

# Manual de Engenharia da Iguá Saneamento

**VOLUME 2** 

# Especificações Técnicas, Equipamentos e Montagem

Edição nº 02 • Janeiro de 2025





# INTRODUÇÃO

É com grande alegria que apresentamos a edição atualizada do **Manual de Engenharia da Iguá Saneamento**. Trata-se da versão ampliada e aprimorada do material produzido em março de 2024, a partir da contribuição de diversas áreas internas e de parceiros. Em seu objetivo original, o Manual foi concebido para ser a principal referência de consulta a colaboradores e parceiros envolvidos em projetos, construções e renovações de infraestruturas da companhia e na oferta de equipamentos para nossas operações.

A atual versão do documento consolida diretrizes técnicas consideradas fundamentais para a adequada execução dos processos de engenharia. Além disso, por meio de recomendações detalhadas, disciplina procedimentos, precondição para contratações ainda mais seguras em qualidade, custos e resultados. O que temos, portanto, são recomendações bastante objetivas, que deverão ser seguidas com rigor, de modo a fazer com que os projetos e as infraestruturas da Iguá Saneamento ganhem, ainda mais, em padronização.

O conteúdo espelha as diretrizes em vigor da companhia, mas será, também, um documento "vivo", o que significa ter potencial para aprimoramentos constantes, em sintonia com o dinamismo do saneamento e, em particular, da engenharia, como se pode ver na presente edição.

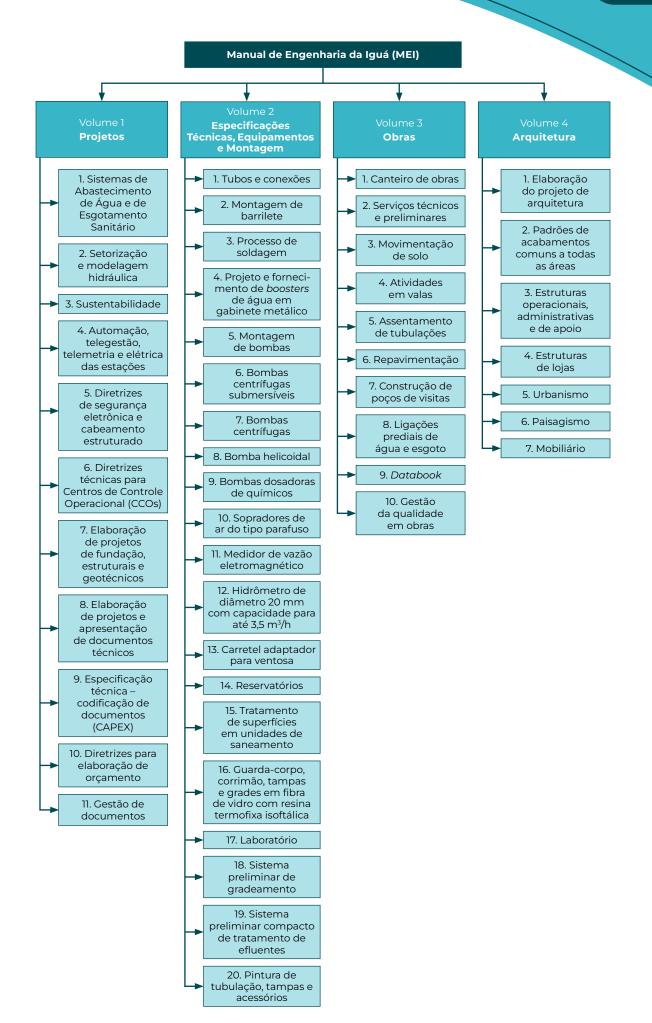
Nessa trajetória, será fundamental a continuada colaboração dos parceiros, para que o Manual de Engenharia siga cumprindo seus objetivos. Por isso, a Iguá Saneamento mantém o compromisso de acolher críticas e sugestões e promover os aperfeiçoamentos necessários, para que o documento exerça seu papel direcionador de boas práticas e processos de excelência.

Desejamos a cada usuário uma leitura inspiradora, na confiança de que ela seja um recurso valioso ao dia a dia de trabalho e se torne instrumento da construção coletiva, não apenas de empreendimentos excepcionais, mas, acima de tudo, da melhor empresa de saneamento para o Brasil.

A Iguá reafirma seu compromisso com a excelência neste manual, que reflete nossa jornada e orienta nossa evolução. Diante dos desafios que nos aguardam, estamos determinados a sermos protagonistas na melhoria da qualidade de vida de nossos clientes."

Pericles Weber, Diretor Executivo de Operações







## ÍNDICE

### 1 Tubos e conexões • 9 1.1 Objetivo • 10 1.2 Características operacionais • 10 1.3 Características construtivas • 10 2 Montagem de barrilete • 45 2.1 Objetivo • 46 2.2 Condições de fornecimento • 46 2.3 Características operacionais • 46 2.4 Características construtivas • 47 3 Processos de soldagem • 51 3.1 Objetivo • 52 3.2 Principais processos de soldagem aplicados na indústria • 52 3.3 Preparo de superfícies • 65 3.4 Dimensionamento do cordão de solda • 68 3.5 Inspeção visual de solda • 69 3.6 Problemas e soluções de ocorrências com soldas • 72 3.7 Simbologia de solda • 73 3.8 Boas práticas de processos de soldagem • 80 3.9 Registro do processo de solda • 82 4 Projeto e fornecimento de boosters de água em gabinete metálico • 83 4.1 Objetivo • 84 4.2 Especificações técnicas dos principais equipamentos e projetos • 84 4.3 Instalação e comissionamento • 111 4.4 Garantia • 111 5 Montagem de bombas • 113 5.1 Objetivo • 114

5.2 Descrição e execução das atividades • 114



#### 6 Bombas centrífugas submersíveis • 125

- 6.1 Objetivo 126
- 6.2 Características operacionais 126
- 6.3 Características construtivas 127
- 6.4 Folha de dados técnicos mínimos para bombas centrífugas 129
- 6.5 Documentação 131
- 6.6 Testes e/ou ensaios de desempenho 132

#### 7 Bombas centrífugas • 135

- 7.1 Objetivo 136
- 7.2 Características operacionais 136
- 7.3 Características construtivas 137
- 7.4 Testes e ensaios 139
- 7.5 Documentação 140
- 7.6 Dados técnicos mínimos para bomba centrífuga 141

#### 8 Bomba helicoidal • 145

- 8.1 Objetivo 146
- 8.2 Características operacionais 146
- 8.3 Características construtivas 147
- 8.4 Testes e ensaios 150
- 8.5 Documentação 150
- 8.6 Dados técnicos mínimos para bomba helicoidal 151

#### 9 Bombas dosadoras de químicos • 155

- 9.1 Objetivo 156
- 9.2 Condições de fornecimento 156
- 9.3 Características operacionais 156
- 9.4 Características construtivas 157
- 9.5 Tipos de bombas dosadoras 157
- 9.6 Bombas dosadoras magnéticas do tipo diafragma (solenoide) 157
- 9.7 Bombas dosadoras motorizadas do tipo diafragma 158



9.8 Bombas dosadoras peristálticas • 158 9.9 Testes e ensaios • 159 9.10 Documentação • 160 9.11 Dados técnicos mínimos para bomba dosadora • 160 10 Sopradores de ar do tipo parafuso • 163 10.1 Objetivo • 164 10.2 Condições de fornecimento • 164 10.3 Características técnicas e operacionais • 165 10.4 Documentação • 168 10.5 Testes e ensaios de desempenho • 168 10.6 Garantia de desempenho e assistência técnica • 169 10.7 Modelo de folha de dados • 169 11 Medidor de vazão eletromagnético • 173 11.1 Objetivo • 174 11.2 Condições de fornecimento • 174 11.3 Características técnicas e operacionais • 174 11.4 Documentação • 177 11.5 Testes e ensaios de desempenho • 177 11.6 Garantia de desempenho e assistência técnica • 177 12 Hidrômetro de diâmetro 20 mm com capacidade para até 3,5 m³/h • 179 12.1 Objetivo • 180 12.2 Documentos complementares • 180 12.3 Características técnicas mínimas • 180 12.4 Ensaios • 187 12.5 Condições de fornecimento • 190 12.6 Garantias • 191 12.7 Certificação • 191



#### 13 Carretel adaptador para ventosa • 193

- 13.1 Objetivo 194
- 13.2 Características operacionais 194
- 13.3 Características construtivas 194
- 13.4 Soldas e líquido penetrante 194
- 13.5 Estado da superfície e pintura 195
- 13.6 Testes e ensaios 195
- 13.7 Desenho do carretel Iguá 196

#### 14 Reservatórios • 197

- 14.1 Objetivo 198
- 14.2 Condições de fornecimento 198
- 14.3 Características operacionais 198
- 14.4 Características construtivas 199
- 14.5 Testes e ensaios 205
- 14.6 Documentação 205
- 14.7 Transporte 206
- 14.8 Garantia 206

#### 15 Tratamento de superfícies em unidades de saneamento • 207

- 15.1 Objetivo 208
- 15.2 Considerações gerais 208
- 15.3 Considerações específicas 208

# 16 Guarda-corpo, corrimão, tampas e grades em fibra de vidro com resina termofixa isoftálica • 219

- 16.1 Objetivo 220
- 16.2 Descrição e caracterização das atividades 220

#### 17 Laboratório • 227

- 17.1 Objetivo 228
- 17.2 Laboratório para estação de tratamento de água 228
- 17.3 Laboratório para estação de tratamento de esgoto 232



#### 18 Sistema preliminar de gradeamento • 241

- 18.1 Objetivo 242
- 18.2 Gradeamento 242
- 18.3 Folha de dados de gradeamentos 257
- 18.4 Sistema elétrico e de automação para gradeamento mecanizado (não aplicável para gradeamento manual) 258
- 18.5 Sinalizações e telecomandos no SCADA/supervisório do gradeamento multirrastelos 259
- 18.6 Documentos técnicos 259
- 18.7 Inspeção e ensaios 260
- 18.8 Garantias 261
- 18.9 Condições de pós-fornecimento e transporte 261

#### 19 Sistema preliminar compacto de tratamento de efluentes • 263

- 19.1 Objetivo 264
- 19.2 Sistema preliminar compacto de tratamento de efluentes 264
- 19.3 Sistema elétrico e de automação do sistema preliminar compacto de tratamento de efluentes 270
- 19.4 Documentos técnicos 271
- 19.5 Inspeção e ensaios 272
- 19.6 Garantias 273
- 19.7 Comissionamento, montagem e supervisão de campo 274
- 19.8 Condições de pós-fornecimento e transporte 274

#### 20 Pintura de tubulação, tampas e acessórios • 275

- 20.1 Objetivo 276
- 20.2 Tratamento de superfície e condições gerais 276
- 20.3 Pintura de tubulações aéreas, submersas, válvulas e tampas em aço carbono 277
- 20.4 Pintura de tubulações, tampas e superfícies de ferro fundido 277
- 20.5 Pintura e proteção para tubulações enterradas 278
- 20.6 Pintura de estruturas metálicas e suportes 279
- 20.7 Cores-padrão de tubulações, tampas e acessórios 279



# ٦

# TUBOS E CONEXÕES



#### 1.1 OBJETIVO

Este capítulo visa definir as exigências mínimas da Iguá Saneamento sobre as características técnicas, metrológicas, de métodos de ensaios e de recebimento para tubulações e conexões, além de estabelecer os critérios para a qualificação da proposta e as normas que deverão ser atendidas no processo de fabricação e seleção de tubulações.

#### 1.2 CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS

As características especificas das tubulações e conexões estão relacionadas às condições de operação do fluido e às características de operação hidráulica do projeto, conforme está descrito a seguir:

- Vazão de trabalho Deverá ser informada a vazão do fluido a ser conduzido pelas tubulações e conexões m³/h ou l/s.
- Pressão de trabalho Deverá ser informada a pressão necessária do fluido a ser conduzido pelas tubulações e conexões em mca, bar, kgf/cm² ou psi.
- **Temperatura do fluído transportado** Deverá ser informada a temperatura do fluído a ser conduzido, em °C.
- Viscosidade do produto transportado Deverá ser informada a viscosidade do fluido a ser conduzido, em poise ou g/ (cm.s).
- Densidade do produto transportado Deverá ser informada a densidade do fluido a ser conduzido em g/cm³ ou kg/m³. Principais fluidos a serem conduzidos:
  - Água bruta.
  - Água potável.
  - Esgoto bruto.
  - Efluente tratado.

#### 1.3 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

#### 1.3.1 Tubos e conexões de ferro fundido

- Norma aplicável NBR 7663.
- Classe K-8 ou K-7, conforme a lista de material.
- Revestimento interno para água argamassa de cimento de alto forno aplicada por centrifugação, conforme a norma NBR 8682.
- Revestimento externo para água revestimento de zinco metálico puro (200 g/m²), coberto com pintura betuminosa de 80 micra.
- Revestimento interno para esgoto argamassa de cimento aluminoso de altoforno, aplicada por centrifugação, conforme a norma ISO 4179 e a EM 598.
- Revestimento externo para esgoto revestimento de zinco metálico puro (200 g/m²), coberto com pintura epóxi vermelha (70 micrômetros).



- Bolsas dos tubos para esgoto pintura interna em epóxi vermelho (150 microns).
- Junta elástica anel de borracha natural ou nitrílica, conforme norma EB 326.

# 1.3.2 Tubos com ponta e flange, flange e flange ou flange e bolsa

- Norma aplicável NBR 7560.
- Classe K-9 ou K-12, conforme a lista de material.
- Revestimento interno para água Argamassa de cimento de alto-forno aplicada por centrifugação, conforme a norma NBR 8682.
- Revestimento externo para água Revestimento de zinco metálico puro (200 g/m²), coberto com pintura betuminosa de 80 micra.
- Revestimento interno para esgoto Argamassa de cimento aluminoso de altoforno, aplicada por centrifugação, conforme a norma ISO 4179 e a EM 598.
- Revestimento externo para esgoto Revestimento de zinco metálico puro (200 g/m²), coberto com pintura epóxi vermelha (70 micrômetros).
- Bolsas dos tubos para esgoto Pintura interna em epóxi vermelho (150 microns).
- Flange Furação conforme a norma NBR 767. A classe de pressão será indicada na especificação do projeto e/ou na folha de dados.
- Junta dos flanges Face plana, em neoprene (não poroso) e furação, conforme os flanges correspondentes.

#### 1.3.3 Conexões

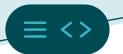
- Norma aplicável EB 1324.
- Classe K-9 ou K-12, conforme a lista de material.
- Revestimento para água Interno e externo, com pintura betuminosa anticorrosão na cor preta.
- Revestimento para esgoto Interno e externo, com epóxi vermelho.

#### 1.3.4 Tubos especiais de aço-carbono

#### **GERAL**

Para a especificação, deverão ser consideradas peças especiais – curvas, TÊs, saídas flangeadas, reduções, derivações, flanges cegos etc. Os Diâmetros Nominais (DN) dos tubos e das peças especiais corresponderão, em polegadas, aos diâmetros externos do tubo, sem revestimento.

Os tubos de diâmetro superior a 12" (300 mm) serão fabricados com costura circular e longitudinal ou com costuras helicoidais. Já os tubos de aço de diâmetro não superior a 12" poderão ser fabricados a partir de tubos de aço carbono, sem costura SCH 40.



Nos tubos confeccionados por processo de soldagem, para a aceitação da proposta, será obrigatória a apresentação dos certificados de qualidade e de fabricação. Todas as provas de qualificação do processo ou de qualificação dos soldadores (e suas respectivas comprovações) serão aprovadas pela área de Fiscalização do projeto.

#### **MARCAÇÃO**

A marcação dos tubos e peças especiais deverá ser feita com punção ou tinta indelével (que não se apaga). As letras e/ou os algarismos deverão ter altura de 10 mm e ser envoltos por um retângulo de tinta amarela, que conterá as seguintes informações (onde isso for aplicável):

- Diâmetro Nominal (DN).
- Espessura Nominal.
- Numeração de fabricação.
- Material.
- Ângulo real.
- Ponto superior da circunferência. Deverá ser marcada punção, nas duas extremidades, uma linha de aproximadamente 20 mm, que deverá ser circundada por tinta amarela (será aplicada somente para curvas com ângulos horizontais e TÊs).

#### **DESENHOS**

A gestão do projeto fornecerá desenhos visando orientar a fabricação e a inspeção, dentro dos padrões de qualidade estabelecidos para o projeto executivo. Não será necessário o fornecimento de outros desenhos pelo fabricante, a não ser que isso seja determinado no pedido de compras ou pela gestão do projeto.

#### **EQUIPAMENTO**

O equipamento do fornecedor para a soldagem, o corte a fogo ou para outras operações deverá ser adequado à produção de peças de qualidade que atendam às exigências do projeto, com elas sendo mantidas em condições adequadas à utilização.

Geradores, transformadores, cabeçotes e bicos de soldagem em campo, assim como os cabos de fomentação de energia, deverão estar adequados ao escopo de trabalho do proponente da soldagem.

Serão ainda de responsabilidade do proponente quaisquer itens para a execução do trabalho, a manufatura, a confecção e o término de ações de montagem de tubulação ou similares, bem como os testes hidrostáticos e de comissionamento da montagem.

#### **MATERIAIS**

As chapas de aço deverão corresponder a uma das seguintes normas:

- ASTM A-36.
- ASTM A-283 grau C (mínimo).
- ASTM A-520 grau C ou equivalente aceito pela gestão do projeto.



O carbono máximo admissível será de 0,25%. As propriedades químicas e mecânicas do material terão de ser comprovadas por certificado de análise expedido pela aciaria e aceito pela área de Inspeção do projeto.

Deverão ser realizados ensaios metalográficos e/ou químicos em tubulações importadas para que seja garantida a confiabilidade do material utilizado.

Para tubos com diâmetro inferior ou igual a 12", pressão de trabalho menor ou igual a 300 psi e espessuras menores ou iguais a 1/4" de conformação de chapa soldada, a espessura deverá ser igual a dos tubos, em conformidade com o padrão Standard SCH.40.

#### **CONFECÇÃO DE TUBOS CALANDRADOS**

As bordas das chapas deverão ser unidas por solda automática ou manual, e cortadas mecanicamente. Se as bordas forem cortadas por maçarico, todas as irregularidades e escamas (provenientes do corte) deverão ser removidas por esmerilhamento ou raspagem. As dimensões e as formas das bordas de chapas a serem unidas pela solda e a folga entre as chapas deverão possibilitar a fusão e a penetração completas. Antes das bordas longitudinais, todas as chapas deverão ser curvadas por processo contínuo ou prensadas de modo conveniente em relação ao raio do tubo.

A pressão exercida durante a confecção deverá ser suficiente para garantir uma curva uniforme nas bordas das chapas. Não será permitido o pré-curvamento (convite) com martelo ou por impacto de ferramenta similar.

Impurezas e corpos estranhos acumulados no processo de calandragem deverão ser continuadamente removidas por jato de ar comprimido. A superfície das matrizes e dos rolos, por sua vez, será mantida livre de cavacos, aparas de metal ou outros materiais acumulados durante a operação. Materiais estranhos encrustados nas chapas durante a operação de calandragem levarão à rejeição do produto.

#### **SOLDAGEM E PREPARAÇÃO**

Antes do início da soldagem, toda oxidação deverá ser removida das chapas pelo uso do meio mecânico adequado. As carepas da laminação soltas deverão, igualmente, ser removidas antes do processo de soldagem.

Graxa e óleo precisarão ser removidos para que não haja traços de contaminação na soldagem.

Chapas terão de ser ajustadas e ficar presas em sua posições durante a operação de soldagem. Pontos de solda poderão ser aplicados para que as bordas se mantenham alinhadas, desde que seja viável a incorporação total à soldagem definitiva, sem prejuízo de sua resistência.

Quando forem necessárias junções por solda de topo, deverá haver um cuidado especial com o alinhamento das bordas a serem unidas. O objetivo será garantir a ocorrência de uma fusão total no fundo das junções. Qualquer desvio no alinhamento das bordas adjacentes não poderá exceder 1/16".

Chapas com dupla laminação identificadas durante a preparação, deverão ser rejeitadas, com a obrigatoriedade de exame de todo o lote. A solda com máquina automática a arco submerso deverá ter cordão máximo por passa de 3 mm.



Cada camada de metal de solda depositada pelo processo de fusão deverá ser cuidadosamente limpa antes que o passe subsequente de solda seja depositado na superfície. Soldas sobrepostas acabadas deverão ficar livres de depressões, mordeduras, derramamentos, irregularidades e valetas. A superfície interna deverá estar livre de derramamentos e de outras irregularidades resultantes da solda.

Todas as soldas precisarão ter uma fusão completa com o metal de base e serem livres de trincas, óxidos, inclusão de escórias e bolsas de gás.

Se, por qualquer razão, a soldagem for interrompida, a retomada exigirá atenção especial, para que se consiga a penetração completa entre o metal da solda, a chapa e o metal de solda previamente depositado. Ao ser mantido, o fluxo usado deverá ser redistribuído antes do reinício do serviço.

Soldas deficientes em dimensões, mas não na qualidade, serão completadas por uma solda adicional. Isso ocorrerá apenas depois de limpeza cuidadosa das soldas e da chapa adjacente.

Quando for considerada deficiente em qualidade pela Fiscalização ou contrária às prescrições especificadas, a solda deverá ser removida por ferramenta ou maçarico, e refeita integralmente.

Resultantes da interseção da derivação com o tubo principal na formação de uma peça especial, as arestas vivas deverão ser eliminadas por meio do uso de esmeril.

Para cada anel componente de tubo de 6 m ou 12 m, serão permitidas, no máximo, duas costuras longitudinais, com distância mínima de 300 mm entre elas.

Na montagem de dois anéis consecutivos, a defasagem dos cordões de solda longitudinais deverá ser de, no mínimo, 150 mm.

O tubo acabado deverá estar livre de defeitos graves – trincas, vazamento nas soldas e sulcos ou depressões com profundidade maior do que 12,5% da espessura nominal da parede do tubo.

Qualquer defeito terá de ser reparado. Para defeitos graves, o reparo só será permitido se eles tiverem profundidade de até 1/3 da espessura nominal do tubo, bem como comprimento de 25% do diâmetro nominal.

Antes do reparo, o defeito deverá ser completamente limpo e corrigido. A solda do reparo poderá ser feita por processo automático ou manual, desde que os soldadores sejam qualificados.

