) planta baixa da estação elevatória, indicando: portas, janelas, aberturas para ventilação e linha de centro da monovia.

5.12.4 O projeto de instalações elétricas deve considerar os requisitos e condições mínimas de segurança preconizadas pela NORMA REGULAMENTADORA Nº 10, do Ministério do Trabalho.

6 NORMAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS ADOTADAS COMO REFERÊNCIA

6.1 NORMAS NACIONAIS

- **NB 188** - Seleção, dimensionamento e montagem de juntas não metálicas em flanges de tubos.
- **NBR 5383-1** - Máquinas elétricas girantes - Parte 1: Motores de indução trifásicos – Ensaios.
- **NBR 5383** - Máquinas elétricas girantes - Máquinas de indução - Determinação das características
- **NBR 5410** - Instalações elétricas de baixa tensão.
- **NBR 5432** - Máquina elétrica girante – Dimensões e potências nominais.
- **NBR 6112** - Conduitos forçados.
- **NBR 6118** - Projeto e execução de obras de concreto armado.
- **NBR 6122** - Projeto e execução de fundações.
- **NBR 6414** – Rosca para tubos onde a vedação é feita pela rosca – Designação, dimensões e tolerâncias.
- **NBR 6493** - Emprego de cores para identificação de tubulações.
- **NBR 7675** - Conexões de ferro fundido dúctil.
- **NBR 7968** - Diâmetros nominais em tubulações de saneamento nas áreas de rede de distribuição, adutoras, redes coletoras de esgotos e interceptores.
- **NBR 8161** – Tubos e conexões de ferro fundido para esgoto e ventilação – Formatos e dimensões.
- **NBR 8609** - Seleção de válvulas hidráulicas de grande porte.
- **NBR 9526** - Válvulas hidráulicas de grande porte.
- **NBR 9575** - Elaboração de projetos de impermeabilização.
- **NBR 9648** – Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário.
- **NBR 9649** – Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário.
- **NBR 9651** – Tubo e conexão de ferro fundido para esgoto.
- **NBR 9952** - Mantas asfálticas com armadura, para impermeabilização.
- **NBR 10082** - Vibração mecânica de máquinas com velocidades de operação de 600 a 12000 RPM - Bases para especificação e padrões de avaliação
- **NBR 10133** - Válvulas hidráulicas de grande porte.

- **NBR 10151** - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento.
- **NBR 12207** – Projeto de interceptores de esgoto sanitário.
- **NBR 12208** – Projeto de estações elevatórias de esgoto sanitário.
- **NBR 10285** - Válvulas – Terminologia.
- **NBR 12430** - Válvula de gaveta de ferro fundido com grafita esferoidal (nodular) – Parte I – Série métrica.
- **NBR 13211** - Dimensionamento de ancoragens para tubulação.
- **NBR 14039** – Instalações elétricas de baixa tensão (de 1,0 kV a 36,2 kV)
- **NBR 14968** – Válvula gaveta de ferro fundido nodular com cunha emborrachada - Requisitos
- **PB 80** - Arruelas de borracha para conexões de ferro fundido.
- **NR 10** – Norma regulamentadora nº 10, aprovada pela Portaria nº 598 (Ministério do Trabalho), de dezembro de 2004.



7.1 NORMAS INTERNACIONAIS

- **ISO 1940** – Mechanical vibration – Balance quality requirements for rotors in a constant (rigid) state.
- **ISO 2531** – Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water or gas applications.
- **ISO 7268** – Pipe components – Definition of nominal pressure.