Cada tubo reparado deverá ser testado hidrostaticamente e radiografado em toda a extensão do cordão de solda do reparo. A execução de dois reparos no mesmo local será permitida, desde que sejam tomados todos os cuidados descritos anteriormente. Um terceiro reparo no mesmo local será aceitável, desde que o fabricante faça o tratamento térmico do tubo para o alívio das tensões.



#### **DIMENSIONAIS E TOLERÂNCIAS DE FABRICAÇÃO**

Definido no contrato ou no pedido de compra, o comprimento dos tubos deverá ficar entre 6 m e 12 m. Outros comprimentos poderão ser aceitos, desde que haja comum acordo e que a informação conste do pedido de compras.

Em relação aos tubos de 6 m, 90% deles (no mínimo) deverão ser fornecidos com tolerância de ± 50 mm no comprimento. Esta tolerância não se aplicará a tubos de comprimentos menores, dos quais serão retiradas amostras para o teste de solda. Até 10% do fornecimento poderá ser aceito com comprimentos menores do que o nominal, desde que não sejam inferiores a 5,1 m.

A tolerância de ± 50 mm poderá contemplar 80% dos tubos de 12 m de comprimento nominal (no mínimo). Até 20% do fornecimento poderá ser aceito com comprimentos menores do que o comprimento nominal, desde que os tubos não sejam inferiores a 10 m.

Qualquer diâmetro das secções extremas deverá ser ortogonal ao eixo de simetria do tubo, dentro de uma tolerância de ± 3 mm, medidos na geratriz do tubo.

A diferença entre os maiores e os menores diâmetros externos (medidos numa mesma secção reta da extremidade, "após a aplicação dos revestimentos interno e externo") deverá ser, no máximo, igual a 1% do diâmetro nominal.

O perímetro externo dos tubos, das curvas ou das peças especiais (até uma distância não inferior a 100 mm das extremidades) poderá variar de + 3 mm a - 1,5 mm em relação ao perímetro calculado a partir do diâmetro nominal especificado. A altura das saliências externas da soldagem acima do contorno da superfície da chapa não poderá ser superior a 3 mm.

Saliências maiores deverão ser removidas por esmeril ou talhadeira. Todas as soldas longitudinais, espirais ou circulares na parte interna do tubo deverão ser esmerilhadas ou raspadas. O objetivo será impedir que a altura da saliência da solda fique mais do que 1,5 mm acima do contorno da superfície da chapa. Não será permitida a atividade de raspar, esmerilhar ou fresar a saliência da solda abaixo da superfície da chapa.

#### PREPARO DAS EXTREMIDADES

Os chanfros de todas as extremidades para a solda de topo deverão obedecer às seguintes dimensões e tolerâncias:

- Ângulo 37,5° ± 2,5°.
- Nariz  $-1,5 \pm 0,8$  mm.

Para qualquer curva, a tolerância no ângulo de fabricação será de ± 1°.

#### **PEÇAS ESPECIAIS**

#### **FLANGES**

Os flanges de aço para peças especiais deverão ser fabricados conforme o desenho padrão correspondente à furação e à classe de pressão apresentados no projeto e na solicitação de compra.



#### TIRANTES HARNESS PARA JUNTAS DO TIPO DRESSER

As peças especiais com tirantes Harness deverão ser fornecidas com garras já soldadas (tarefa que não poderá ser feita no campo). Os tirantes e as porcas poderão ser adquiridos separadamente. As dimensões, o material e a proteção de cada componente deverão estar de acordo com o projeto.

#### PLUG NOS REFORÇOS DAS DERIVAÇÕES

A realização do teste pneumático da solda entre a tubulação principal e a derivação deverá prever furação no reforço da derivação, com plug Ø 1/4" rosca gás W.

#### **ESPESSURAS**

Todas as peças especiais enterradas, aéreas e abrigadas (de diâmetro 16" ≤ D ≤ 100") deverão ter espessuras conforme a indicação do projeto executivo.

#### **TESTES**

#### TESTES HIDROSTÁTICOS EM PEÇAS ESPECIAIS

Tubos que irão originar as peças especiais terão de ser testados hidrostaticamente. A pressão de teste deverá ser 150% maior do que a pressão correspondente à espessura do projeto e definida pela Fiscalização. A referida pressão deverá ser mantida pelo tempo necessário para que todas as soldas executadas sejam examinadas em tempo jamais inferior a 5 min.

Se não houver condições para a realização do teste hidrostático nos tubos que darão origem as peças especiais, o fornecedor poderá substitui-lo por radiografias em toda a extensão das soldas (100%), arcando com as despesas da substituição.

#### **TESTES ULTRASSÔNICOS**

Todas as juntas soldadas de tubos e peças especiais deverão ser submetidas a exames de ultrassom, rádio ou gamagrafia, a critério do fabricante.

#### **TESTES RADIOGRÁFICOS**

Caso a opção seja pela realização de exames radiográficos (raio-x ou gamagrafia), o fabricante deverá proceder da seguinte forma:

- Para tubos de 6 m a 12 m de comprimento nominal, serão radiografadas as extremidades e o cruzamentos de solda.
- Para tubos de 6 m de comprimento nominal, quando não houver cruzamentos de solda, serão radiografados as extremidades e um ponto adicional escolhido pela inspeção da área de Fiscalização.
- Para tubos de 12 m de comprimento nominal, quando não houver cruzamentos de solda, serão radiografados as extremidades e mais quatro pontos adicionais escolhidos pela inspeção da Fiscalização.

As radiografais deverão ser executadas segundo a técnica indicada no Código ASME, Seção VIII. Não serão aceitas radiografias executadas com filme medicinal ou que contenham marcas d'água, emendas, escorrimentos e defeitos que dificultem o julgamento da qualidade da junta soldada. O critério de aceitação das juntas soldadas e radiografadas será indicado pela norma AWWA D-100.



Se houver a rejeição da radiografia de extremidade do tubo, deverá ser feita uma adicional adjacente à primeira, com sobreposição de 1/3 da radiografia original (se o defeito estiver nessa fração).

Se acontecer a rejeição de uma radiografia de posição intermediária, deverão ser tiradas duas radiografias adicionais à primeira, com sobreposição de 1/3 da original (para defeito nos terços extremos). Se o defeito estiver no terço central da radiografia original, as duas novas deverão ser tiradas sem sobreposição.

Caso uma das novas radiografias também seja rejeitada, será tirada outra adjacente e, assim, sucessivamente, até que se determine a extensão do defeito. Todos os pontos radiografados e rejeitados deverão ser reparados e novamente radiografados.

As soldas do topo, cujas peças não puderem ser testadas hidrostaticamente, deverão ser radiografadas em toda a extensão (100%). O critério de aceitação das radiografias das juntas soldadas será o da norma AWWA D-100.

Os resultados dos testes radiográficos e dos testes ultrassônicos serão, individualmente, critérios independentes para a aceitação ou a rejeição das juntas soldadas. Ou seja – nada impedirá que uma junta já aprovada pelo teste ultrassônico seja rejeitada pelo teste radiográfico (ou vice-versa).

#### **TESTE PNEUMÁTICO**

Todos os espaços vazios compreendidos entre as chapas de reforço e o tubo principal das peças especiais, bem como entre a camisa e o tubo principal, deverão ser submetidos a teste pneumático para a verificação da estanqueidade das soldas, com pressão mínima de 80 psi (5,7 kg/cm²).

#### **TESTES DE MATÉRIAS-PRIMAS**

Para toda matéria-prima incorporada, o fornecedor deverá fornecer à Fiscalização certificados de análises da qualidade exigida pelas normas e pelas especificações citadas.

O fornecedor deverá apresentar uma maneira segura de comprovar a correspondência biunívoca entre cada lote de matéria-prima e o respectivo certificado de qualidade. Não serão aceitos certificados cuja correspondência com o respectivo lote de matéria-prima não esteja devidamente comprovada.

Serão aceitos certificados emitidos pelas usinas produtoras, por entidades oficiais ou pelo laboratório do fornecedor, desde que a retirada dos corpos de prova tenha sido identificada na presença de inspetores da Fiscalização.

#### **TESTE DA TUBULAÇÃO**

Antes dos revestimentos interno e externo, cada tubo de aço deverá ser testado hidrostaticamente à pressão especificada no teste das peças especiais (com o tubo sob pressão). Após a eliminação de todas as bolhas de ar, as soldas deverão ser inspecionadas, e todas as partes com vazamento deverão ser marcadas.

Os tubos que apresentarem vazamento no teste deverão ser reparados nos pontos assinalados. Além disso, terão de ser submetidos, obrigatoriamente, a novo teste hidrostático. Também deverão ser, novamente, testados por radiografia ou gamagrafia. O custo será do fabricante.



#### **TESTEMUNHOS DE SOLDA**

As soldas deverão ser testadas durante a confecção para que sejam comparadas com os valores da especificação. Para as soldas longitudinais, as amostras de testes deverão ser retiradas de forma perpendicular à solda, e na extremidade do tubo ou de chapas que atendam aos requisitos da especificação da chapa utilizada na fabricação do tubo.

As chapas de teste deverão ser soldadas com o mesmo procedimento. A operação deverá ser executada pelo soldador anterior, e com equipamento igual ao da primeira tarefa (com a soldagem das juntas longitudinais no tubo). As soldas deverão ficar, aproximadamente, no centro da amostra e ser testadas na temperatura ambiente.

Para soldas circunferenciais, as amostras de testes deverão ser retiradas perpendiculares à solda de junção de dois anéis componentes do tubo. Os vazios resultantes da retirada das amostras não poderão ser reparados. A faixa que contém esses vazios deverá ser cortada no tubo, e os anéis resultantes (de comprimento menor) terão de ser soldados novamente.

O tubo, de onde são retiradas as amostras para os testes de solda circunferencial, será aceito pela Fiscalização com um comprimento total menor do que o especificado.

Duas amostras com seção reduzida deverão apresentar carga de ruptura não inferior a 100% da mínima especificada para o material utilizado.

A amostra curvada será considerada aprovada se:

- Não existir trinca ou defeito no material soldado ou entre a solda e o metal-base (após a curvatura) excedendo 3 mm (medidos em qualquer direção).
- A amostra trincar ou fraturar, e a superfície fraturada apresentar penetração completa em toda a espessura da solda, com ausência de inclusões e porosidade até o grau em que não existam bolhas de gás ou inclusões de escórias, excedendo a 1,5 mm na maior dimensão. A soma da maior dimensão de todos esses defeitos em qualquer 6,5 cm2 da área do metal de solda não deverá exceder a 9,5 mm (se for necessário, a amostra deverá ser quebrada à parte para possibilitar a verificação de fratura).

Se apresentar torneamento defeituoso ou desenvolver imperfeições não relacionadas com a soldagem, a amostra deverá ser substituída por uma nova, e um novo teste terá de ser elaborado.

Deverão ser colhidas duas amostras para a elaboração do teste de ruptura de soldagem e duas amostras para o teste de curvatura (em cada 300 m de solda ou em frações para cada dimensão, grau e espessura de parede).

No mínimo, um lote de amostras para testes deverá ser retirado do serviço que cada máquina de soldagem e cada operador realizaram (durante os períodos de produção contínua), mas, não menos do que uma para cada alteração na produção.

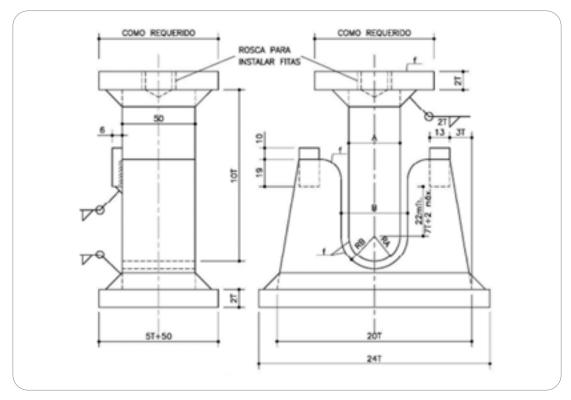
#### Observação

Entende-se por produção contínua a fabricação (interrompida ou não) da quantidade total de tubos de um mesmo pedido da compra (com os mesmos diâmetros, espessuras e material da chapa, utilizando-se o mesmo soldador e a mesma máquina).



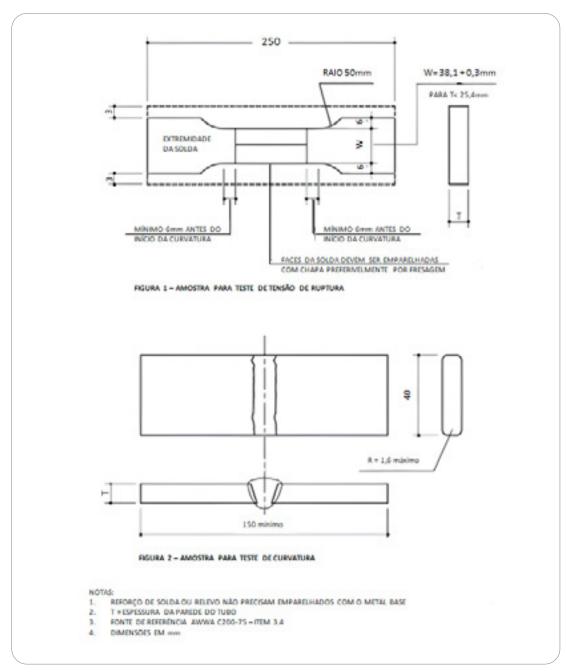
DIMENSÕES DO PADRÃO PARA O TESTE DE CURVATURA								
NOTAS – T = CORTE COM ACABAMENTO SUAVE								
Descritivo	ritivo Limite de resistência específico (psi)							
	Até 42.000	42.000	45.000	5.000-55.000				
RA	2T	3T	3,5T	3,5T				
RB	3T + 1,6	4T + 1,6	34,5T + 1,6	5,5T + 1,6				
Α	4T	6T	7T	8T				
В	6T + 3,2	8T + 3,2	9T + 3,2	11T + 3,2				

Padrão de guia para teste de curvatura



Modelo de corpo de prova para teste de tração e dobramento





Amostra para teste de curvatura



#### **DILIGENCIAMENTO**

Todo trabalho estará sujeito a diligenciamento, inspeção, acompanhamento e testes para a aprovação da Fiscalização, de acordo com as especificações e as normas aqui citadas. A Fiscalização terá acesso livre a todos os lugares da fábrica ligados à produção e à estocagem de matérias-primas e da peça acabado, e, também, aos fornecedores subcontratados, para inspeção dos equipamentos utilizados, das operações e dos controles de qualidade.

Por escrito e com a devida antecedência, o fornecedor deverá avisar à Fiscalização sobre o início da fabricação ou da produção de tubos. A omissão do fornecedor em informar sobre os materiais a serem inspecionados no local de produção ou fabricação não limitará o direito da Fiscalização de examiná-los.

O fornecedor dará à Fiscalização todas as facilidades de segurança e conveniência na inspeção e nos testes, em todos os momentos e em todos os locais possíveis.

A inspeção ou a falta dela, em qualquer parte do trabalho, e a presença ou a ausência da Fiscalização durante a execução não cancelarão os requisitos das especificações, nem isentará o fornecedor de suas obrigações. Os trabalhos e os materiais defeituosos poderão ser rejeitados tenham ou não sido inspecionados pela Fiscalização ou mesmo se estiverem de acordo com as especificações da inspeção anterior. A inspeção e acompanhamento poderão ser realizados pela Fiscalização ou por um preposto devidamente autorizado.

#### **REVESTIMENTO E PINTURA**

A fornecedora dos serviços deverá providenciar, em tempo hábil, os materiais, as ferramentas e os equipamentos necessários à execução dos serviços de revestimento e pintura. Assim, terá de providenciar os materiais de consumo ou aqueles incorporados aos serviços, como tintas, solventes, lixas, areia para o jateamento, pincéis e rolos.

Ela deverá providenciar, também, os equipamentos, as ferramentas, os dispositivos e os instrumentos necessários à execução dos serviços, como compressores, equipamentos para jateamento, caldeiras para o aquecimento do esmalte, lixadeiras, andaimes, higrômetro, detector e demais equipamentos de proteção e de segurança considerados essenciais.

A fornecedora poderá receber os tubos e as peças especiais em pátios de estocagem, ao lado do lugar de montagem, ou em suas posições definitivas.

A Fiscalização poderá exigir da fornecedora o transporte dos tubos e das peças especiais (antes ou depois do revestimento) para outro local de estocagem ou, então, executar o transporte por sua conta. Em qualquer situação, os retoques necessários serão executados pela fornecedora logo após o descarregamento dos tubos.

Se o transporte de tubos e peças especiais for de sua atribuição, a fornecedora deverá cuidar da movimentação, do carregamento, do transporte e da estocagem dos tubos e das peças especiais, conforme os procedimentos e o cronograma de transporte aprovados pela inspeção da Fiscalização, assumindo toda a responsabilidade em todas as etapas do serviço. Os tubos e as peças especiais somente serão movimentados após a ordem, com o controle de inspeção, da área de Fiscalização.



#### TRANSPORTE E MANUSEIO

Os tubos e as peças especiais de grande diâmetro serão entregues com escoramento interno (estroncas de madeira) e deverão ser, após revestidos, devolvidos nas mesmas condições. Os tubos e as peças transportados deverão ficar apoiados sobre berços de madeira revestidos com lençol de borracha ou outros materiais adequados, numa largura não inferior a 10 cm e numa espessura de 15 mm, com raio de curvatura igual ao dos tubos ou das peças especiais. A superfície de contato entre o berço e a peça deverá ser aquela gerada ao longo de um arco de, pelo menos, 120°.

Os tubos e as peças terão de ser manuseados pelas extremidades não revestidas. Isso será feito por meio do uso de patolas com superfície de contato curvadas e raio igual ao do tubo ou da peça (e num arco mínimo de 15°) ou por meio de correias, conforme a especificação da norma AWWA C-203.

#### **RESPONSABILIDADE**

Os serviços de revestimento deverão ser executados por empresa especializada e previamente qualificada pela Fiscalização. A fornecedora garantirá os serviços executados, a conformidade e a procedência dos materiais aplicados.

Ela receberá os tubos e as peças especiais nos locais indicados pela Fiscalização, assumindo a responsabilidade por eles. Será também sua atribuição tomar as providencias necessárias para a execução dos serviços no local designado pela Fiscalização, incluindo movimentação, carga, transporte, descarga e armazenamento dos tubos e das peças especiais.

Se o próprio fabricante da tubulação executar o revestimento e o transporte (por conta própria ou por intermédio de terceiros), as responsabilidades e as obrigações permanecerão suas até a conclusão dos serviços de revestimento e a entrega nos locais designados pela Fiscalização, quando deverão passar por retoque (nas áreas onde o revestimento tiver sido danificado).

A fornecedora ou o fabricante (se for o caso) se responsabilizará por qualquer dano causado aos tubos e às peças especiais. Deverá ser providenciado seguro para todas as etapas do transporte (da movimentação à descarga e à estocagem na área designada pela Fiscalização).

#### LIMPEZA DE SUPERFÍCIES

A atividade deverá ocorrer em conformidade com a norma SSPC-SP 1, que estabelece o processo de remoção de óleo, graxas, poeira e matérias estranhas nas superfícies, por meio do uso de solventes, emulsões, compostos de limpeza, vapor e outros materiais que tenham ação removedora mecânica ou química. A limpeza precederá os demais sistemas de preparação de superfícies para a remoção de ferrugem ou de pinturas antigas.

Os óleos e as graxas poderão ser removidos com a esfregação e a lavagem da superfície. Para tanto, terão de ser utilizados panos ou escovas de *nylon* embebidos em solventes.

A limpeza final deverá ser feita com panos ou escovas e solventes limpos. Não será permitido o uso de estopa. Outros processos de limpeza poderão ser utilizados, desde que tenham sido previamente aceitos pela Fiscalização. Qualquer que seja



o processo para a eliminação de óleos, graxas ou contaminantes, resíduos prejudiciais ao revestimento e/ou pintura não poderá ficar na superfície limpa.

#### PREPARAÇÃO DE SUPERFÍCIES

As soldas deverão ser esmerilhadas até ficarem lisas. Elas terão de ser reparadas quando apresentarem graves defeitos de mordedura ou porosidade excessiva. Os cantos vivos e as partes com rugosidade excessiva, arestas e rebarbas também deverão ser esmerilhados até ficarem lisos.

As superfícies internas e externas dos tubos e das peças especiais que serão pintadas deverão ser jateadas no metal branco, conforme a norma SSPC-SP-5. Para isso, serão utilizados jatos de ar comprimido seco e de areia seca ou granalha de aço, deixando-se a superfície com aparência metálica, acinzentada e uniforme, além de levemente rugosa para formar uma base à aplicação do revestimento protetor. Todos os resíduos da aplicação do jato de areia ou granalha deverão ser removidos da superfície, dos cantos e das cavidades e fendas, por meio de sopro de ar limpo e seco ou por escovação.

#### **APLICAÇÃO E RETOQUES**

A aplicação do revestimento e dos retoques deverá ser feita conforme a norma AWWA C-203, seguindo-se as recomendações desta especificação e as dos fabricantes dos materiais. O trabalho deverá ser feito de maneira esmerada, para que as superfícies acabadas não apresentem escorrimentos, pingos, falhas, asperezas ou ondulações.

As demãos serão aplicadas para que produzam uma película de espessura uniforme que cubra completamente os cantos e as reentrâncias, atendendo às espessuras especificadas.

As condições atmosféricas definidas no SSPC-PA 1, os métodos de aplicação e as especificações dos produtos de revestimento deverão ser rigorosamente seguidos. Os trabalhos que não atenderem àquelas condições serão rejeitados.

#### **REVESTIMENTO INTERNO**

O revestimento interno dos tubos e das peças especiais que formam a tubulação deverá ser executado da seguintes formas:

- Para tubulação enterrada, abrigada ou submersa destinada ao transporte de água, poderá ser utilizado o sistema de pintura com Coal Tar Enamel ou com Coal Tar Epóxi.
- Para tubulação aérea destinada ao transporte de água, será utilizado o sistema de pintura com Coal Tar Epóxi.
- Para tubulação enterrada, abrigada, aérea ou submersas destinada ao transporte de esgoto, deverá ser utilizado o sistema de pintura com Coal Tar Epóxi.

#### Revestimento interno com aplicação de Coal Tar Enamel

O revestimento interno será feito em conformidade com a sequência de serviços descritos a seguir:

• Preparação da superfície - De acordo com o que foi especificado anteriormente.



 Aplicação do Primer – Deverá satisfazer à norma AWW-C-203/86, tipo B, de secagem ao ar, à base de borracha clorada com plastificantes, o que possibilita a aplicação a frio por meio de pincel ou pistola. O Primer deverá produzir uma liga apropriada e eficiente entre o metal e o revestimento de esmalte betuminoso.

A aplicação deverá ser iniciada imediatamente após o jateamento, e, sempre, na mesma jornada de trabalho. Quando aplicado conforme as recomendações do fabricante, o Primer secará em estado de endurecimento. Se ocorrer baixa temperatura ambiente ou houver umidade sobre a área a ser revestida, a superfície será aquecida a uma temperatura entre 30 °C e 40 °C, para secagem.

#### Aplicação do esmalte Coal Tar Enamel

O esmalte Coal Tar Enamel (à base de alcatrão de hulha do tipo B, prescrito na norma AWWA-C-203-86) deverá ser aplicado derretido, em demão única, à temperatura indicada pelo fabricante, formando uma camada com espessura de 2,4 mm, com uma margem de erro de 0,8 mm, para mais ou para menos, com acabamento liso e uniforme.

A aprovação do material especificado neste item será baseada nos métodos de ensaio e nos requisitos da norma ASTM-D-388.

Entre o fim da aplicação do Primer e o início da aplicação do esmalte, não deverá ocorrer intervalo de tempo maior do que o especificado pelo fabricante. Caso tal fato ocorra, nova aplicação do Primer será indispensável. A depender do tempo decorrido, se necessário, novo jateamento da superfície poderá ser realizado.

Os testes de aderência e de qualidade mecânica do esmalte definirão a melhor temperatura (dentro da faixa indicada) a ser adotada para toda a partida de esmalte testado.

O tempo de permanência do esmalte derretido (no equipamento que for utilizado para tal) não poderá exceder os limites estabelecidos pelo fabricante. O equipamento de derretimento deverá ter um termômetro de fácil leitura. A carga deverá ser totalmente utilizada antes da nova recarga do equipamento. Não serão permitidas complementações em meio às operações.

Na nova carga do equipamento, poderão ser aproveitados 10% da sobra do esmalte de operações anteriores que tenha ficado no equipamento de derretimento. Não deverão ser aproveitadas sobras que tenham entrado em contato com o solo. O esmalte será aplicado nas condições ambientais estabelecidas para aplicação do Primer.

#### Revestimento interno com aplicação de Coal Tar Epoxi

O Coal Tar Epoxi (poliamida) deverá estar de acordo com a norma SSPC-Paint-16-68-T, do Steel Structures Painting Council (Paint Specification nº 16), o que inclui os seguintes aspectos:

- Preparação da superfície De acordo com o especificado anteriormente.
- Aplicação de Coal Tar Epoxi Deverá ser baseada na norma SSPC-SP-11-1.

O Coal Tar Epoxi deverá ser aplicado conforme as recomendações do fabricante no que diz respeito às proporções de mistura, à agitação e ao intervalo para aplicação após a preparação.



O serviço deverá ser executado de maneira esmerada, para que as superfícies acabadas fiquem sem escorrimentos, pingos, rugosidades, ondas, recobrimentos e marcas de pincéis. A aplicação das demãos servirá para que se obtenha uma película de espessura uniforme (e que cubra completamente os cantos e as reentrâncias).

As superfícies metálicas jateadas deverão receber a primeira demão do revestimento tão logo seja possível, mas, antes da deterioração da superfície preparada. O intervalo máximo entre a preparação e a aplicação do Coal Tar Epoxi nunca deverá exceder 6 h.

O revestimento precisará ser aplicado em duas demãos, ou, se necessário, em três demãos, para que seja obtida uma espessura mínima final de 450 microns em todos os pontos da superfície revestida. O intervalo de tempo entre a aplicação da primeira demão e da segunda demão deverá de 12 h a 72 h. Se for necessária uma terceira demão, o procedimento será idêntico ao da segunda.

Se a aplicação tiver sido correta, a superfície revestida com Coal Tar Epoxi se apresentará lisa e lustrosa (em tempo excepcionalmente quente, o intervalo da aplicação das camadas de tinta poderá ser, no máximo, de 24 h).

#### **REVESTIMENTO EXTERNO**

O revestimento externo dos tubos e das peças especiais que formam a tubulação deverá ser executado da seguinte forma:

- Para tubulação enterrada em solo natural isento de elementos perfurantes (rochas), o revestimento será composto de aplicações de fibra de vidro em lençol e feltro de asbesto.
- Para tubulação aérea, com insolação direta, sem abrasão ou impacto (como tráfego de pedestres ou de veículos), o revestimento será composto de aplicações de Primer alguídico e de esmalte fenólico.
- Para tubulação abrigada em caixas, não sujeitas à insolação ou a intempéries, será utilizado o sistema de pintura com Coal Tar Epóxi.

#### Aplicação de fibra de vidro em lençol e feltro de asbesto

- A preparação da superfície deverá acontecer de acordo com o especificado anteriormente.
- A aplicação de Primer deverá ocorrer conforme o indicado para o revestimento interno (uma demão, a frio, de Primer tipo B, segundo a norma AWWA-C-203-76 à base de borracha clorada, com plastificantes).
- A aplicação de esmalte acontecerá conforme o indicado para o revestimento interno (uma demão a quente, de esmalte Coal Tar Enamel à base de alcatrão de hulha, do tipo B, prescrito na norma AWWA-C-203, com espessura de 2,4 mm, com uma margem de erro de 0,8 mm, para mais ou para menos.
- O lençol de fibra de vidro a ser usado na aplicação deverá ser reforçado, fino, flexível, uniforme e composto de fibras de vidro de estrutura porosa (ligadas por resinas de pega térmica) que combinem com o esmalte betuminoso quente.
- O lençol de fibra de vidro deverá obedecer às normas ASTM nº D-76 e nº D-146 e ser aplicado, mecanicamente, por uma máquina alimentadora contínua ou do



tipo torno mecânico. A parte sobreposta do lençol não deverá ter mais de 1/2". A aplicação terá de ser feita simultaneamente com a primeira demão de esmalte betuminoso.

- O lençol deverá ser suficientemente poroso para possibilitar (durante a aplicação sobre a superfície do tubo) a infiltração do esmalte betuminoso entre as fibras. Para favorecer a impregnação do betume, o lençol deverá ser pressionado adequadamente.
- O feltro de asbesto deverá ter um conteúdo não inferior a 85% (asbesto) do feltro não saturado. A superfície não poderá ter defeitos e ser pegajosa quando desenrolada a uma temperatura de 36 °C, em obediência às condições de teste ASTM-D-46.
- O feltro deverá ser fornecido em bobinas, com peso de 0,5 kg/m², a 0,7 kg/m², resistência longitudinal à ruptura correspondente a 12 kg e resistência transversal mínima de 4,5 kg, conforme ASTM-D-146. Não deverá rachar quando curvado sobre um bastão de diâmetro de 25 mm a 30 °C.
- A perda de peso do feltro por aquecimento não deverá ser mais de 10%. A cinta de feltro deverá ser aplicada esticada sobre a superfície do tubo, lançando-se o esmalte betuminoso derretido entre as várias camadas. O enrolamento da superfície será terminado com, no mínimo, mais três voltas (de 30 cm de largura) sobre a parte superior da tubulação.
- O revestimento deverá ser pintado com a seguinte composição água (190 litros), óleo de linhaça fervido (4 litros), cal extinta (68 kg) e cloreto de sódio (4,5 kg). O preparo da tinta terá de ser cuidadoso, devendo-se misturar a cal ao óleo de linhaça e, à medida que se processar a mistura, serão adicionados água e cloreto de sódio. A mistura deverá repousar por, no mínimo, três dias antes da aplicação.

#### Aplicação de Primer alquídico e esmalte fenólico

Esse revestimento externo deverá ser executado conforme a sequência descrita a seguir:

- Preparação da superfície De acordo com o especificado anteriormente.
- Revestimento de fundo Constituído de uma demão de Primer zarcão alquídico, conforme a especificação Federal Specification TT-P-86 type III paint, red-lead base, ready-mixed alkyd resin ou similar da Petrobras E-18 tipo III (numa espessura de 35 micra na película seca).
- Revestimento intermediário Constituído de uma demão de Primer óxido alquídico, conforme especificação "Federal Specification TT-P-86 type II paint, red-lead, iron oxide, mixed pigment-alkyd linseed oil ou similar Petrobrás E-18 tipo II, numa espessura de 35 micra na película seca.
- Revestimento de acabamento Constituído de duas demãos de esmalte fenólico alumínio formado pela adição da resina Federal Specification TT-V-119 varnish, spar, phenolic resin, com pigmento de alumínio TT-A-468a aluminium pigments, powder and paste, ou conforme o sistema da Petrobras EE-93a 2 componentes, numa espessura de 25 micra por demão na película seca.



#### Revestimento externo com Coal Tar Epóxi

Esse revestimento externo deverá seguir as mesmas especificações das do sistema de pintura Coal Tar Epóxi descritas anteriormente para o revestimento interno das tubulações.

#### Extremidades não revestidas

As extremidades externas e internas dos tubos e das peças especiais que formarão a tubulação enterrada (com exceção do revestimento de fundo) não deverão ser revestidas.

#### Inspeção e testes de pintura

O trabalho estará sujeito à inspeção e a testes realizados por pessoas designadas pela Fiscalização ou por empresas especializadas e contratadas especialmente para tais finalidades. Os serviços deverão ser executados em conformidade com esta especificação e com os códigos e as normas nacionais ou internacionais aqui referidas.

Quem for designado pela Fiscalização deverá ter livre acesso a todos os locais de execução dos trabalhos abrangidos pelo fornecimento. A fornecedora terá de avisar à Fiscalização, com a devida antecedência, sobre o início de cada fase dos trabalhos. Caberá à fornecedora proporcionar todas as facilidades necessárias à segurança e à conveniência da Fiscalização da inspeção e dos testes, em todos os locais onde as tarefas ocorrerem.

A inspeção (ou a falta dela) em qualquer parte dos trabalhos e a presença/ausência de representantes da Fiscalização durante qualquer parte dos trabalhos não serão motivos para o cancelamento de qualquer requisito dessas especificações e nem para a isenção das obrigações contratuais da fornecedora.

Trabalhos e materiais defeituosos de uma inspeção interior poderão ser rejeitados independentemente de terem ou não sido inspecionados previamente pela Fiscalização (mesmo que estejam de acordo com esta especificação).

#### 1.3.5 Tubos e conexões de PVC

As seguintes configurações serão aplicadas para tubulações de baixa pressão e de temperatura igualmente baixa (até 100 mca e até 20 °C):

TABELA DE DIÂMETROS DE TUBO DE PVC MARROM - POLEGADAS X MILÍMETROS (mm)							
Diâmetro Nominal (mm)	Diâmetro Nominal (Polegada)	Diâmetro Externo (mm)	Espessura Mínima (mm)				
15	1/2	20	1,5				
20	3/4	25	1,7				
25	1	32	2,1				
32	1 1/4	40	2,4				
40	1 1/2	50	3				
50	2	60	3,3				
60	2 1/2	75	4,2				
75	3	85	4,7				
100	4	110	6,1				



- Normas Para tubos: ASTM D1785; para conexões: ASTM 2467; para conexões roscadas: ASTM 1498; e para compostos de PVC: ASTM 1784.
- O material será o policloreto de vinila (marrom/branco).
- Os tubos e conexões terão de 20 mm até 110 mm em barras e 6 m.
- As ligações ponta-bolsa e junção por cola ou por flange deverão estar em conformidade com a NBR 7669 (bolsa para tubos e anel de borracha para vedação).
- Conexões como cotovelos, curvas, reduções, luvas e adaptadores deverão ter bolsa de montagem.
- As emendas de tubos poderão ser feitas por união roscada, na qual as extremidades serão ligadas (por meio de bolsa) a uma junta desmontável (rosca).
- Haverá a possibilidade de conversão de ligação bolsa/cola para rosca NPT por meio de adaptadores.

#### **FLANGES**

Deverão ser construídas de acordo com a NBR 7668. Na montagem, o aperto dos parafusos terá de ser gradual, com fixação, sempre, daquele diametralmente oposto ao já fixado. Por ocasião da montagem dos flanges, será indispensável o uso de parafusos e de arruelas de dimensões apropriadas.

#### PROCEDIMENTOS PARA A MONTAGEM DE JUNÇÕES SOLDÁVEIS

- Limpeza das superfícies da bolsa da conexão e da ponta do tubo com o uso de estopa branca ou similar.
- Medição da profundidade da bolsa da conexão e marcação na ponta do tubo.
- Aplicação do adesivo especial Tigre na bolsa (em primeiro lugar) e na ponta do tubo, para, em seguida, ocorrer a montagem da junta.
- Concluída a montagem, o excesso de adesivo deverá ser limpo.

#### PROCEDIMENTOS DE MONTAGEM DE JUNÇÕES COM FLANGES

- Deverá ocorrer a limpeza das superfícies da bolsa da conexão e da ponta do tubo com estopa branca ou similar.
- O flange livre deverá ser colocado no tubo e aplicação do adesivo especial Tigre na bolsa do flange e na ponta do tubo.
- Com o auxílio de um nivelador, deverá haver a introdução do bocal do flange no tubo, até o alcance do seu encosto.
- A junta de vedação tipo o-ring deverá ser colocada na posição.

#### 1.3.6 Documentação para tubulação de PVC

Para cada lote de tubulação, deverá ser fornecido um relatório com os seguintes dados:

- Diâmetro Externo Nominal do tubo (DE).
- Pressão nominal ou máxima admissível dos itens fornecidos.



- Código de o produto e fornecedor.
- Código de o produto e fornecedor.
- Data do registro.
- Identificação do composto.
- Quantidade de barras, conexões ou do fornecimento.
- Declaração de que o lote fornecido atende às especificações desta norma.

#### 1.3.7 Tubos e conexões de PVC-U

Para tubulações de alta pressão e temperatura moderada (até 300 mca e até 70 °C), serão aplicadas as seguintes condições:

- Normas Para tubos: ASTM D1785; para conexões: ASTM 2467; para conexões roscadas: ASTM 1498; e para compostos de PVC: ASTM 1784.
- O material será policloreto de vinila cinza escuro
- Os tubos e as conexões de 1/4" até 12" deverão ser fornecidos em barras de 6 m.
- As ligações ponta-bolsa e junção por cola ou por flange deverão estar em conformidade com a NBR 7669 (com bolsa para tubos).
- As conexões como cotovelos, curvas, reduções, luvas e adaptadores deverão ter bolsa de montagem.

TUBOS E CONEXÕES DE PVC-U								
DN (pol)	Código	Diâm. Externo DE	Espessura E	Peso Aprox. (kg/m)				
1,2"	85101	21,3	4,0	0,33				
3/4"	85107	26,7	4,2	0,44				
ן"	85110	33,4	4,8	0,65				
1.14"	85117	42,2	5,1	0,90				
1.1/2"	85115	48,3	5,4	1,09				
2"	85120	60,3	5,8	1,51				
2.1/2"	85125	73,0	7,4	2,29				
3"	85130	88,9	8,1	3,08				
4"	85140	114,3	9,1	4,50				
6"	85160	168,3	11,6	8,59				
8"	85180	219,1	13,5	13,04				
10"	85190	273,0	15,0	18,31				
12"	85195	323,9	17,5	25,20				



#### PROCEDIMENTOS DE MONTAGEM DE JUNÇÕES SOLDÁVEIS

- Deverá ocorrer a limpeza das superfícies da bolsa da conexão e da ponta do tubo com estopa branca ou similar.
- Deverá haver a medição da profundidade da bolsa da conexão e a marcação na ponta do tubo.
- Antes do início do processo de soldagem, dever ser feito um teste para a verificação da existência ou não de reação entre o Primer e o material plástico. Para isso, terá de ser aplicado o Primer em um pequeno pedaço de tubo que não será utilizado. Em seguida, ainda úmida, a superfície deverá ser raspada com faca. A penetração do Primer no tubo poderá ser constatada quando, na raspagem do tubo, ficar evidente a presença do produto, mesmo com a remoção de uma camada superficial de plástico.
- Com o uso de um aplicador apropriado, que corresponda à metade do diâmetro do tubo, deverá ser aplicado o Primer para CPVC e PVC-U Sch.80 Tigre (internamente, na bolsa da conexão) até a superfície ficar maleável.
- O mesmo procedimento terá de ser executado na parte externa da extremidade do tubo.
- Deverá ser aplicado o adesivo para CPVC na área externa do tubo e na bolsa da conexão enquanto as superfícies ainda estiverem úmidas. Será importante que seja evitado o uso excessivo para que o adesivo não escorra no produto. O processo deverá criar um anel com material excedente. Com o auxílio de uma estopa ou de um pano, o excesso do adesivo deverá ser retirado (para agilizar o tempo de cura).

#### DOCUMENTAÇÃO PARA TUBULAÇÃO DE PVC-U

Para cada lote de tubulação, deverá ser fornecido um relatório contendo os seguintes dados:

- Diâmetro Externo Nominal do tubo (DE).
- Pressão nominal ou máxima admissível dos itens fornecidos.
- Códigos do produto e do fornecedor.
- Códigos do produto e do fornecedor.
- Data do registro.
- Identificação do composto.
- Quantidade de barras, conexões ou do fornecimento.
- Declaração de que o lote fornecido atende às especificações da norma correspondente.



#### 1.3.8 Tubos e conexões de DEFoFo

Serão aplicadas para tubulações de média e baixa pressão e temperatura moderada (até 100mca e até 25°C) as seguintes condições.

- Normas NBR 7665, relativa a sistemas de transporte de água ou de esgoto sob pressão (tubos de PVC-M DEFoFo com junta elástica, requisitos), NBR 9822, relativa ao manuseio, ao armazenamento e ao assentamento de tubulações de poli (cloreto de vinila) não plastificado (PVC-U), para o transporte de água, e de tubulações de poli (cloreto de vinila) não plastificado e orientado (PVC-O), para o transporte de água ou esgoto sob pressão positiva.
- Material MPVC (policloreto de vinila modificado).
- Tubos DN 100 mm até DN 500 mm fornecidos em barras de 6 m, na cor azul.

TUBOS DEFoFo									
Dimensões (mm) PN80									
Cotas	100	150	200	250	300	350	400	500	
В	122,8	150,1	177,8	187,8	207,1	223,0	237,6	278,5	
D	118,8	171,0	223,0	275,0	327,0	379,5	431,5	535,0	
DE	118	170	222	274	326	378	429	532	
е	3,1	4,4	5,8	7,1	8,5	9,9	11,2	13,9	
L	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	

- Ligações ponta-bolsa e junção por cola ou por flange NBR 7669.
- Conexões como cotovelos, curvas, reduções, luvas e adaptadores possuem bolsa de montagem.

#### PROCEDIMENTOS DE MONTAGEM DE JUNÇÕES

- Deverão ser limpas as superfícies da bolsa da conexão e da ponta do tubo, utilizando-se, para tal, estopa branca ou similar.
- Deverá ser medida e aplicada a pasta lubrificante Amanco na parte visível do anel de vedação e na ponta do tubo.
- A ponta do tubo deverá ser introduzida na bolsa, observando-se as indicações de limites.
- A montagem deverá ser manual ou, quando isso for necessário, poderá ser utilizada uma alavanca, com a devida proteção da extremidade do tubo.

#### **ANCORAGEM**

Após a execução das juntas, todos os pontos da tubulação que tenham conexões com mudança de direção, deverão ser ancorados. O processo terá de ser feito no sentido do peso próprio da peça e dos possíveis esforços longitudinais ou transversais, mantendo-se a tubulação livre desses esforços ou deformações.



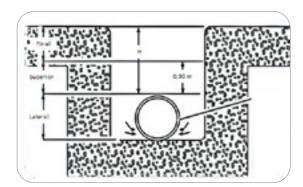
Nesses casos, serão utilizados blocos de ancoragem convenientemente dimensionados para resistir aos esforços não absorvidos pela junta elástica. Todos os trabalhos de ancoragem deverão ser executados para que se mantenham as juntas visíveis e seja possível a verificação do ensaio de estanqueidade, a ser feito antes da total recomposição da vala.

#### **ASSENTAMENTO E REATERRO**

Durante o assentamento, as juntas elásticas deverão ser mantidas visíveis para que seja possível a verificação do ensaio de estanqueidade (antes do reaterro). Para o reaterro da tubulação, serão consideradas três zonas distintas (lateral, superior e final). Para o reaterro lateral, a tubulação deverá ficar apoiada no fundo da vala e com berço executado nas duas laterais (em camadas inferiores a 0,1 m).

O reaterro superior será feito com material selecionado, isento de pedras e entulhos, e em camadas de 0,1 m a 0,15 m de espessura. Não se recomenda o despejo do solo de reaterro nessa etapa.

A compactação deverá ser executada nas laterais. A parte diretamente acima da tubulação não poderá ser compactada, para que sejam evitadas deformações dos tubos. O restante do material de reaterro da vala deverá ser lançado em camadas sucessivas. A compactação terá de ser realizada de tal maneira que ela fique no mesmo estado do terreno das laterais da vala. O restante do material de reaterro da vala deverá ser lançado em camadas sucessivas. A compactação terá de ser realizada de tal maneira que ela tenha o mesmo estado do terreno das laterais da vala.



Assentamento de tubulação DEFoFo

#### **ENVOLVIMENTOS ESPECIAIS**

Quando a tubulação estiver sob o risco de sofrer deformações, cuidados especiais deverão ser considerados no momento do envolvimento. Nos trechos em que o recobrimento da tubulação for inferior a 1 m ou a tubulação for assentada em ruas com pesadas cargas móveis, deve-se embutir o envolvimento em tubos com diâmetros superiores e apropriados para receber as cargas móveis (tubo camisa) ou realizar a construção de lajes. Nesses casos, o tubo deverá ser envolvido em material selecionado e limpo (areia e solo limpo, com boa estrutura), permanecendo desvinculado dos elementos de proteção. Não será recomendável o envolvimento direto dos tubos de PVC com concreto, pois o envolvimento (trabalhando-se como viga contínua debaixo do solo) poderá sofrer ruptura, com possibilidade de surgimento de trincas que danificarão o tubo.



#### **DOCUMENTAÇÃO PARA A TUBULAÇÃO DEFOFO**

Para cada lote de tubulação, deverá ser fornecido um relatório contendo os seguintes dados:

- Diâmetro Externo Nominal do tubo (DE).
- Pressão nominal ou máxima admissível dos itens fornecidos.
- Códigos do produto e do fornecedor.
- Códigos do produto e do fornecedor.
- Data do registro.
- Identificação do composto.
- Quantidade de barras, conexões ou do fornecimento.

#### 1.3.9 Tubos e conexões de PEAD

Para as tubulações de média e alta pressão e temperatura baixa, até 25 bar (PN) e até 25 °C, deverão ser aplicadas as seguintes especificações:

- Normas Para tubos: NBR 8415 e NBR 15561; e para conexões: NBR 8415.
- O material será o Polietileno de Alta Densidade (PEAD), na cor cinza ou na cor azul.
- Tubos e conexões de 1/2" até 29" deverão ser fornecidos em barras de 6 m e 12 m.
- Deverá haver ligações por engate de compressão ou solda por eletrofusão.

TUBOS PEAD									
Dimensões (mm) PN80									
MRS	PN 4	PN 5	PN 6	PN 8	PN 10	PN 12,5	PN 16	PN 20	PN 25
8	32,25	26,00	21,00	17,00	13,60	11,00	9,00	7,25	6,00
10	nd	32,25	26,00	21,00	17,00	13,60	11,00	9,00	7,25

#### PROCEDIMENTOS DE MONTAGEM POR ELETROFUSÃO

A soldagem por termofusão no PEAD envolve a aplicação de calor para amolecer as superfícies das peças a serem unidas. Isso ocorre por meio de resistência, que recebe corrente elétrica para fazer o aquecimento e a fusão do material. Nesse contexto, deverá ser utilizado equipamento específico, como a máquina de termofusão, que fornecerá a temperatura adequada e garantirá o controle preciso do processo.

Somente serão soldáveis materiais de mesma família, como PE x PE ou PP x PP. Porém, será admitida a soldagem de materiais diferentes (do tipo PE80 x PE100, por exemplo), desde que eles sejam compatíveis (normalmente, materiais com MFI5 entre 0,3 g e 1,4 g/10 min são compatíveis). Os tubos e as conexões, contudo, deverão ter a mesma espessura (mesmo SDR).

A solda de topo por termofusão incluirá quatro etapas – preparação, aquecimento (fusão), solda e resfriamento. O processo deverá ser realizado por equipamento específico para a junção de PEAD, como unidade de força de comando, faceador, placa de solda de aquecimento e casquilho de redução.



O primeiro passo da solda por eletrofusão será a preparação do tubo e da conexão, que serão fundidos. Na sequência, será feita uma raspagem na superfície do tubo para a remoção da camada oxidada. Feito isso, será a hora da limpeza da superfície. Para tal, serão utilizados papel-toalha e álcool isopropílico.

Deverão ser feitas marcações, para que haja uma referência do encaixe da conexão com o tubo. De modo a evitar algum tipo de interferência no momento da solda, será importante a utilização do alinhador para que seja mantido, no processo, o conjunto com a conexão e a tubulação imóvel.

#### PROCEDIMENTOS DE MONTAGEM POR TERMOFUSÃO

Na termofusão, a união será feita pelo topo, juntando-se as extremidades dos tubos (barras ou bobinas). Nesse processo, elas se fundirão ao ser inserida uma placa aquecida a 220 °C entre as faces, ocorrendo, assim, a união.

No início da solda de termofusão, deverá ser utilizado equipamento com quatro abraçadeiras. Deverão ser encontrados o diâmetro externo da tubulação e o SDR do tubo (cujas informações estarão dispostas na própria tubulação). Outra referência importante para o processo será a pressão transferida para a máquina, uma vez que a solda será pressionada contra outra para a fusão.

Para que o derretimento de superfícies ocorra e chegue ao ponto de fusão, será inserida uma placa aquecida a 220 °C pelo tempo estipulado na tabela da máquina de termofusão. Em seguida, deverá ser feito o resfriamento com as superfícies pressionadas (de acordo com o tempo indicado na tabela). Após o resfriamento, a tubulação deverá ser retirada da máquina.

# DOCUMENTAÇÃO PARA A INSPEÇÃO E A ACEITAÇÃO TUBULAÇÃO DEFOEO

Para cada lote de tubulação deverá ser fornecido relatório com os seguintes dados:

- Diâmetro Externo Nominal do Tubo (DE).
- Pressão nominal ou máxima admissível dos itens fornecidos.
- Códigos do produto e do fornecedor.
- Códigos do produto e do fornecedor.
- Data do registro.
- Identificação do composto.
- Quantidade de barras, conexões ou do fornecimento.
- Relatório do tipo de solda utilizado e dos parâmetros empregados.

#### 1.3.10 Tubos e conexões em inox

Esses materiais deverão ser utilizados para tubulações que necessitem de resistência mecânica ou de resistência aos elementos químicos e intemperes. Possuem grande número de conexões e derivações, como curvas, reduções, adaptadores, flanges a serem soldados nas tubulações (onde será possível a utilização, ainda, das junções do tipo boca de lobo, em que um tubo deriva de outro por processo de corte e solda).



Em tubulações de inox, será possível, também, a realização de montagens flangeadas com o subterfugio do uso de pestanas (conexão feita a partir de material inox e que auxilia na diminuição dos custos, ao possibilitar que o flange não seja utilizado no material).

Trata-se de conexão ligada aos tubos, às válvulas e aos acessórios, por meio de solda. Utilizado na tubulação (composta com material inox e conectada por meio de flanges para evitar o contato), esse modelo de pestana é fabricado em diversas classes de pressão e normas, para atendimento às necessidades da tubulação. A pestana inox curta é fabricada a partir de chapas (com costura ou não), estampadas ou calandradas, de acordo com seu diâmetro, além de terem a face lisa e um "pescoço" curto.



Montagem de flange com pestana de inox

Os padrões dos tubos em aço inox deverão estar de acordo com as normas A.S.T.M. (American Society for Testing and Materials Standard), AISI (American Iron and Steel Institute) e ANSI (American National Standard Institute). Terão, também, de respeitar as tolerâncias ISSO E dimensão Schedule (SCH.) Eles poderão ser divididos da seguinte forma:

- ASTM A-213 Tubos ferríticos e autênticos sem costura (material importado).
- ASTM A-269 Tubos com costura de aços inoxidáveis austeníticos para a realização de serviços gerais. Essa especificação abrange os tubos produzidos em diferentes qualidades de aços inoxidáveis autênticos e utilizados em ambientes corrosivos e serviços de baixas e altas temperaturas.

A fabricação de parte das fitas de larguras pré-determinadas se dará a partir da conformação tubular, feita por rolos. Eles são soldados, automaticamente, pelo sistema TIG (Tungsten Inerte Gás) e protegidos (internamente e externamente) com gases inertes, com ou sem metal de adição (o lado externo do cordão de solda, é laminado a frio e calibrado).

O tubo será tratado termicamente em operações automáticas ou semiautomáticas, com resfriamentos rápidos. Em seguida, os tubos serão decapados e passivados em banhos químicos especiais (que vão assegurar a deposição da camada de óxido de cromo, que protegerá o tubo contra a corrosão). Os tubos também deverão ser testados hidrostaticamente, segundo a ASTM ou as especificações do projeto.



ASTM-A312 – Tubos de aços inoxidáveis autênticos destinados à condução. Os itens sob essa especificação, serão destinados à condução de líquidos corrosivos e a serviços em alta e baixa temperaturas. Os diâmetros nominais e as espessuras de parede deverão estar de acordo com a norma ANSI B-36.19. Eles serão produzidos a partir de fitas em máquinas formadoras automáticas, e soldadas longitudinalmente, utilizando-se o sistema TIG com proteção de gases inertes e sem metais de adição, e trabalhados a frio e calibrados automaticamente.

Depois do tratamento térmico, os tubos serão decapados e passivados, para melhorar sua resistência à corrosão. A norma de aplicação para o controle de tubos fabricados pela ASTM A-312 será a ASTM A-530-76, de acordo com a especificação. As tolerâncias na espessura da parede serão de até 12,5% abaixo da espessura nominal marcada pela correspondente lista Schedule.

- ASTM A-358 Tubos de aço autêntico do cromo-níquel soldado (com a deposição de material metálico) para aplicação em serviços a altas temperaturas e em ambientes corrosivos. Essa norma é recomendada para diâmetros entre 8" e 48" e espessuras acima de 2,77 mm
- ASTM A-409 Tubos de aço inoxidável autêntico soldado (com a adição de metal ou sem costura) para uso geral em meios corrosivos e variados em altas temperaturas e baixas temperaturas. A norma é recomendada para diâmetros entre 14" e 30" espessuras de 3,96 mm a 7,92 mm.

#### **RESISTÊNCIA À CORROSÃO**

A boa resistência à corrosão existente nos aços inoxidáveis é resultado da formação de uma película de proteção superficial de óxido de cromo. Outros elementos de liga, como molibidênio, silício, cobre e níquel, também poderão ter efeitos favoráveis na resistência à corrosão. O efeito do elemento de liga varia em diversas atmosferas corrosivas. Por essa razão, a atmosfera deverá ser considerada, sempre, na escolha do tipo mais adequado de aço.

#### ÁCIDOS NÃO OXIDANTES E ÁCIDOS ORGÂNICOS

O aumento do teor de molibdênio elevará a resistência a corrosão nesses ambientes. Em ácido sulfúrico por exemplo, a adição de cobre, produzirá uma melhora à resistência a corrosão. O teste de corrosão (numa mistura de 82% de ácido acético, 8% de ácido fórmico e 10% de água a 180 °C) poderá fornecer AISI-316 (0,69 mm por ano de corrosão) e AISI-317 (0,51 mm por ano de corrosão).

#### **ÁCIDOS OXIDANTES**

Os ácidos autênticos 18/8 AISI-304 são usados, normalmente, em atmosferas oxidantes. A redução do teor de carbono dará aos materiais uma alta resistência, juntamente com a elevação do teor de cromo.

#### **CORROSÃO INTERGRANULAR**

Quando submetido, durante tempo determinado, a uma temperatura entre 450 °C e 750 °C (conhecidas como temperaturas de sensitização), o aço inoxidável é susceptível à precipitação de carbonetos de cromo em contorno de grão. Com isso, diminui a porcentagem de Cr livre que poderia se unir ao oxigênio para a formação da capa de óxido de cromo. Como consequência, não há a precipitação da capa protetora. Além disso, o aço se torna sem defesa na zona afetada e sujeito a ser corroído nas bordas intergranulares.



Existem três formas de prevenir esse tipo de corrosão. São elas:

- Tratar termicamente o aço inoxidável depois de soldado a uma temperatura de austenitização por volta de 1.050 °C (com resfriamento rápido).
- Ligar o aço a elementos com maior afinidade pelo carbono do que pelo cromo.
   Esses elementos são o nióbio e o titânio.
- Reduzir o teor de carbono a limites inferiores ao de solubilidade com o cromo. Esse limite oscila ao redor de 0,03%.

Dessa forma, nascerão os aços inoxidáveis conhecidos como ELC (Extra Low Carbon), e que correspondem às ligas AISI-304, L-316 e L-317 L.

# **CORROSÃO ALVEOLAR**

A corrosão alveolar é um ataque localizado com origem na presença de soluções e sais halógenos. Conhecido, também, como pitting, é produzido pela localização de íons halógenos em zona onde a capa passivadora ou protetora tenha sido "danificada". Como consequência, haverá a formação de um par eletroquímico entre a superfície intacta do metal (cátodo) e a superfície pontual onde se alojou o halógeno (ânodo).

A intensidade de corrente será inversamente proporcional à superfície anódica. Por ser pontual, tal intensidade será muito elevada, com a corrosão avançando rapidamente e destruindo o metal por perfuração.

A fim de aumentar o potencial *pitting*, são utilizadas ligas com o maior conteúdo de molibidênio (como o AISI-317 e o ALLOY-B6). Assim, garante-se que quanto maior for a quantidade de molibdênio na liga, menos sujeita ela estará à corrosão alveolar.

### **CORROSÃO SOB TENSÃO**

É a mais "desagradável" de todos os tipos de corrosão. Ocorre em todas as ligas, mas tem poucos agentes causadores específicos. São desconhecidas as origens exatas dessa corrosão sob tensão. Porém, em todos os casos, verifica-se a presença de três parâmetros. São eles:

- Tensões de tração no metal.
- Temperatura do metal superior a 70 °C.
- Presença de cloreto na solução circundante.

Essa corrosão se revela na forma de fissuras transcristalinas que se propagam em modo arborescente. A maneira de se evitar a corrosão é o tratamento térmico das peças ou dos equipamentos de aços inoxidáveis autênticos ou a utilização de novas ligas, caracterizadas pela dupla matriz metalográfica austenoferrítica. É o caso da liga ASTM-A-669.

#### **CORROSÃO EM FRESTAS**

Forma específica de ataque local presente nos pequenos espaços livres entre as paredes dos materiais em contato, de onde o líquido flui com dificuldade, provocando um decréscimo na concentração de oxigênio. Tal ocorrência faz que a capa passiva não se regenere adequadamente, com exposição do metal aos ataques corrosivos do meio.



A corrosão em frestas ocorre, por exemplo, em juntas e flanges. Pode ser encontrada, também, em areia ou impurezas depositadas sobre a superfície do aço e em pontos de contato entre o aço e materiais não metálicos, como madeira, plástico e borracha. Para que seja evitado esse tipo de corrosão, o aconselhável é a utilização de aços com maior teor de molibdênio, como o AISI-317.

# CORROSÃO POR EROSÃO

Esse tipo de ataque tem lugar quando o material está exposto, simultaneamente, à corrosão e à abrasão.

A perda de espessura no material será maior do que se agir somente em uma delas. Isso decorre do fato de que a capa passiva é continuamente reduzida, ficando com a capa subjacente do aço ativa e exposta ao meio agressivo.

A corrosão ocorre em materiais por onde circulam soluções, como válvulas-bombas, hélices e agitadores. O efeito da corrosão-erosão será mais forte se as soluções contiverem partículas de areia, lodo ou bolhas de gás, e se a velocidade do fluído for elevada.

A corrosão poderá ser evitada ou controlada com a redução da turbulência e/ou da velocidade do fluxo, ou pelo uso de aços com maior dureza superficial – geralmente, os do tipo AISI-316 LN e AISI-304 LN.

### **CORROSÃO GALVÂNICA**

Essa corrosão acontece quando entram em contato 2 metais com diferentes potenciais eletrolíticos. A formação dos pares galvânicos e o aumento ou diminuição da corrosão dependerão da corrosão dos elementos na escala eletrolítica de potências de oxirredução "potenciais redox".

O efeito galvânico só aparece quando a diferença de potencial entre os metais excede 0.03V. Os aços comuns de 18/8 ou 18/8Mo, em geral, não mostram incremento de corrosão por contato com cobre ou ligas de cobre. Os diferentes aços podem se "contatar", sem que aumente a corrosão do metal menos nobre. Para que isso não aconteça, os aços deverão estar em estado passivo.

Para a eliminação dos riscos desse tipo de corrosão, a superfície de contato dos aços deverá ser isolada. O efeito do ataque, poderá ser diminuído pelo contato com uma grande superfície do metal menos nobre e uma superfície pequena do metal mais nobre.

Como já foi mencionado, o ataque pitting é produzido a partir da localização de íons alógenos em zonas onde a capa passivadora ou protetora tiver sido "danificada". Como consequência, forma-se um par eletroquímico entre a superfície intacta do metal (cátodo) e a superfície pontual onde se alojou o alógeno (ânodo).

A fim de aumentar o potencial do pitting, deverão ser utilizadas ligas com maior conteúdo de molibdênio, como o AISI-317E o Alloy B6, assegurando-se que, quanto maior for a quantidade de molibdênio na liga, menos sujeita a liga estará à corrosão alveolar.



# PROCESSO DE FABRICAÇÃO DAS TUBULAÇÕES EM INOX

# **TUBOS E CONEXÕES SCHEDULE**

As conexões tubulares de aço inox padrão Schedule são empregadas em indústrias e projetos que necessitam de resistência química e durabilidade (como redes de produtos químicos, vapor, água e esgoto).

São fabricadas a partir do tubo inox de diâmetro nominal (Schedule), com exceção das pestanas curtas e das conexões de grandes diâmetros, que são feitas de chapa de aço inoxidável conformada.

TUBOS I	TUBOS DE AÇO INOXIDÁVEL - PADRÃO SCHEDULE										
	Espessura da parede (mm) / Peso por metro (kg/m)										
Diâm	netro	SCH	5s	SCH10s		SCH 40s		SCH 80s		SCH 160s	
Nominal	Externo	Parede	Peso	Parede	Peso	Parede	Peso	Parede	Peso	Parede	Peso
1/8"	10,29	-	-	1,24	0,28	1,73	0,37	2,41	0,47	-	-
1/4"	13,72	-	-	1,65	0,49	2,24	0,63	3,02	0,8	3,3	0,82
3/8"	17,15	-	-	1,65	0,63	2,31	0,85	3,2	1,1	4,75	1,56
1/2"	21,34	1,65	0,8	2,11	1	2,77	1,27	3,73	1,62	4,78	1,95
3/4"	26,67	1,65	1,02	2,11	1,28	2,87	1,68	2,91	2,19	5,56	2,89
1"	33,4	1,65	1,29	2,77	2,09	3,38	2,5	4,55	3,24	6,36	4,23
1.1/4"	42,16	1,65	1,65	2,77	2,69	3,56	3,39	4,85	4,26	6,35	5,6
1.1/2"	40,26	1,65	1,9	2,77	3,11	3,6	4,05	5,08	5,41	7,14	7,23
2"	60,33	1,65	2,39	2,77	3,93	3,91	5,44	5,54	7,48	8,74	11,1
2.1/2"	73,03	2,11	3,69	3,05	5,26	5,16	8,64	7,01	11,41	9,52	14,9
3"	88,9	2,11	4,52	3,05	6,46	5,49	11,29	7,62	15,27	11,13	21,31
3.1/2"	101,6	2,11	5,18	3,05	7,41	5,74	13,57	8,08	18,63	-	-
4"	114,3	2,11	5,84	3,05	8,37	6,02	16,07	8,56	22,32	13,49	33,49
5"	141,3	2,77	9,46	3,4	11,56	6,55	21,76	9,53	30,97	15,88	49,01
6"	168,28	2,77	11,31	3,4	13,82	7,11	28,26	10,97	42,55	18,26	67,48
8"	219,08	2,77	14,78	3,76	19,96	8,18	42,54	12,7	64,63	23,01	111,14
10"	272,05	3,4	22,61	4,19	27,78	9,27	60,3	12,7	81,53	28,57	172,07
12"	323,85	3,96	31,24	4,57	35,98	9,53	73,87	12,7	97,44	33,32	238,49



#### **TUBOS E CONEXÕES OD**

As conexões e as válvulas de aço inox sanitárias são empregadas nas indústrias alimentícias e farmacêuticas e em *grids* de aeração para o tratamento de esgoto (onde o fluido não pode sofrer contaminações por agentes externos). As curvas, os TÊs e as reduções são fabricadas a partir do tubo OD inox. As válvulas, as uniões e abraçadeiras são de aço inox microfundido.

TUBOS DE AÇO INOXIDÁVEL - PADRÃO OD							
Diâmetro Externo		Espessura da parede / Peso por metro (kg/m)					
Polegada	mm	1,00 mm	1,20 mm	1,50 mm	2,00 mm	2,5 mm	3,00 mm
1/2"	12,70	0,29	0,34	0,41	-	-	-
5/8"	15,87	0,37	0,44	0,54	0,69	-	-
3/4"	19,05	0,45	0,53	0,65	0,84	-	-
7/8"	22,22	0,53	0,63	0,78	1,02	-	-
1"	25,40	0,60	0,72	0,88	1,15	1,41	1,68
1.1/4"	31,75	0,76	0,90	1,12	1,47	1,80	2,16
1.1/2"	38,10	0,91	1,09	1,35	1,78	2,19	2,60
2"	50,80	1,23	1,47	1,82	2,41	2,98	3,54
2.1/2"	63,50	1,54	1,84	2,29	3,03	3,76	4,48
3"	76,20	1,85	2,22	2,76	3,66	4,54	5,42
4"	101,60	-	2,97	3,70	4,91	6,11	7,29
5"	127,00	-	-	4,79	6,16	7,68	9,17
6"	152,40	-	-	5,75	7,42	9,24	11,05
8"	203,20	-	-	-	9,92	12,37	14,81
10"	254,00	-	-	-	12,43	15,50	18,57
12"	304,80	-	-	-	14,93	18,64	22,33
10"	272,05	3,4	22,61	4,19	27,78	9,27	60,3
12"	323,85	3,96	31,24	4,57	35,98	9,53	73,87

#### **TUBOS CALANDRADOS**

São fabricados de chapa de aço inox de acordo com as espessuras Schedule e O.D ou definidas em projeto. São calandrados e soldados de forma longitudinal e concêntrica pelo processo TIG, e nas dimensões das normas ANSI-B36.19 e ANSI-B36.10. O processo TIG é aquele no qual o arco salta entre a peça e um eléctrodo de tungstênio não consumível.

Na soldagem do aço inoxidável por tal processo, o eléctrodo de tungstênio é constituído por uma liga de metal com tório. O argônio é fornecido por meio do suporte do eléctrodo, e o gás de proteção argônio a 99,9%, protege da atmosfera a zona soldada, possibilitando a formação de um cordão isento de óxido. O avanço do arame de enchimento é feito pelo lado, de forma manual ou automática.



Os cordões de solda internos e externos são reduzidos ao mínimo. Os tubos são entregues (conforme a solicitação e a necessidade) decapados, sem recozimento, com extremidades faceadas, em medidas de fabricação acima de 4" D.E., em barras de 6.000 mm de comprimento. Também podem ser fornecidos com comprimentos unitários de 1 m e 2 m ou com costuras circunferenciais em barras de 6 m ou mais gomados. Testes físicos ou químicos deverão ser realizados conforme as normas ASTM A-269, ASTM A-409 e ASTM A-358 (ou outras, sob consulta).

# **TESTES PARA TUBULAÇÕES EM INOX**

# TESTES HIDROSTÁTICOS EM PEÇAS ESPECIAIS

Tubos que darão origem às peças especiais terão de ser testados hidrostaticamente. A pressão de teste deverá ser 150% da maior pressão correspondente à espessura do projeto e definida pela área de Fiscalização. A pressão deverá ser mantida até que sejam examinadas todas as soldas executadas, e em tempo não inferior a 5 min.

Se não tiver condições de realizar o teste hidrostático nos tubos que darão origem às peças especiais, o fornecedor poderá substituir a atividade por radiografias em toda a extensão das soldas (100%), assumindo todas as despesas.

#### **TESTES ULTRASSÔNICOS**

Todas as juntas soldadas de tubos e peças especiais deverão ser submetidas a exames de ultrassom ou pelos métodos de rádio ou gamagrafia, a critério do fabricante.

#### **TESTES RADIOGRÁFICOS**

Caso a opção seja pelos exames radiográficos (raio-x ou gamagrafia), o fabricante deverá proceder de acordo com o que vem indicado a seguir.

- Para tubos de 6 m a 12 m de comprimento nominal, serão radiografados as extremidades e os cruzamentos de solda.
- Para os tubos de 6 m de comprimento nominal, quando não houver cruzamentos de solda, deverão ser feitas radiografados das extremidades e de um ponto adicional escolhido pela inspeção da Fiscalização.
- Para os tubos de 12 m de comprimento nominal, quando não houver cruzamentos de solda, deverão ser feitas radiografadas das extremidades e de mais quatro pontos adicionais escolhidos pela inspeção da Fiscalização. As radiografais terão de ser executadas segundo a técnica indicada no Código ASME (seção VIII).

Não serão aceitas radiografias executadas com filme medicinal ou que contenham marcas d'água, emendas, escorrimentos ou defeitos que dificultem o julgamento da qualidade da junta soldada.

O critério de aceitação das juntas soldadas e radiografadas será aquele indicado pela norma AWWA D-100. Quando a radiografia de extremidade do tubo for rejeitada, será tirada uma adicional adjacente, com sobreposição de 1/3 da radiografia original (quando o defeito estiver nesse terço). Já quando uma radiografia de posição intermediária for rejeitada, serão tiradas duas adicionais, com sobreposição de 1/3 da radiografia original, nos casos em que o defeito estiver nos terços extremos.



Se o defeito estiver no terço central da radiografia original, as duas novas deverão ser tiradas sem sobreposição. Caso uma das novas radiografias também seja rejeitada, será tirada outra adjacente e, assim, sucessivamente, até que se determine a extensão do defeito. Todos os pontos radiografados e rejeitados deverão ser reparados e novamente radiografados.

As soldas do topo cujas peças não puderem ser testadas hidrostaticamente deverão ser radiografadas em toda a extensão (100%). O critério de aceitação das radiografias das juntas soldadas será o da norma AWWA D-100.

# Observação

Os resultados dos testes radiográficos e o dos testes ultrassônicos serão, individualmente, critérios independentes para a aceitação ou a rejeição das juntas soldadas. Ou seja: nada impedirá que uma junta já aprovada pelo teste ultrassônico seja rejeitada pelo teste radiográfico (ou vice-versa).

### **TESTE PNEUMÁTICO**

Os espaços vazios entre as chapas de reforço e o tubo principal das peças especiais, bem como entre a camisa e o tubo principal, deverão ser submetidos a teste pneumático para a verificação da estanqueidade das soldas, com pressão mínima de 80 psi (5,7 kg/cm²).

# TESTES DE MATÉRIAS-PRIMAS

Para toda a matéria-prima incorporada, o fornecedor deverá apresentar à Fiscalização certificados de análises comprovando que a qualidade é exigida pelas normas e especificações citadas.

O fornecedor deverá ter uma maneira segura de comprovar a correspondência biunívoca entre cada lote de matéria-prima e o respectivo certificado de qualidade. Não serão aceitos certificados cuja correspondência com o respectivo lote de matéria-prima não puder ser devidamente comprovada. Serão aceitos certificados emitidos pelas usinas produtoras ou entidades oficiais ou laboratório do fornecedor, desde que a retirada dos corpos de prova seja efetuada e identificada na presença de inspetores da Fiscalização

# **TESTE DA TUBULAÇÃO**

Antes dos revestimentos interno e externo, cada tubo de aço deverá ser verificado hidrostaticamente à pressão especificada no teste das peças especiais. Caso o tubo esteja sob pressão, após a eliminação de todas as bolhas de ar, as soldas deverão ser inspecionadas, com a marcação das partes com vazamento.

Os tubos que apresentarem vazamento no teste deverão ser reparados nos pontos assinalados e submetidos, obrigatoriamente, a novo teste hidrostático. Também terão de ser, novamente, testados por radiografia ou gamagrafia. O custo da operação será de responsabilidade do fabricante.



#### **DILIGENCIAMENTO**

Todo o trabalho estará sujeito a diligenciamento, à inspeção, ao acompanhamento e a testes para aprovação da Fiscalização, de acordo com as especificações e as normas aqui citadas. A Fiscalização terá acesso livre a todos os lugares de fábrica ligados à produção e à estocagem de matérias-primas e dos itens acabados (inclusive, dos fornecedores subcontratados) para inspeção (em todos os estágios) dos equipamentos utilizados, das operações e dos controles de qualidade.

O fornecedor avisará por escrito à Fiscalização, com a devida antecedência, o início da fabricação ou da produção de tubos. A omissão em informar os materiais a serem inspecionados no local de produção não limitará o direito da Fiscalização de examiná-los nesse local. O fornecedor dará à Fiscalização todas as facilidades de segurança e conveniência na inspeção e nos testes, em todos os momentos e locais.

A inspeção (ou a falta dela) de qualquer parte do trabalho e a presença (ou ausência) da Fiscalização durante qualquer parte do trabalho não serão motivo de cancelamento dos requisitos das especificações e nem de isenção do fornecedor em relação às suas obrigações.

Os trabalhos e os materiais defeituosos poderão ser rejeitados, tenham sido (ou não) inspecionados previamente pela Fiscalização, mesmo de acordo com as especificações de inspeção anterior. A inspeção e o acompanhamento do trabalho poderão ser realizados pela Fiscalização ou por um preposto devidamente autorizado.

#### TRANSPORTE E MANUSEIO

Os tubos e as peças especiais, de grande diâmetro, serão entregues com escoramento interno (estroncas de madeira) e deverão ser, após revestidos, devolvidos nas mesmas condições. Os tubos e peças transportados deverão ficar apoiados sobre berços de madeira revestidos com lençol de borracha ou outros materiais adequados, numa largura não inferior a 10 cm e numa espessura de 15 mm, com raio de curvatura igual ao dos tubos ou das peças especiais.

A superfície de contato entre o berço e a peça deverá ser aquela gerada ao longo de um arco de pelo menos 120°. Os tubos e peças deverão ser manuseados pelas extremidades não revestidas com o uso de patolas com superfície de contato curvadas, com raio igual ao do tubo ou da peça e num arco mínimo de 15°, ou por meio de correias, conforme especificação da AWWA C-203.

# **RESPONSABILIDADE**

Os serviços de revestimento deverão ser executados por empresa especializada e previamente qualificada pela Fiscalização. A fornecedora garantirá os serviços executados, bem como a exata conformidade e a procedência dos materiais aplicados. A fornecedora receberá os tubos e as peças especiais nos locais indicados pela Fiscalização, assumindo a responsabilidade pelos materiais. Ela deverá, também, tomar as providencias necessárias para a execução dos serviços no local designado pela Fiscalização, como movimentação, carga, transporte, descarga e armazenamento dos tubos e das peças especiais.



Caso execute o revestimento e se ocupe, também, do transporte (por conta próprio ou por terceiros), o fabricante da tubulação permanecerá com as responsabilidades e obrigações permanecerão até a conclusão dos serviços de revestimento e a entrega aos locais designados pela Fiscalização. Nesse momento, caso seja necessário, haverá o retoque nos pontos onde o revestimento tiver sido danificado.

A fornecedora (ou o fabricante, se for o caso) será responsável por qualquer dano causado aos tubos e às peças especiais. Para a atividade de transporte, deverá ser providenciado seguro para cobrir todas as fases (movimentação, descarga e estocagem em área designada pela Fiscalização).



2

MONTAGEM DE BARRILETE



# 2.1 OBJETIVO

Este capítulo visa definir as exigências mínimas da Iguá Saneamento em relação às características técnicas e as orientações para projetar e implementar barriletes e tubulações de interligação entre máquinas, válvulas e bombas, como forma de evitar problemas futuros de manutenção.

# 2.2. CONDIÇÕES DE FORNECIMENTO

O escopo do fornecimento será solicitado pelas unidades da Iguá Saneamento de acordo com suas necessidades, tendo como base as premissas e as diretrizes técnicas deste documento.

# 2.3 CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS

As características especificas das tubulações e das conexões que compõem os barriletes estão relacionadas à Especificação Técnica de tubulação industrial contemplada no Manual de Engenharia da Iguá Saneamento, assim como as condições de operação do fluido e as características de operação hidráulica do projeto, conforme se poderá ver a seguir.

# **VAZÃO DE TRABALHO**

A vazão do fluido conduzido pelas tubulações e conexões deverá ser informada por meio das seguintes unidades:

- m³/h (metro cúbico por hora).
- I/s (litros por segundo).

# PRESSÃO DE TRABALHO

A pressão necessária do fluido a ser conduzido pelas tubulações e conexões deverá ser informada por meio das seguintes unidades:

- m.c.a. (metros de coluna d´água).
- bar.
- kgf/cm<sup>2</sup>.
- Psi.

#### TEMPERATURA DO FLUÍDO TRANSPORTADO

A informação da temperatura do fluído a ser conduzido deverá ser em °C.

#### VISCOSIDADE DO PRODUTO TRANSPORTADO

A viscosidade do fluido a ser conduzido deverá ser informada em Poise, g/ (cm.s).

# **DENSIDADE DO PRODUTO TRANSPORTADO**

A densidade do fluido a ser conduzido deverá ser informada em g/cm3 ou kg/m3. Os principais fluidos são os seguintes:

- Água bruta.
- Água potável.



- Esgoto bruto.
- Efluente tratado.

#### **TIPO DE FLUIDO**

Os fluidos principais a serem armazenados nos reservatórios poderão ser divididos em 2 grupos, conforme se pode ver a seguir:

- Água bruta/tratada Compreende a gama de fluidos correlatos à água de serviços, à água bruta, à água clarificada, à água filtrada e a similares. É caracterizada pelo baixo potencial de ataque químico.
- Esgoto/efluente As características apresentadas são de alto teor de sólidos e contaminantes, assim como de maior capacidade de ataque químico em relação à água tratada.

# PRODUTOS QUÍMICOS

São caracterizados pelo alto teor de ataque químico, assim como pelos diferentes percentuais de concentração e utilização.

# CAPACIDADE OU VOLUME DE RESERVAÇÃO

A capacidade de reservação necessária para a seleção do reservatório a ser especificado deverá ser informada nas seguintes unidades:

- m³ (metro cúbico).
- I/s (litros por segundo).

# TEMPERATURA DO FLUÍDO

A temperatura do fluído a ser armazenado deverá ser informada em °C.

# **DENSIDADE DO PRODUTO**

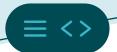
A densidade do fluido deverá ser informada em g/cm³ ou kg/m³.

# 2.4 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

Os barriletes deverão ser projetados com a previsão das necessidades de manutenção futura e a possibilidade de substituição de componentes, como válvulas e bombas, sem haver a necessidade de cortes em tubulações ou a quebra de estruturas de apoio e/ou de ancoragem. O estudo deverá ser feito pela empresa projetista do sistema a ser construído e validado pelo setor de Engenharia da Iguá Saneamento.

# 2.4.1 Componentes montados entre flanges

Na presença de elementos montados entre flanges, como válvulas de bloqueio, válvulas de retenção, medidores de vazão e bombas bipartidas, deverão ser previstos, na tubulação, elementos que possibilitem, sem grande dificuldade, o afastamento entre os flanges e a retirada dos componentes, como juntas de desmontagem, curvas flangeadas e carreteis de desmontagem (tubulação flangeada nas extremidades).



O projeto do barrilete deverá considerar os elementos de sustentação (suportes de tubulação, blocos de apoio ou blocos de ancoragem), as distâncias entre os componentes, os comprimentos-padrões dos tubos a serem aplicados, os acessos para a manutenção e as necessidades dos sistemas de içamento para a manutenção dos elementos ou a troca de itens moveis.

Sempre que possível, deverão ser aplicados, ao lado dos elementos passiveis de manutenção periódica, tubos retos que possam ser ajustados (cortados ou substituídos), possibilitando assim a aplicação, no barrilete, de componentes de diversos fabricantes com diferenças dimensionais de montagem.

# 2.4.2 Válvula de retenção

As válvulas de retenção deverão ser instaladas associadas a válvulas de bloqueio a jusante do fluxo, de forma a possibilitar a manutenção da válvula de retenção sem a necessidade esvaziamento da linha de recalque. É importante ressaltar que as válvulas de retenção serão os componentes que mais necessitarão de manutenção, na comparação com as válvulas de bloqueio, por exemplo.

Some-se a isso, o fato de que essas válvulas nem sempre seguirão um padrão de medida "face a face" (extremidades), tornando necessária, em muitos casos, a substituição ou a adaptação dos elementos do barrilete para a correção de possíveis diferenças dimensionais entre componentes. Válvulas de retenção em montagem entre flanges (montagem Waffer) não têm acessos fáceis para manutenção, o que torna necessária a retirada do elemento da tubulação para a realização de trocas e correções.

# 2.4.3 Medidores de vazão

Os medidores de vazão deverão ser instalados conforme as orientações do fabricante, o que irá garantir a correta medição da vazão, destinando-se a ela uma quantidade de dimensões (antes e depois) correspondentes ao diâmetro da linha de instalação para que se assegure um fluxo regular à correta medição.

A posição de instalação do medidor de vazão deverá ser definida em projeto, para que o tubo fique 100% cheio de água, evitando-se, assim, erros de medição. Tais problemas poderão ser evitados com a instalação dos medidores associados a sifões e a ventosas estrategicamente posicionadas, com aplicação em tubos verticais de fluxo ascendente ou em tubos afogados, por exemplo.

Sempre que o medidor de vazão estiver instalado em local com risco de submersão, o elemento aplicado deverá ter grau de proteção mínimo IP 67, com o conversor colocados em local abrigado, preferencialmente, dentro de um painel elétrico.

# 2.4.4 Junta de desmontagem

As juntas de desmontagem deverão ser utilizadas em locais com elementos próximos, para o caso de haver a necessidade de substituição ou manutenção. Esses elementos possibilitarão a desmontagem e a remontagem dos elementos do barrilete de forma fácil. Sua aplicação deverá levar em consideração as limitações dos elementos, conforme a orientação do fabricante, como pressão e temperatura



máxima de trabalho, tipo de extremidades (flanges em ambas as extremidades, ponta-ponta e flange-ponta), material dos tubos e amplitude de regulagem do elemento, entre outras características.

As juntas selecionadas entre modelos como Junta Dresser, Junta Gibault, Junta Travada Axial, Junta de Expansão de Borracha, Junta de Expansão Metálica e Junta de Dilatação ou Desalinhamento serão quantificadas e especificadas no projeto de tubulação e aprovadas pela Iguá Saneamento.

Os blocos de ancoragem, de apoio ou de suporte do barrilete deverão ser definidos em local adequado, para não prejudicar a funcionalidade da junta de desmontagem e causar interferências nos demais itens da montagem, como válvulas, derivações e instrumentos.

# **REDUÇÃO**

As reduções presentes na sucção de bombas deverão ser dos tipos Excêntrica, montadas para impedir o acúmulo de ar dentro da tubulação (com a montagem da maior dimensão da redução para baixo e a parte plana tangenciando o topo da tubulação se sucção). A aplicação de redução em linha de esgoto com a possibilidade de obstrução por detritos, caso seja necessária, deverá estar prevista no projeto de acesso para a desmontagem e a desobstrução no local da instalação.

#### **BOMBAS**

As bombas deverão possuir válvulas de bloqueio e/ou elementos visando possibilitar a desmontagem e a retirada do equipamento para manutenção, preferencialmente, sem ocorrer uma parada de processo.

As bombas centrifugas montadas deverão ter válvulas de bloqueio na tubulação de sucção e recalque, possibilitando, assim, a obstrução do fluido e a remoção do equipamento para a manutenção. Também deverão estar previstos, na casa de bombas, sistemas de drenagem para o escoamento do líquido que vaza pelo selo mecânico ou pela gaxeta.

As bombas com conexões roscadas deverão ter elementos de desmontagem como uniões ou flanges próximos, para possibilitar a retirada do equipamento para manutenção. A falta desses elementos tornará necessário o corte dos tubos ou levará à desmontagem de todo o barrilete da bomba (para acesso ao equipamento).

#### **VÁLVULAS VENTOSAS**

As válvulas ventosas terão de ser aplicadas em todos os locais que possam acumular ar ou gases. Elas deverão possuir válvula de bloqueio a montante para possibilitar a manutenção ou a substituição do componente com a linha em carga.

O dimensionamento da ventosa deverá considerar a vazão de escape e a admissão de ar da tubulação, as pressões de trabalho e a velocidade de abertura e fechamento, entre outras características definidas em projeto, e a ser aprovado pela Iguá Saneamento.

# **CAIXAS ENTERRADAS**

Barriletes instalados em caixas enterradas (abaixo do nível do solo) devem ter, além dos elementos de desmontagem, um sistema de drenagem no fundo da caixa, com o devido caimento para se evitar o acúmulo de líquido no interior.



Caso o lençol freático local seja elevado, deverá ser previsto um poço com bomba de drenagem próximo da caixa, para que haja o rebaixamento do lençol, ou a elevação do barrilete.

Componentes eletrônicos dispostos dentro dessas caixas enterradas, como medidores de vazão, atuadores elétricos e sensores de pressão, deverão ter grau de proteção próprio para submergência, IP67 ou superior, conforme necessidade.

# ABRAÇADEIRAS METÁLICAS TIPO STRAUB

As abraçadeiras metálicas do tipo Straub não deverão ser utilizadas para a correção de desalinhamentos entre tubulações. A aplicação deverá ocorrer apenas em casos de manutenção corretiva de pontos de desmontagem não previstos para o acesso e a manutenção dos elementos do barrilete ou para reparos provisórios, como avarias nas tubulações.

Em locais de possíveis deslocamentos dos tubos, deverão ser utilizadas, preferencialmente, juntas metálicas com sistema de travamento do tipo gripp. A aplicação desses elementos em tubos plásticos deverá ocorrer por meio de dispositivos internos dos tubos que impeçam a sua deformação.



# 3

# PROCESSOS DE SOLDAGEM



# 3.1 OBJETIVO

Este capítulo foi desenvolvido com objetivo de elaborar um manual de referências de soldagem e suas técnicas a fim de conferir padronização e qualidade aos empreendimentos do grupo Iguá Saneamento em obras executadas por equipe própria e/ou fornecedores.

# 3.2 PRINCIPAIS PROCESSOS DE SOLDAGEM APLICADOS NA INDÚSTRIA

- Soldagem orbital (tubos em aço inox).
- Processo de soldagem por arame tubular MIG/MAG.
- Processo MIG/MAG.
- Processo TIG.
- Processo oxicombustível.

# 3.2.1 Processo orbital

A soldagem orbital é um processo especial utilizado para unir, preferencialmente, por fusão, apenas (soldagem autógena), tubos e conectores de parede fina (em geral, de ligas inoxidáveis e ferrosas). Esse processo é usado, principalmente, para tubos OD (Outside Diameter) de diâmetros não maiores do que 12" e para aplicações nas quais é importante a elevada pureza dos fluidos processados.

A atividade é, basicamente, uma variação do processo de soldagem TIG, na qual uma tocha com eletrodo não consumível de tungstênio mantém o arco elétrico constante enquanto injeta, na poça de fusão, o gás inerte de proteção. Sua "cabeça" giratória contém a tocha TIG, que é fixada ao redor da junta (tubo) a ser soldada. Entre a "cabeça" e o próprio tubo, forma-se uma câmara para o gás inerte de proteção e para o arco elétrico e gira ou "orbita" ao redor da solda. A polaridade será sempre direta com fontes elétricas (da ordem de 100 a 150 amperes).

Em geral, o gás inerte usado é o argônio, embora misturas com hélio e nitrogênio também sejam utilizadas em aplicações específicas.

# APLICAÇÕES DO PROCESSO ORBITAL

O processo é empregado na indústria de tubulações, incluídos os tubos de paredes finas, como a tubulação (O.D.), de semicondutores, biofarmacêutica, de alimentos, de laticínios e de grids de aeração e insuflamento de ar ou de reatores com baixas pressões agregadas (até uma atmosfera).



Processo solda orbital



Cordão de solda orbital



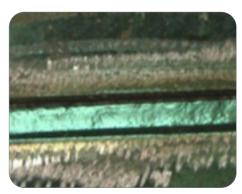
# 3.2.2 Processo de soldagem de arame tubular

A soldagem por fios fluxados é um processo por fusão, no qual o calor necessário à ligação das partes é fornecido por um arco elétrico estabelecido entre a peça e um fio alimentado continuamente.

É semelhante ao processo MIG/MAG, mas com a diferença de ter um fio tubular que possui, no seu interior, um fluxo composto por materiais inorgânicos e metálicos com várias funções, entre ela, a melhoria das características do arco elétrico, a transferência do metal de solda, a proteção do banho de fusão e, em alguns casos, a adição de elementos de liga, além de atuar como formador de escória.



Processo de soldagem de arame tubular



Cordão soldagem de arame tubular

Esse processo tem, basicamente, duas variantes. São elas:

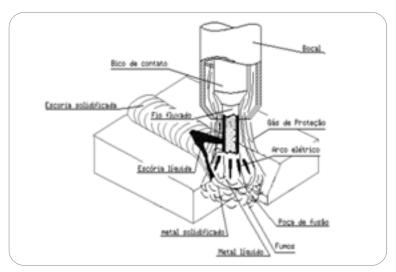
### FIOS FLUXADOS COM PROTEÇÃO GASOSA

Na soldagem por fios fluxados com proteção gasosa, a queima e a vaporização do revestimento proporcionam a estabilização do arco elétrico, bem como a melhoria das características do metal depositado. No entanto, como a quantidade de revestimento é pequena, a queima não permite que se obtenha o volume necessário de gases para a proteção global do banho de fusão, sendo necessária a utilização de uma proteção adicional de gás. Esse gás poderá ser do tipo inerte (argônio e hélio), do tipo ativo (dióxido de carbono) ou se caracterizar por uma mistura de elementos.

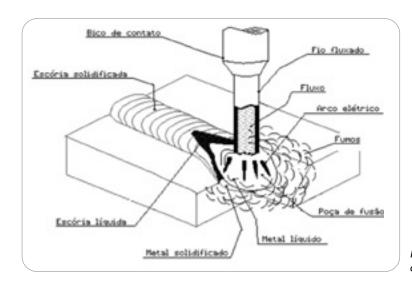
# FIOS FLUXADOS AUTOPROTEGIDOS

Os fios fluxados autoprotegidos têm uma quantidade maior de fluxo, o que proporciona, durante a sua queima, uma produção de gases e fumos suficiente para atuação nas características de fusão já mencionadas e na proteção global da poça de fusão durante a soldagem.





Processo fluxado com proteção gasosa



Processo fluxado autoprotegido

# 3.2.3 Processo MIG/MAG

A soldagem a arco, com eletrodos fusíveis sobre proteção gasosa, é conhecida pelos seguintes nomes:

- MIG Para quando a proteção gasosa utilizada for constituída de gás inerte, ou seja, de gás, normalmente, monoatômico como argônio ou hélio, e que não tem nenhuma atividade física com a poça de fusão.
- MAG Para quando a proteção gasosa é feita com gás ativo, ou seja, um gás que interage com a poça de fusão, normalmente CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono).

Os dois processos são diferentes entre eles, unicamente, pelo gás que utilizam, uma vez que seus componentes são os mesmos. A simples mudança do gás, por sua vez, será responsável por diversas alterações no comportamento das soldagens. Os gases nobres (processo MIG) são preferidos por razões metalúrgicas, enquanto o CO<sub>2</sub> puro é preferido por razões econômicas.



As principais vantagens da soldagem MIG/MAG são as seguintes: alta taxa de deposição e alto fator de trabalho do soldador, grande versatilidade quanto ao tipo de material e de espessuras aplicáveis, não existência de fluxos de soldagem (consequentemente, com ausência de operações de remoção de escória) e exigência de menor habilidade do soldador, na comparação com a soldagem com eletrodos revestidos.

O eletrodo é alimentado continuamente, o que evita a perda de arame e oferece versatilidade em relação ao tipo de material e à espessura de soldagem. Isso possibilita que a penetração seja mais uniforme (na comparação com o processo de eletrodo revestido) e a diluição seja controlada durante o processo.

# PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO DO PROCESSO MIG/MAG

- Espessura da chapa a ser soldada Chapas menores do que 6 mm de espessura utilizam, geralmente, arames de 0,8 mm a 1 mm de diâmetro.
- Potência do equipamento de solda Uma fonte de energia de 200 amperes não deverá utilizar arame de 1,2 mm. Recomenda-se o uso de diâmetros entre 0, 6 mm e 1 mm. Para trabalhos que necessitem de alto fator de trabalho, a opção deverá ser por fontes de energia acima de 300 amperes. Posição de solda/soldas fora de posição pedem, geralmente, diâmetros de 0,9 mm a 1 mm, considerando-se, também, a espessura da chapa.

PARÂMETROS DO PROCESSO MIG/MAG					
Diâmetro do Arame (mm)	Faixa de corrente (A)	Faixa de velocidade de alimentação do arame (m/min)			
0,8	60 - 160	0,9 - 10,4			
0,9	80 - 200	1 - 11,4			
1,2	120 - 230	1,8 - 7,2			

# APLICAÇÕES DO PROCESSO MIG/MAG E SUAS VANTAGENS

O procedimento é excelente na fabricação de componentes e estruturas, na fabricação de equipamentos de médio e grande portes, em tanques de grandes dimensões, na manutenção de equipamentos e peças metálicas, na recuperação de peças desgastadas e em revestimentos de superfícies metálicas com materiais especiais.



Processo MIG/MAG em tanque de armazenamento







Processo MIG/MAG (esquemático)

Cordão MIG/MAG

# 3.2.4 Processo TIG

O processo de soldagem TIG (Tungstênio Inert Gás) consiste no uso de arco elétrico, numa atmosfera de gás inerte, entre um eletrodo refratário de tungstênio e a peça a ser soldada.

Pode ser utilizado sem ou com material de adição, conforme se pode ver a seguir:

- Sem o uso de material de adição O calor do arco é aplicado de forma a fundir as bordas das peças que estão em contato (as quais se unirão quando a poça de fusão se solidificar).
- Com o uso de material de adição São aquecidas as bordas da junta com o arco até sua fusão. Adiciona-se material conforme a necessidade. Esse material é depositado manualmente ou automaticamente no processo automatizado. O material de adição poderá ser, igualmente, depositado sobre superfícies. Como nas situações de união e enchimento, a distorção é muito menor do que em outros processos.

O processo torna possível a fusão de uma ampla gama de metais, o que inclui todos os materiais usados industrialmente. A versatilidade do processo e a constante visibilidade da poça de fusão por ele proporcionada simplificam a soldagem, o controle e a inspeção da solda.

Devido à cortina de gás inerte, as soldas são completamente protegidas da atmosfera ambiente. Isso produz soldas mais resistentes, mais dúcteis e mais resistentes à corrosão do que aquelas realizadas por outros processos de soldagem.

TIG é um processo considerado de baixa produtividade quando comparado com processos como MIG/MAG, arame tubular ou eletrodo revestido, por exemplo. Isso se dá porque ele opera em baixa velocidade e, quando é necessária a deposição de consumível (como vareta ou arame), apresenta baixa razão de depósito.

Para a soldagem dos aços-carbonos, inoxidável, aços ferramenta, titânio, cobre e ligas especiais, é utilizada a corrente contínua, por ela direcionar o fluxo dos elétrons para o polo positivo. Isso se dá pelo fato de esse tipo de corrente gerar mais calor.



# PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO DO PROCESSO TIG

Pelo fato de o arco ter a forma de um cone (com a ponta no eletrodo e a base no metal sendo soldado), quanto mais próximo o eletrodo estiver do metal, menor será a base do cone. À medida que o eletrodo é puxado para mais longe, a base e a poça de fusão ficam maiores. Se a poça ficar muito grande, a gravidade, simplesmente, a afastará do metal-base, deixando um buraco. Assim, a tocha deverá ser controlada, com movimento contínuo para a frente, mantendo-se pequena a distância entre a ponta do eletrodo e o metal-base (geralmente, na faixa de 3 mm a 5 mm).

O ângulo entre a tocha e o metal-base também é importante (um ângulo de 15° será um bom ponto de partida). Se a tocha for mantida a 45° (ou mais), haverá muita perda de cobertura do gás de proteção. Um ângulo mais plano, por sua vez, fará com que a poça fique mais comprida do que larga.

Na execução de uma solda de filete (na qual as peças que estão sendo unidas são perpendiculares), o ângulo de trabalho é, geralmente, de 45°, embora possa sofrer variações, como na situação de união de metais de espessuras diferentes

A soldagem TIG não é tolerante a qualquer contaminante. Por isso, os responsáveis pelo trabalho deverão limpar o metal-base com um bom desengraxante, antes de sua esfregação com escova de aço.

# **APLICAÇÕES DO PROCESSO TIG**

O processo TIG é utilizado na soldagem de todos os tipos de juntas e chapas, principalmente, as de espessura menor do que 10 mm. É um processo adequado a quase todos os metais, em especial, o titânio, o zircônio, ligas de alumínio e magnésio, aços ligados, inoxidáveis, ligas de níquel e ligas especiais. Serve, por exemplo, para a soldagem de chapas pouco espessas e tubulações, como as dos gasodutos.

A Solda TIG pode ser utilizada na fabricação de equipamentos para a indústria em geral, bem como em estruturas, em soldas de máquinas e equipamentos e em tubulações industriais (bisel), dentre outras aplicações.

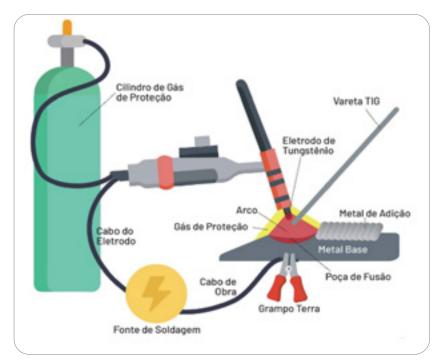
Na definição do tipo de solda a ser utilizado, é importante que sejam conhecidas as necessidades do produto e seus diferentes métodos. Assim, poderá ser obtido o melhor resultado possível, agregando mais valor ao trabalho.





TIG em tubulação industrial/cordão de solda TIG





Equipamentos TIG

# 3.2.5 Processo oxicombustível

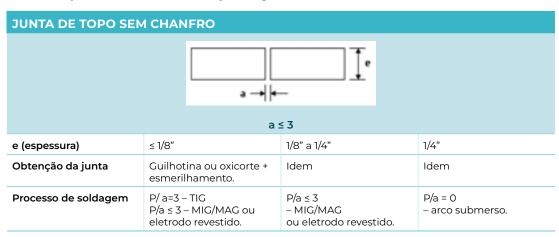
Trata-se de processo no qual a soldagem necessita de tempo, calor e/ou pressão. Com o tempo, o calor aplicado à peça provocará uma fusão localizada na qual, após o resfriamento, aparecerá a união dos metais ou, no caso de pressão, causará um forjamento localizado.

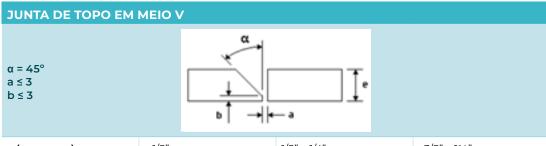
Atualmente, outros processos de soldagem são apresentados como alternativas ao oxiacetilênico, que, se este perde em competitividade nas faixas de grandes espessuras, continua a ser, em alguns casos, o método mais adequado para a soldagem de tubos e chapas de aço de espessuras finas. Também é eficaz em outras atividades, como revestimento superficial, corte térmico e seus derivados, metalização e aquecimento localizado.

O processo baseia-se na fusão do metal-base e, eventualmente, na fusão de material adicionado à junta a ser soldada, com a utilização de chama proveniente da queima de uma mistura de gases.

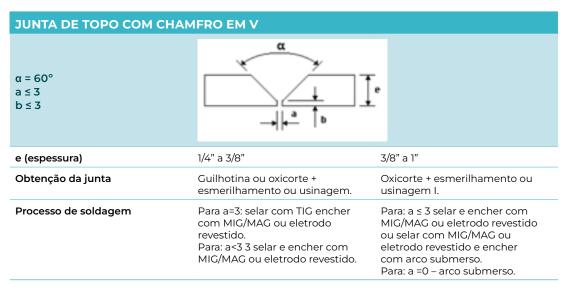


# 3.2.6 Tipos de chanfros para juntas soldadas





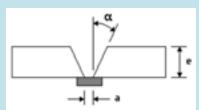
e (espessura)	≤ 1/8"	1/8" a 1/4"	>3/8" a 1½"
Obtenção da junta	Guilhotina ou oxicorte + esmerilhamento.	Idem	Oxicorte + esmerilhamento ou usinagem.
Processo de soldagem	Para: a=3 – TIG Para: a<3° MIG/MAG ou eletrodo revestido.	Para: a≤ 3 – MIG/MAG ou eletrodo revestido.	P/a ≤ 3 selar e encher com MIG/MAG ou eletrodo revestido ou selar com MIG/MAG ou eletrodo revestido e encher com arco submerso.





# JUNTA DE TOPO COM CHANFRO EM V COM COBRE-JUNTA

 $/ e \le 2" - \alpha = 20^{\circ}$   $P/ e > 2" - \alpha = 7^{\circ} P/ e \le 2" - a = 5 \pm 2 P/ e > 2" - a = 10 \pm 2$ 

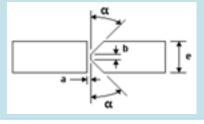


e (espessura)	3/16" a 3/8"	3/8" a 4"
Obtenção da junta	Oxicorte + esmerilhamento ou Usinagem.	Idem
Processo de soldagem	Selar e encher com MIG/MAG ou eletrodo revestido.	Selar e encher com MIG/MAG ou eletrodo revestido ou selar com MIG/MAG ou eletrodo revestido e encher com arco submerso.

# JUNTA DE TOPO COM CHANFRO K

 $\alpha = 45^{\circ}$ 

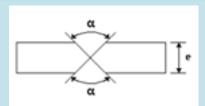
a = 3 ± 1 b = 3 ± 1



e (espessura)	5/8" a 2"
Obtenção da junta	Oxicorte + esmerilhamento ou usinagem.
Processo de soldagem	Selar e encher com MIG/MAG ou eletrodo revestido ou selar com MIG/MAG ou eletrodo revestido e encher com arco submerso.

# JUNTA DE TOPO COM CHANFRO X

 $\alpha = 45^{\circ}$ 

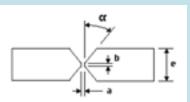


e (espessura)	5/8" a 2"
Obtenção da junta	Oxicorte + esmerilhamento ou usinagem.
Processo de soldagem	Selar e encher com MIG/MAG ou eletrodo revestido ou selar com MIG/MAG ou eletrodo revestido e encher com arco submerso.



# JUNTA DE TOPO COM CHANFRO X

 $\alpha = 30^{\circ}$ a = 3 ± 1 b = 3 ± 1



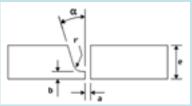
e (espessura)	>5/8"
Obtenção da junta	Oxicorte + esmerilhamento ou usinagem.
Processo de soldagem	Selar e encher com MIG/MAG ou eletrodo revestido ou selar com MIG/MAG ou eletrodo revestido e encher com arco submerso.

# JUNTA DE TOPO COM CHANFRO J

 $\alpha = 15^{\circ} \pm 2^{\circ}$ a = 3 ± 1

 $b = 3 \pm 1$ 

 $r = 5 \pm 1$ 



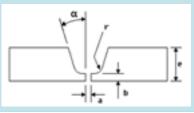
e (espessura)	>5/8" a 2"	
Obtenção da junta	Oxicorte + esmerilhamento ou usinagem.	
Processo de soldagem	Selar e encher com MIG/MAG ou eletrodo revestido ou selar com MIG/MAG ou eletrodo revestido e encher com arco submerso	

# JUNTA DE TOPO COM CHANFRO U

 $\alpha = 15^{\circ} \pm 2^{\circ}$ 

a = 3 ± 1  $b = 3 \pm 1$ 

 $r = 5 \pm 1$ 



e (espessura)	>3/4"
Obtenção da junta	Oxicorte + esmerilhamento ou usinagem.
Processo de soldagem	Selar e encher com MIG/MAG ou eletrodo revestido ou selar com MIG/MAG ou eletrodo revestido e encher com arco submerso.

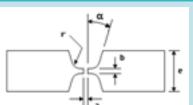


# JUNTA DE TOPO COM CHANFRO EM DUPLO U

 $\alpha = 15^{\circ} \pm 2^{\circ}$ a = 3 ± 1

 $b = 3 \pm 1$ 

 $r = 5 \pm 1$ 

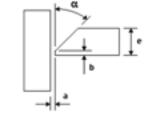


e (espessura)	>1/2"
Obtenção da junta	Oxicorte + esmerilhamento ou usinagem.
Processo de soldagem	Selar e encher com MIG/MAG ou eletrodo revestido ou selar com MIG/MAG ou eletrodo revestido e encher com arco submerso.

# JUNTA DE TOPO COM CHANFRO EM MEIO V

α = 45°

a = 3 ± 1 b = 3 ± 1



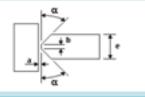
e (espessura)	3/16" a 3/8"	3/8" a 1"
Obtenção da junta	Guilhotina ou oxicorte + esmerilhamento ou usinagem.	Oxicorte + esmerilhamento ou usinagem.
	Selar com TIG e encher com MIG/MAG ou eletrodo revestido ou selar e encher com MIG/MAG ou eletrodo revestido.	Selar e encher com MIG/MAG ou eletrodo revestido ou selar com MIG/MAG ou eletrodo revestido e encher com arco submerso.

# JUNTA DE ANGULO COM CHAMFRO EM K

 $\alpha = 45^{\circ}$ 

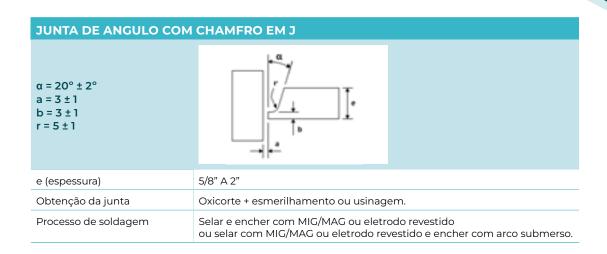
a = 3 ± 1

b = 3 ± 1 r = 5 ± 1

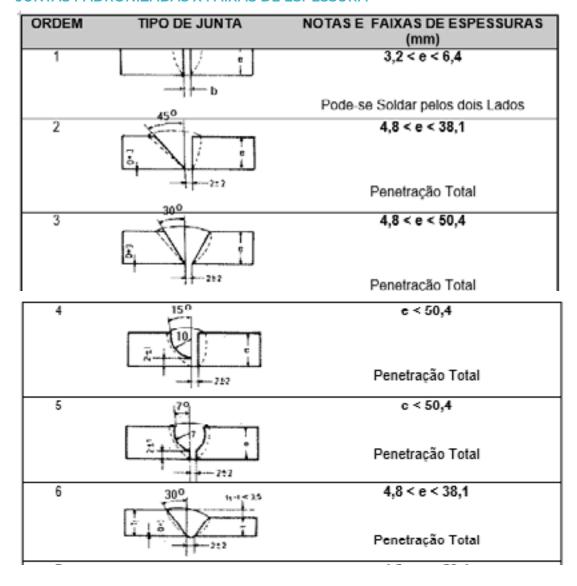


e (espessura)	5/8" A 2"
Obtenção da junta	Oxicorte + esmerilhamento ou usinagem.
Processo de soldagem	Selar e encher com MIG/MAG ou eletrodo revestido ou selar com MIG/MAG ou eletrodo revestido e encher com arco submerso.





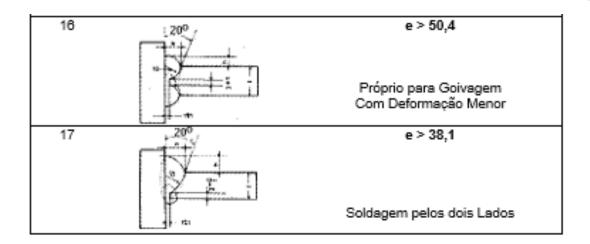
# JUNTAS PADRONIZADAS X FAIXAS DE ESPESSURA





<del></del>	-		
7	200	4,8 < e < 50,4	
	1 1		
		Com Mata Junta	
8	Jan 19 19 19 19 19 19 19 19 19 19 19 19 19	19,1 < e < 50,4	
	**2	Com Mata Junta	
9	,70	50,4 < e < 101,6	
	} \\ \/ \ \ \		
	10 2 2		
10		Com Mata Junta 15,8 < e < 31,8	
"	130	10,0 < 6 < 31,0	
	1 ]		
	300 372	Penetração Total	
11	300	19,1 < e 63,5	
	1 5 + 3 k		
	312 - 1200	Soldagem pelos dois Lados Com menor	
- 40	3rx 1.300	Deformação	
12		15,8 < e < 50,4	
	- 1		
		Próprio para Goivagem de Raiz	
13	450	15,8 < e < 50,4	
	8		
	450	Menor Deformação	
14	450	4,8 < e < 38,1	
		,,-	
	1		
	1/3		
	218	Com Passe de Suporte	
15	L. 450	15,8 < e < 50,4	
"		10,0 7 5 7 00,4	
	1 1 1 m		
	5	Próprio para Goivagem	
	11-11	com Deformação Menor	
	harment of the same of the sam		





# 3.3 PREPARO DE SUPERFÍCIES

Segundo a norma SSPC, os processos de limpeza podem ser classificados quanto ao tipo e à intensidade de sua aplicação, como se pode ver a seguir:

### **SPI - DESENGRAXAMENTO POR SOLVENTE**

Procedimento para a remoção de óleos, graxas, terra ou outros contaminantes das superfícies de aço por meio do uso de solventes, detergentes, compostos para limpeza (em soluções ou emulsões), vapor ou de outros produtos de ação solvente. A limpeza com solventes se dará na seguinte ordem de operações:

- Remoção dos contaminantes da superfície com escovas duras de fibras vegetais ou de fios de arame. Nessa operação, não são removidas as manchas de graxas, óleo ou gordura.
- Remoção de óleo, gordura ou graxas por um dos seguintes métodos:
  - Esfregação da superfície com panos, pincéis ou escovas embebidas em solvente para a retirada do excesso de sujeira e, na sequência, com a repetição da operação com o uso de panos limpos.
  - Aplicação de jatos de solvente limpo sobre a superfície.
  - Imersão completa das peças em tanques com solvente. Nesse processo, deverão estar disponíveis, no mínimo, dois tanques, pois o solvente vai ficando contaminado e, depois de algum tempo, não acontece mais a limpeza. Os solventes mais usados são aguarrás, nafta, xilol e toluol.
  - Limpeza com solvente em fase de vapor, processo no qual o produto fica num tanque aquecido. As peças para a limpeza, por sua vez, ficam sobre o tanque, sem tocarem o banho líquido e, apenas, recebendo o vapor do solvente.

Por causa do aquecimento, não se utilizam solventes inflamáveis – somente os clorados (percloetileno, tricloroetileno e cloreto de metileno). Esse processo serve apenas para a limpeza de peças pequenas e médias, de formato simples. Já as peças muito grandes e de formato complexo (com muitas reentrâncias) não são limpas com eficiência.



#### **SP2 - LIMPEZA MANUAL**

Trata-se da remoção de carepa de laminação, de restos de pintura e da ferrugem parcialmente solta, mediante a utilização ferramentas manuais, como martelos, talhadeiras, picadores, raspadores, espátulas, escovas, palha de aço, lixa e esmeril. A limpeza com ferramentas manuais deverá seguir as seguintes etapas:

- Remoção de óleos, gorduras ou graxas com solvente ou detergente.
- Remoção de ferrugens estratificadas ou de cascas de ferrugem com martelos ou picadores.
- Remoção de carepas e ferrugens soltas com escovas de cerdas de aço, lixas ou palhas de aço.
- Remoção de poeira e pó de ferrugem com escovas, ar comprimido ou aspirador de pó.

# Observações

Na limpeza com ferramentas manuais são removidos somente os materiais soltos (tinta velha, ferrugens e carepas soltas, bem como ferrugem solta sobre as cavidades).

Na limpeza com o uso de ferramentas de impacto, deve-se evitar a formação de buracos, que podem afetar a durabilidade da pintura. O escovamento excessivo com palha de aço também deverá ser evitado, pois gera um polimento da superfície, prejudicando a aderência da tinta.

O grau de limpeza alcançado com as ferramentas manuais é aceitável para a aplicação de tintas à base de óleo e de revestimentos betuminosos (sendo suficiente para meios não agressivos).

#### SP3 – LIMPEZA MECÂNICA

Método destinado à remoção da carepa de laminação e de restos de pintura e ferrugem parcialmente soltas, por meio do uso de ferramentas mecânicas. A limpeza de superfícies de aço com ferramentas mecânicas deverá seguir a seguinte ordem:

- Remoção de óleo, graxas ou gorduras com solventes ou detergentes.
- Remoção de ferrugem estratificada ou de cascas de ferrugem com martelos ou picadores.
- Remoção de carepas e ferrugem soltas com escovas rotativas, ferramentas de impacto, lixadeiras ou esmerilhadeiras.
- Remoção de poeira e de pó de ferrugem com escovas, ar comprimido ou aspirador de pó. A superfície tratada por esse método terá aspecto final muito semelhante ao da limpeza manual, porém, com rendimento maior. A superfície é, também, muito utilizada na limpeza de cordões de solda.

#### SP4 - LIMPEZA A FOGO

Consiste na rápida aplicação da chama de maçarico sobre a superfície metálica. Por diferença de dilatação, há a desagregação da carepa de laminação. Esse método não remove totalmente a carepa, e é utilizado para aço não pintado. A limpeza final é feita com escova de metálica.



A limpeza com fogo é ligeiramente mais efetiva do que a limpeza mecânica. Ela, traz, porém, riscos de incêndio e explosões, bem como de possíveis empenamentos de aços leves. Tem como vantagem o fato de que a superfície do aço fica morna e seca, ajudando a secagem da tinta aplicada em climas frios.

#### SP5 - JATO ABRASIVO OU METAL BRANCO

Consiste em jateamento perfeito, com a remoção de todas as substâncias estranhas, como óleo, graxa, carepa de laminação, ferrugem e pinturas antigas. Emprega abrasivos de natureza siliciosa ou metálica, que são impelidos por ar comprimido através de bico apropriado. Em seguida, o pó é removido por aspiração ou sopro. Ao final, a superfície deverá apresentar a cor cinza-prata metálica, e totalmente uniforme.

# **SP6 - JATO ABRASIVO OU COMERCIAL**

Remove substâncias estranhas como óleo, graxa, carepa de laminação e pinturas antigas, mediante o uso de abrasivos à base de sílica ou metálico (impelidos por ar comprimido.

Pelo menos 65% da superfície deverá ficar sem qualquer vestígio visível. O restante poderá apresentar leves sinais de coloração, manchas, ferrugem, carepa de laminação ou pinturas antigas. Após o tratamento, a superfície deverá apresentar coloração acinzentada.

# SP7 - JATO ABRASIVO LIGEIRO (BRUSH-OFF)

Remove rapidamente vestígios de óleo, graxa, impurezas, escamas de pintura, ferrugem ou carepa de laminação com baixa aderência. O trabalho é executado com o uso de abrasivo de natureza siliciosa ou metálica, impelidos por ar comprimido. Os vestígios de carepa, ferrugem ou pinturas anteriores que permanecerem após o tratamento deverão estar firmemente aderidos ao substrato. Após a limpeza, a peça deverá apresentar um suave brilho metálico.

# SP8 - DECAPAGEM QUÍMICA

Igualmente ao jato abrasivo, remove rapidamente vestígios de óleo, graxa, impurezas, escamas de pintura, ferrugem ou carepa de laminação mal aderidos, mediante abrasivo de natureza siliciosa ou metálica, impelidos por ar comprimido ou por meio de rotores, através de um bico apropriado. Após a limpeza a superfície apresentará um suave brilho metálico.

# SP10 - JATO ABRASIVO OU METAL QUASE BRANCO

Remove substâncias estranhas como carepa de laminação, ferrugem ou pinturas antigas, por meio do uso de abrasivos de natureza siliciosa ou metálica (impelidos por ar comprimido) ou de rotores, através de um bico apropriado. Os resíduos são removidos por aspiração, jatos de ar comprimido ou escovas limpas. Pelo menos 95% da superfície deverá ficar sem qualquer vestígio visível. Os restantes 5% poderão apresentar ligeiras sombras, leves veios ou descoloração. A coloração alcançada deverá ser o cinza claro.



# 3.4 DIMENSIONAMENTO DO CORDÃO DE SOLDA

De modo geral, a soldagem é classificada em dois grupos, de acordo com o procedimento utilizado: a soldagem por fusão (com o uso de chama, arco, elétrico, raio *laser* e plasma) e a soldagem por pressão (com o uso de forja, resistência elétrica, Indução e ultrassom). Neste material, o destaque será para a soldagem por fusão (e a caracterização do cordão).

# 3.4.1 Solda de topo

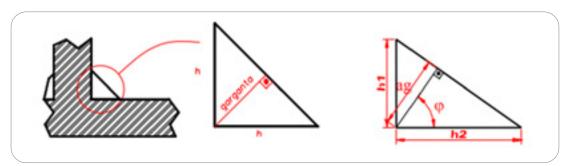
As soldas de topo são executadas quando as peças a serem ligadas estão no mesmo plano, sendo utilizadas em juntas de topo ou em juntas em "T", com a espessura do cordão dada pela espessura das chapas da união, sendo sua resistência igual à da chapa menos resistente (penetração total).

# 3.4.2 Solda de filete

A fim de tornar possível uma metodologia para o dimensionamento do cordão de solda, são necessárias diversas simplificações quanto ao estado das tensões. A maioria dos métodos correntes considera que, a partir de cargas externas conhecidas, as tensões são uniformemente distribuídas ao longo da seção da garganta do cordão.

# Observação

Entende-se como garganta a seção definida pela altura do maior triângulo inscrito na seção transversal do cordão.



Representação da garganta e do cordão

O volume de cordão mínimo para uma seção resistente é definido pela seguinte equação:

$$V = \frac{h_1 \cdot h_2}{2} \cdot L$$

Na qual "L" é o comprimento do cordão de solda.



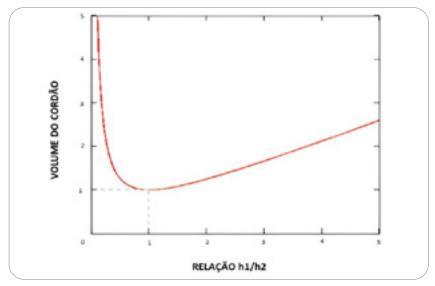
O comprimento do cordão ou da área de influência da solda deverá ser tal que resista aos esforços realizados entre ambas as partições. Assim, têm-se a seguinte representação:

$$S_{rs} = \frac{1}{\beta} \times S_{e}$$

Na qual o parâmetro  $\beta$  (coeficiente de redução) é considerado como fator de eficiência da junta

Para o caso dos aços, são recomendados os seguintes valores constantes:

$$\begin{split} \beta &= 0,\!70 & \sigma_{escoamento} \leq 240 \text{ Mpa} \\ \beta &= 0,\!80 & 240 \text{MPa} < \sigma_{escoamento} \leq 280 \text{MPa} \\ \beta &= 0,\!85 & 280 \text{MPa} < \sigma_{escoamento} \leq 340 \text{MPa} \\ \beta &= 1,\!00 & \sigma_{escoamento} > 340 \text{ Mpa} \end{split}$$



Relação entre o volume de cordão e a razão h1/h2 para uma seção resistente constante

# 3.5 INSPEÇÃO VISUAL DE SOLDA

Realizada pelo método direto, com acesso visual à superfície pelo inspetor (distância de 600 mm e ângulo de observação mínimo de 30°).

# 3.5.1 Estado da superfície

As superfícies a serem ensaiadas deverão estar sem óleos, carepas e corrosão, tinta e outros resíduos que possam interferir na qualidade da solda. Deverão ser removidos os resíduos, as escórias e as irregularidades resultantes do oxicorte ou do corte com eletrodos de carvão. Da mesma forma que com os biseis, uma faixa de, no mínimo, 20 mm para cada lado do chanfro deverá estar limpa e, igualmente, sem contaminantes e respingos. As superfícies dos biseis e das juntas soldadas serão preparadas por esmerilhamento ou escovamento, jateamento ou limpeza química.



Se os materiais a serem preparados forem o aço inoxidável e ligas de níquel, as ferramentas e os produtos deverão atender aos seguintes requisitos:

- Serem de aço inoxidável ou revestidos com esse material.
- Os discos de corte e/ou desbaste deverão ter alma de nylon.
- Os produtos solventes não deverão conter frações de elementos contaminantes (cloro, flúor para aços inoxidáveis e titânio, e enxofre para as ligas à base de níquel).

# 3.5.2 Instrumentos para aferição

Para o ensaio dimensional de juntas preparadas para a soldagem e de juntas já soldadas, poderão ser utilizados os seguintes instrumentos:

- Calibre de desalinhamento (high-low).
- Paquímetro.
- · Goniômetro.
- Calibre para a verificação da abertura-raiz.
- Gabarito específico e configurações típicas.
- Escala.
- Trena.

# 3.5.3 Sequência de realização do ensaio

Nesse processo, deverão adotados os seguintes passos:

- Checagem sobre se a preparação e a limpeza da superfície estão adequadas, como aparece descrito no item Preparo de Superfícies, deste Manual.
- Verificação sobre se a intensidade luminosa na superfície a ser ensaiada está satisfatória (1.000 lux).
- Realização da inspeção visual e dimensional da junta preparada para a soldagem, conforme os parâmetros a seguir:
  - Ângulo do bisel.
  - Ângulo do chanfro.
  - Abertura da raiz.
  - Altura da face da raiz.
  - Profundidade de preparação.
  - Desalinhamento.
  - Rugosidade excessiva.
  - Pontos e estado de corrosão.
- Realização da inspeção visual e dimensional da junta soldada, observando-se a existência de descontinuidades, tolerância e aspectos como:
  - *Abertura de arco* Imperfeição local na superfície do metal de base resultante da abertura de arco elétrico.



- Angulo excessivo do reforço Angulo excessivo entre o plano da superfície do metal de base e o plano tangente ao reforço de solda, e traçado a partir da margem da solda.
- Cavidade alongada Vazio não arredondado com a maior dimensão paralela em relação ao eixo da solda, com localização na solda ou na raiz da solda.
- Concavidade Reentrância na raiz da solda, podendo ser central (situada ao longo do centro do cordão) e lateral (situada nas laterais do cordão).
- Concavidade excessiva Solda em ângulo com a face excessivamente côncava.
- Convexidade excessiva Solda em ângulo com a face excessivamente convexa.
- Deformação angular Distorção angular da junta soldada em relação à configuração de projeto, exceto para junta soldada de topo (ver embicamento).
- Deposição insuficiente Insuficiência de metal na face da solda.
- Desalinhamento Junta soldada de topo, cujas superfícies das peças, embora paralelas, apresentam-se desalinhadas em relação à configuração de projeto.
- Embicamento Deformação angular da junta soldada de topo.
- Falta de fusão Fusão incompleta entre a zona fundida e o metal de base ou entre passes da zona fundida na zona de ligação.
- Falta de penetração Insuficiência de metal na raiz da solda.
- Fissura Trinca (ver termo preferencial).
- Inclusão de escória Material não metálico retido na zona fundida.
- Inclusão metálica Metal estranho retido na zona fundida.
- Micro trinca Trinca com dimensões microscópicas.
- *Mordedura* Depressão (sob a forma de entalhe) no metal de base acompanhando a margem da solda.
- Mordedura na raiz Mordedura localizada na margem da raiz da solda.
- Penetração excessiva Metal de zona fundida em excesso na raiz da solda.
- Perfuração Furo na solda, penetração excessiva ou localizada resultante de perfuração do banho de fusão durante a soldagem
- Poro Vazio arredondado, isolado e interno à solda
- Poro superficial Poro que emerge da superfície da solda
- Porosidade Conjunto de poros distribuídos de maneira uniforme, entretanto, não alinhados
- Rachadura Trinca (ver termo preferencial).
- Rechupe Falta de metal resultante da contração da zona fundida, e localizada na cratera do cordão de solda
- Reforço excessivo Excesso de metal da zona fundida localizado na face da solda.
- Respingos Glóbulos de metal de adição transferidos durante a soldagem e aderidos à superfície do metal de base ou à zona fundida já solidificada.
- Sobreposição Excesso de metal da zona fundida sobreposto ao metal de base na margem da solda, sem estar fundido ao metal de base
- Solda em ângulo assimétrica Solda em ângulo cujas pernas são significativamente desiguais em desacordo com configuração de projeto



# 3.6 PROBLEMAS E SOLUÇÕES DE OCORRÊNCIAS COM SOLDAS

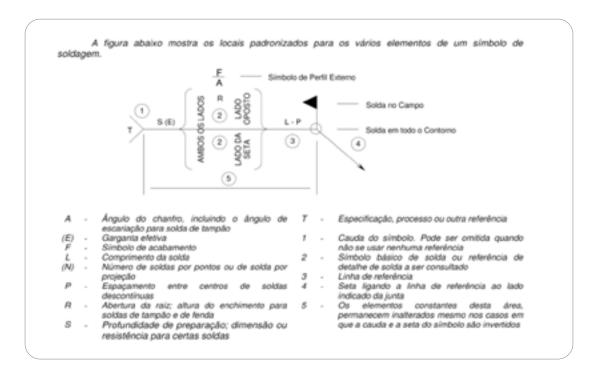
Problema	Imagem	Causa	Solução possível
Porosidade e furos superficiais		<ul> <li>- Umidade do eletrodo.</li> <li>- Eletrodo danificado.</li> <li>- Abertura do arco ou amperagem incorreta.</li> </ul>	<ul> <li>- Armazenamento do eletrodo em estufa.</li> <li>- Trocar o eletrodo.</li> <li>- Diminuir amperagem e não afastar bruscamente o arco do material.</li> </ul>
Falta de fusão	Falta de fusão	<ul> <li>- Amperagem baixa.</li> <li>- Cordões de solda largos.</li> <li>- Falta de goivagem.</li> <li>- Cordões com muito volume.</li> <li>- Velocidade de avanço baixa.</li> </ul>	<ul> <li>Uso de amperagem mais alta.</li> <li>Uso da técnica de soldagem de cordoes retos.</li> <li>Obtenção de melhor acostamento.</li> <li>Goivagem com processo ar-ar e esmerilhamento até a limpeza da superfície.</li> </ul>
Falta de penetração		<ul> <li>- Amperagem muito baixa.</li> <li>- Velocidade elevada.</li> <li>- Diâmetro do eletrodo grande.</li> <li>- Folga na base da junta menor ou inexistente.</li> </ul>	<ul> <li>- Aumento da amperagem.</li> <li>- Diminuição da velocidade de soldagem.</li> <li>- Uso de eletrodo de diâmetro mais espesso em chanfro de grande profundidade.</li> <li>- Colocação de folga na base da junta de, aproximadamente, 3 mm.</li> </ul>
Trincas		<ul><li>- Amperagem muito elevada.</li><li>- Eletrodos de diâmetro excessivo.</li><li>- Trincas na cratera.</li></ul>	<ul> <li>Redução da penetração, com o uso das mais baixas amperagens possíveis.</li> <li>Utilização de eletrodos de pequenos diâmetros.</li> <li>Enchimento de cada uma delas antes de extinção do arco.</li> <li>Colocação folga de 1 mm para juntas rígidas.</li> </ul>
Inclusão de escória		<ul> <li>- Má limpeza do cordão de solda.</li> <li>- Irregularidades no corte ou no chanfro da peça.</li> <li>- Passe mal distribuído dentro do chanfro.</li> <li>- Mordedura no passe anterior.</li> </ul>	<ul> <li>- Limpeza bem-feita da escória, e após cada passe, se possível, limpeza com escova rotativa.</li> <li>- Esmerilhamento bem-feito se houver entradas profundas.</li> <li>- Distribuição dos passes, para que o último da camada não fique muito estreito.</li> </ul>



Problema	Imagem	Causa	Solução possível
Mordeduras		- Velocidade de deslocamento muito alta.	- Eliminação das impurezas das chapas (graxas, unidades, de óleo etc.).
		-Voltagem excessiva.	
		- Corrente.	
		- Energia de soldagem muito elevada.	
Respingos		- Tensão elevada.	- Redução da tensão.
		- Vazão de gás excessiva.	- Verificação do vazamento de gás.
		- Sujeira no metal-base. - Avanço equivocado do arame.	- Limpeza de todas as impurezas.
			- Diminuição da distância entre o bocal e a peça.
			- Redução da altura do arco.
Rechupe		- Limpeza ruim entre passes.	- Limpeza com escovas rotativas ou esmeril.
		- Distribuição inadequada de passes.	- Geração de cordões com pouca oscilação.

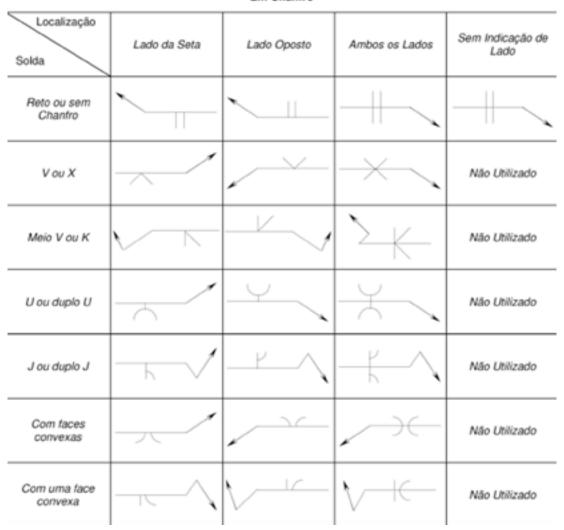
# 3.7 SIMBOLOGIA DE SOLDA

Os desenhos correlatos ao processo de soldagem têm normatização e simbologias próprias, para que se definam os tipos e as execuções das uniões soldadas. São eles:

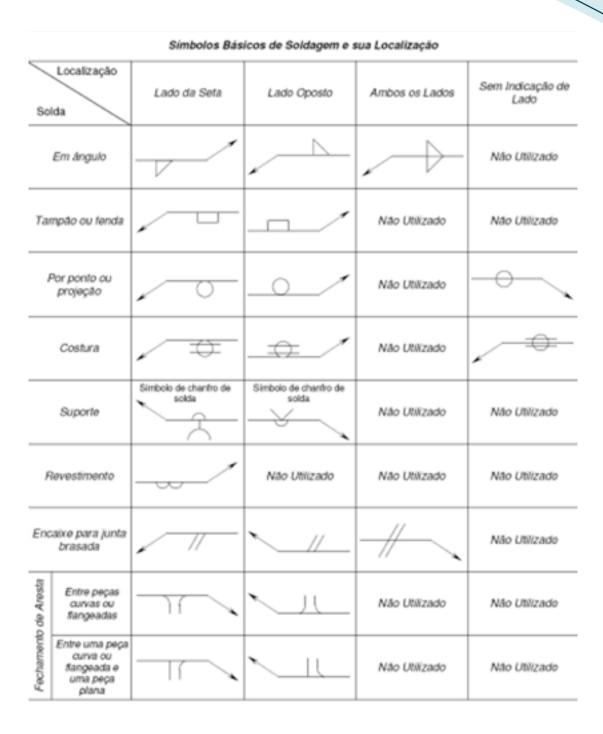




#### Em Chanfro

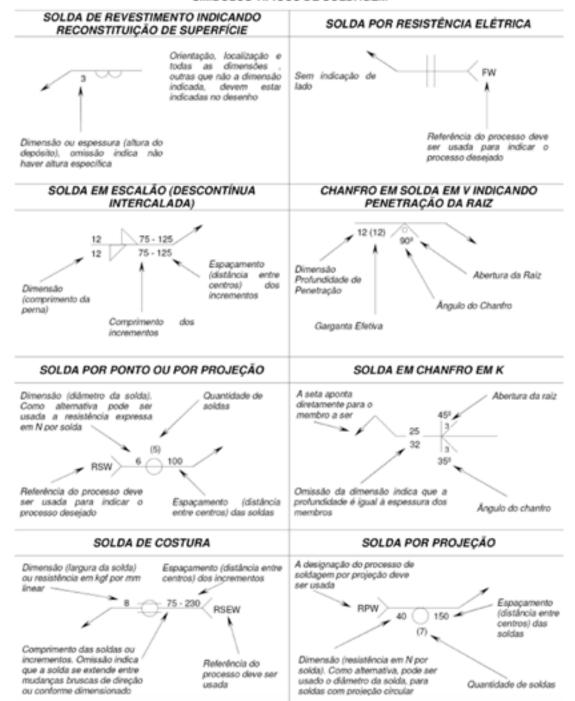




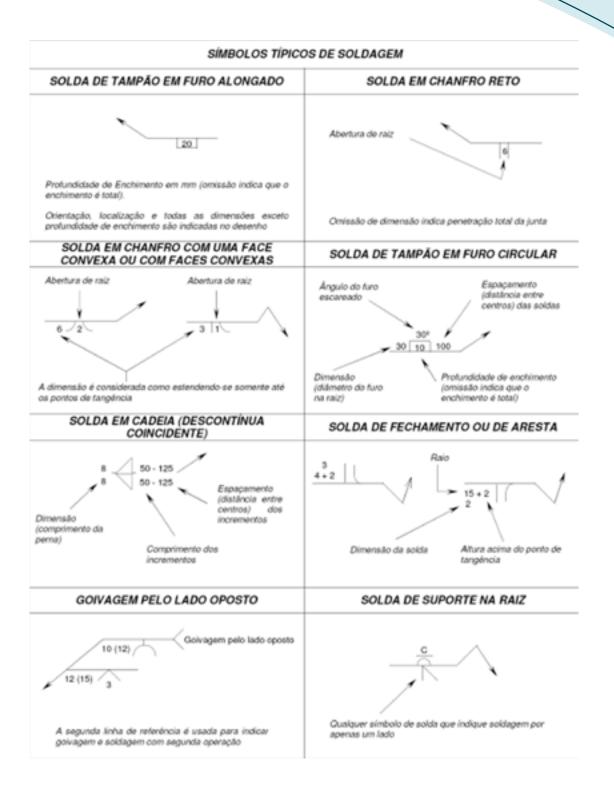




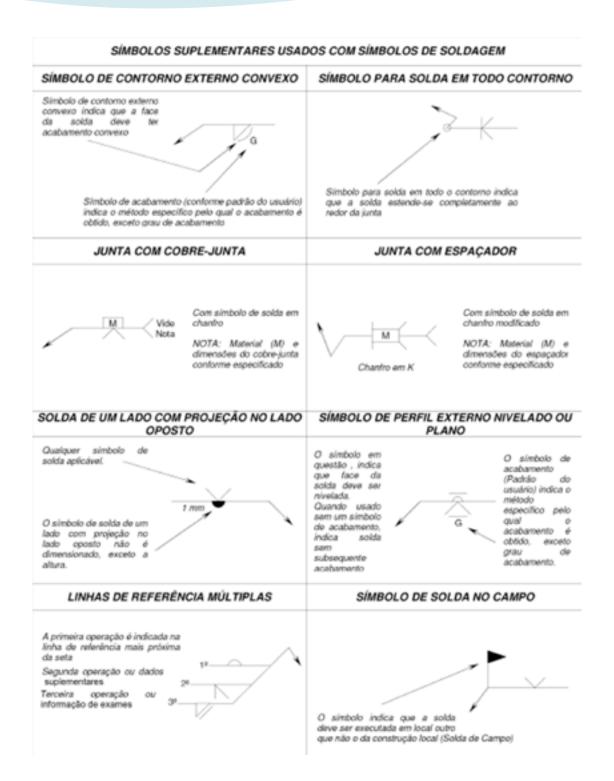
## SÍMBOLOS TÍPICOS DE SOLDAGEM













# SÍMBOLOS SUPLEMENTARES USADOS COM SÍMBOLOS DE SOLDAGEM

#### PENETRAÇÃO TOTAL OU COMPLETA

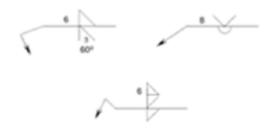


Indica que a penetração é total ou completa, independente do tipo de solda ou da preparação da junta

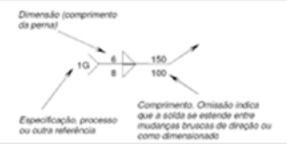
#### SÍMBOLOS SUPLEMENTARES Solda de um PERFIL Solda em Solda no lado com Cobre-junta, todo projeção no Campo espaçador contorno lado oposto Nivelado Convexo Cóncavo

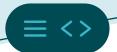
#### SÍMBOLOS TÍPICOS DE SOLDAGEM

#### SÍMBOLOS DE SOLDAGEM PARA COMBINAÇÃO DE SOLDAS



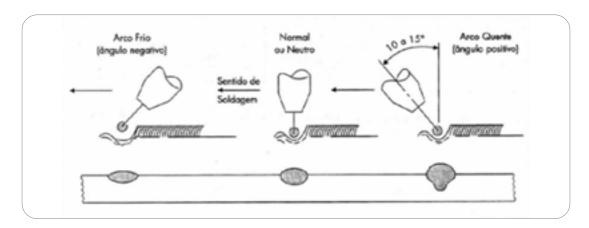
#### SOLDA EM ÁNGULO DE AMBOS OS LADOS





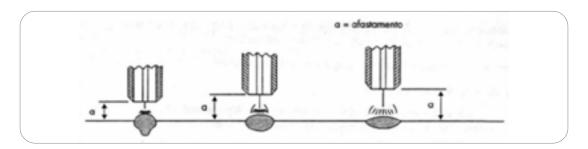
# 3.8 BOAS PRÁTICAS DE PROCESSOS DE SOLDAGEM

O posicionamento da tocha (ou pistola) afeta a penetração, a quantidade de respingos, a estabilidade do arco, o perfil do cordão e a largura do cordão. Considera-se a posição em função do ângulo de posicionamento.



Posição da Tocha	Ângulo Negativo ou Arco Frio	Normal ou Neutro	Ângulo Positivo ou Arco Quente
Preenchimento das juntas com raiz	Melhor.	Média.	Pior.
Estabilidade do arco	Pior.	Média.	Melhor.
Respingos	Maior.	Média.	Menor.
Largura do cordão	Larga.	Média.	Estreita.

O afastamento do tubo de contato provoca alterações bem sensíveis no cordão e na estabilidade do arco. Isso poderá ser conseguido pelo afastamento (puro e simples) da tocha e pela mudança na posição do bico de contato no bocal (sugestão de altura do eletrodo até o bico de contato, também chamado Eletrical Stickout, para transferências curto-circuito e *spray*.)

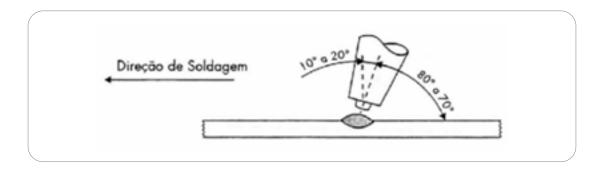


Afastamento	Menor	Médio	Maior
Aquecimento do arame	Pequeno.	Médio.	Grande.
Eficiência do Arco	Maior.	Médio.	Menor.
Penetração	Mais profunda.	Médio.	Plana.
Respingos	Poucos.	Médio.	Muitos.



A composição do gás influencia, também, o modo de transferência do metal de adição, a quantidade de respingos, fumaça e fumos, o formato e a aparência do cordão, o grau de penetração e o custo de limpeza.

Uma vez formada a poça de fusão, a tocha deverá ser deslocada para a borda traseira da poça, com o elemento apontado para a direção de realização do cordão, e posicionamento dela num ângulo de 10° a 20° da vertical com relação à peça a soldar.



A tocha e a vareta de adição deverão ter movimentos sincronizados. A tocha deverá ser avançada entre 5 mm e 6 mm na direção da borda dianteira da poça, para, em seguida, ser trazida atrás, numa posição entre 3 mm e 5 mm.

Em relação ao arco instável, o sopro magnético deverá ser neutralizado, inclinando-se o eletrodo. Se a corrente de retorno "curto-circuitar", através da solda, deverá ser colocado um pedaço de madeira ou algum outro material isolante sob uma das extremidades da peça a ser soldada. Também deverá ser modificada a posição da garra do cabo de retorno. É recomendável que seja evitada ou modificada a posição de objetos facilmente magnetizáveis

Para respingos abundante, os procedimentos corretos serão a diminuição da corrente e, também, o encurtamento do arco (com a devida verificação de sua estabilidade). A limpeza da área de trabalho de peça será de suma importância, assim como a manutenção do eletroduto sem umidade.

Em relação às soldas irregulares, será necessário um ajuste correto da máquina, por meio do aumento ou da diminuição da amperagem e se a especificação do eletrodo e inverta a polaridade da máquina.

No que diz respeito às mordeduras laterais, a iniciativa deverá incluir a diminuição da corrente e o encurtamento do arco de solda. O eletrodo deverá ser manejado para que a fusão ocorra somente em pontos de material depositado. A correta execução do chanfro de soldagem será essencial para se evitar o efeito de mordeduras.

Raízes defeituosas poderão aparecer em soldas de apenas um passe. Nessa situação, o procedimento deverá ser a utilização de cobre-junta de apoio ou, então, a adaptação do diâmetro do eletrodo e do chanfro.

Deverão ser evitadas soldas de aço-carbono com aço inox. Esse amalgamamento poderá ocorrer em condições especificas com itens de inox de elevado percentual de carbono (AISI-420 ou similar, já cada tipo de aço necessita de um equipamento



e gás inerte diferente para proteção do cordão de solda). Para Aços inoxidáveis, a mistura entre argônio e hélio é a mais utilizada, uma vez que, para aço-carbono, emprega-se comumente a combinação CO<sub>2</sub> + argônio.

Para materiais de diminuta espessura ou de longínquas distâncias longitudinais, deverá ser realizada a solda intercalada, que evitar empenamento.

Para efeitos práticos, deverá ser considerado o cordão de solda (filete) como 2/3 da espessura da chapa.

# 3.9 REGISTRO DO PROCESSO DE SOLDA

TABELA DE REGI	STRO DE SOLDA		
Descritivo		Seleç	ão
Processo	Orbital		Dosadoras magnéticas – diafragma (solenoide): 25 bar Vazão 80 l/h.
	Arame tubular		Dosadoras magnéticas – diafragma (motorizada): 25 bar Vazão: 1.000 l/h.
	MIG/MAG		Dosadora peristáltica: 8 bar. Vazão: 400 l/h.
	TIG		Dosadora peristáltica 8 bar / Vazão 400 l/h.
	Oxicombustível	$\boxtimes$	Dosadora peristáltica: 8 bar Vazão: 400 l/h.
Amperagem (a) (máquina de solda)		$\boxtimes$	(A)
Chanfro		$\boxtimes$	
Preparo de		$\boxtimes$	SP1 – Limpeza solvente.
superfície		$\boxtimes$	SP2 – Limpeza manual.
			SP3 – Limpeza mecânica.
			SP4 – Limpeza a fogo.
			SP5 – Jato abrasivo ou metal branco.
			SP6 –Jato abrasivo ou comercial.
			SP7 – Jato abrasivo ligeiro ( <i>brush-off</i> ).
			SP8 – Decapagem química.
			SP10 – Jato abrasivo ou metal quase branco.
Cordão de solda			Contínuo.
☐ topo ☐ filete			Intermitente.
			Outro ()
			Solda de campo.
Instrumento de medição			()
Ensaio		$\boxtimes$	()
Inspeção visual			()
Notas			()



4

PROJETO E
FORNECIMENTO
DE BOOSTERS DE
ÁGUA EM GABINETE
METÁLICO



#### 4.1 OBJETIVO

Este capítulo visa definir os critérios técnicos mínimos a serem seguidos para a apresentação de proposta, projeto, fornecimento, montagem, testes e operação assistida de estação elevatória (booster) de até 25 CV, montada em gabinete metálico, para instalação na rede de distribuição de água, em passeios ou espaços urbanos comuns dos municípios.

# 4.2 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DOS PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS E PROJETOS

# 4.2.1 Especialidade hidromecânica

A seguir, as principais características construtivas:

#### Gabinete metálico

- Dimensões sugeridas do gabinete metálico 3 m x 0,75 mm x 1,6 m (comprimento, largura e altura). As dimensões serão confirmadas pela contratante quando da formalização do pedido ou do projeto executivo.
- Módulo em chapa metálica #14, pintura eletrostática (cor cinza Munsell N6,5 para a estrutura, e laranja RAL 2003 para a placa de montagem), porta interna no compartimento elétrico (espessura mínima da pintura eletrostática 120µm), flange inferior (fornecido com parafusos internos inox 304), olhais de içamento, fechadura do tipo Yale (com chave), pino para cadeado com proteção porta-cadeado e proteção antivandalismo nas laterais, impedindo que se tenha ponto de apoio para uma alavanca.
- Altura adequada para a manutenção elétrica sem escada.
- Instalação ao tempo e autoportante.
- Fornecimento e instalação de espuma acústica, atóxica não propagadora de chamas e fumaça, para redução de ruídos no compartimento de bombas.

#### Conjunto motobomba

- Deverão ser fornecidos dois conjuntos de motobombas. Um deles será instalado no gabinete. O outro será para reserva (de prateleira). As características mínimas do conjunto são as seguintes:
- Tipo monobloco.
- Desmontagem da bomba sem que se mexa na tubulação (back pull out).
- Faixa de operação da bomba de 40% a 120% da vazão nominal.
- Motor de Indução trifásico de alto rendimento, com possibilidade de fechamento em 220/380/440V.
- Tensão sugerida de operação: 220/380 V. A tensão de potência será confirmada quando houver a formalização do pedido de compra ou na aprovação do projeto executivo pela Iguá Saneamento.
- Frequência: 60 Hz.
- Regime contínuo de operação.
- Partida por inversor de frequência.



- Rolamentos com vida útil mínima L10 de 40 mil h, para acoplamento direto da carga.
- Grau de proteção: IP 55.
- Potência até 25 CV.
- Conexão hidráulica de sucção e recalque até a rede existente, conforme projeto hidromecânico
- Tubulações, conexões, válvulas e acessórios
  - Tubulações e acessórios em aço galvanizado a fogo, classe média, conforme a NBR 5580.
  - Conexões em ferro galvanizado a fogo, conforme a norma NBR 6943 ou em ferro dúctil.
  - Roscas-padrão BSP (diâmetros de 50 mm e 80 mm), de acordo com a norma NBR 8133.
  - Flanges em aço carbono (diâmetros de 100 mm e 150 mm), conforme a NBR 7675 e a NBR 7560.
  - Válvula-esfera com corpo e esfera em latão niquelado e vedação em PTFE na instalação de instrumentos.
  - Válvula-gaveta com corpo e obturador em bronze, segundo a norma NBR 5055 (até diâmetros de 3").
  - Válvula-gaveta de cunha em borracha vulcanizada e revestida de elastômero EPDM, aprovada para água potável (com diâmetros de 100 mm a 150 mm), segundo a norma NBR 14968.
  - Válvula de retenção, conexão com rosca, mola em inox e vedação em borracha nitrílica para diâmetros de até 3".
  - Válvula de retenção de fechamento rápido tipo Wafer, com obturador em poliuretano para diâmetros de 100 mm a 150 mm.

# 4.2.2 Especialidade civil

- Gabinete metálico
  - Execução da base em concreto.
  - Velocidade do vento para o dimensionamento das estruturas: 180 km/h.

# 4.2.3 Especialidade elétrica, automação e telemetria

O painel elétrico do booster deverá ter os seguintes componentes:

- Alimentação elétrica trifásica de potência em 220V/60Hz.
- Disjuntor-geral de entrada em caixa moldada com manopla na porta do painel interno e trava para cadeados que impeça a abertura da porta do painel quando estiver energizado.
- Minidisjuntores.
- Fonte de alimentação UPS 24Vcc.
- Relés temporizadores.



- Relé de falta de fase.
- Relé de inversão de fase.
- Contatores auxiliares.
- Disjuntores para proteção dos inversores.
- Inversor de frequência.
- Na porta do painel interno, serão instalados os seguintes itens: chave seletora MAN-0-AUT, botão de emergência e relé de segurança, botões de comando "Liga" e "Desliga", sinaleiros "Ligado", "Desligado" e "Defeito/falha" e horímetro mecânico. As IHMs dos inversores serão instaladas na porta do painel interno.
- DPS na entrada da alimentação do painel, iluminação e ventilação interna e resistência de aquecimento.
- Bornes para entrada e saída de cabos de força e controle no painel.

Tipo de painel	Autoportante
Composição dos barramentos:	3 fases + 1 terra (+ 1 neutro, sem estar previsto em 220Vca/3F).
Tipo de instalação:	Abrigada.
Temperatura ambiente:	<40 °C
Altitude:	<1.000 m
Proximidade do mar:	Conforme o local do projeto em questão.
Área classificada:	Não Ou conforme projeto em questão.
Umidade relativa do ar:	80%
Sujeito a vibrações:	Não.
Classe de tensão:	600V
Frequência nominal:	60Hz
Tensão de alimentação do comando:	220Vca
Tipo de aterramento:	Por transformador de comando Estrela (solidamente aterrada no secundário).
Esquema de aterramento:	TN-S
Grau de proteção:	IP-51 mínimo.
Forma construtiva do painel:	2b (ou conforme alinhamento com a contratante).
Resistente ao tempo:	Não. Instalação abrigada.
Resistente à corrosão:	Sim, para os barramentos.
Material de construção:	Chapas de aço – estrutura: 12 MSG Portas, fechamentos e placas de montagem: 14 MSG.
Flanges (entrada/saída de cabos):	Sim, na parte inferior do armário.
Conexões elétricas:	Por bornes.
Fechamento frontal:	Porta com punho e fechadura tipo Yale.
Fechamento lateral e traseira:	Aparafusadas.
Pintura externa:	Munsell N6.5.
Espessura de pintura:	140 microns (eletrostática – poliéster).
Pintura da placa de montagem:	Laranja Munsell 2,5YR6/14.



- Todos os painéis deverão ter plaqueta metálica devidamente fixada (rebitada) no corpo do painel com, no mínimo, as seguintes informações:
  - Identificação do fabricante.
  - Identificação do painel com *tag*, nome da estação (e/ou do processo controlado) e número de série.
  - Principais características elétricas (tensão de alimentação, tensão de comando, frequência, classe de tensão etc.)
  - Data de fabricação.
- Todos os painéis deverão vir acompanhados de diagramas elétricos contendo:
  - Diagramas unifilares.
  - Diagramas trifilares.
  - Diagramas funcionais e de comando.
  - Diagramas de interligações.
  - Lista de materiais com as quantidades, as especificações e o nome do fabricante.
  - Ajustes de disjuntores, inversores, soft-starters e relés.
  - Layout do painel (interno e externo).
  - Lista de I/O do CLP.
  - Lista de endereços IP.
  - Lista de bornes.
  - Lista de interligações elétricas.
  - Lista de endereços Modbus (% MWs Memory Words).
- Os arquivos editáveis deverão ser fornecidos todos no formato AutoCAD ou num compatível para arquivamento da Iguá Saneamento.
- Para todos os painéis, deverão ser fornecidos, no mínimo, os relatórios de inspeção e de ensaios de rotina.
- Os painéis dos CLPs e dos CCMs já deverão vir, de fábrica, integrados mecanicamente e eletricamente. Porém, a depender do seu tamanho (caso sejam de dimensões inadequadas para que sejam transportados completamente montados), o painel poderá ser fornecido em partes (grupos de colunas montadas). A empresa contratada para o fornecimento será responsável pela montagem e pela integração (mecânica e elétrica) em campo, garantindo o seu funcionamento pleno.
- Os CLPs deverão ser construídos em colunas separadas da parte de potência do painel. No caso de painéis de potência menores, uma área adequada para o CLP deverá ser prevista.
- Todo painel elétrico deverá ter um disjuntor-geral de entrada e de proteção e contar com protetores de surto da marca Schneider. Os protetores de surto deverão ser protegidos por disjuntor, de acordo com as especificações da Schneider Electric. A responsabilidade pela especificação das proteções e dos ajustes será da empresa contratada para o fornecimento. Os disjuntores e dos protetores de surto deverão ter a sua atuação sinalizada para o I/O do CLP (aberto e fechado), os disjuntores e *trip* (para os protetores de surto.



- Todas as portas dos painéis a serem fornecidos deverão ter dispositivos de bloqueio que impeçam as portas e/ou as tampas de serem abertas enquanto o painel e/ou as partidas estiverem energizados.
- A tensão dos circuitos de comando das partidas de motores deverá ser em 220Vca, por meio de transformador de comando. A sinalização para o I/O do CLP deverá ser em 24Vdc.
- Não serão permitidas alimentações de quadros de luz e/ou similares, com 220Vca gerado a partir de fase e neutro de 380V dos painéis de potência ou de transformadores. A alimentação desses quadros de luz deverá ser em 220Vca trifásico (por transformadores específicos nos painéis de potência ou nas subestações/cabines).
- Caso haja a previsão de válvulas automáticas, os atuadores elétricos deverão ser alimentados a partir dos painéis de potência (CCMs) em 220Vca/trifásico, com alimentadores por disjuntor-motor da marca Schneider Electric. Todos os disjuntores deverão ser sinalizados ao CLP quando da atuação da proteção elétrica. Os atuadores deverão ter, também, minimamente, os seguintes itens: botoeiras integradas (abre, fecha, manual/0/auto, emergência), display digital, I/O de status e comando remoto, interface RS-485/Modbus (conforme aplicação) etc.
- Cada painel elétrico de potência deverá ter um botão geral de emergência com relé de segurança da marca Schneider Electric e da família Preventa. O acionamento do botão de emergência implicará o desligamento ou a paralisação de todos os acionamentos (partidas de motores) controlados pelo painel.
- Os instrumentos de medição de vazão e de nível deverão possuir IHM (conversor) remota, alimentada em 220Vca, com a interface com o protocolo RS-485/Modbus. Não serão aceitos instrumentos com IHM/display acoplada ou integrada ao instrumento ou à sonda. Para os medidores de vazão, deverá ser prevista a leitura de volume acumulado (em m³).
- Para a instrumentação analítica de processo, os controladores/IHM deverão ser remotos, alimentados em 220Vca, com interface com o protocolo RS-485/ Modbus e/ou ethernet/Modbus.
- As entradas e saídas analógicas 4~20mA "de" e "para" o campo deverão ter protetores de surto.
- Todas as redes RS-485/Modbus "de" e "para" o campo deverão ter protetores de surto.
- As redes RS-485/Modbus partirão do CLP até cada equipamento na configuração "estrela", por meio do Hub RS-485, da marca Schneider (código LU9GC3).
- As bombas deverão ter intertravamento elétrico (via contatos secos) com os seus respectivos pressostatos, caso existam. Um contator auxiliar (para a interface com os instrumentos de campo, em 220Vca) deverá ser utilizado visando ao bloqueio e ao desligamento dos circuitos de comando auxiliar de cada partida de motor.
- Os relés de proteção (do próprio fabricante) presentes nas bombas deverão ser instalados nos painéis de potência da planta e atrelados aos respectivos circuitos elétricos de comando. O sinal de falha do relé deverá intertravar eletricamente



o circuito de comando da bomba e sinalizar para o CLP. A alimentação dos relés deverá ser prevista em 220Vca.

- Os cabos de potência e de sinais deverão ser segregados fisicamente, para que não se toquem ou se misturem, evitando-se, assim, interferências eletromagnéticas entre eles. Isso vale, principalmente, para a distribuição elétrica nas estações ou nas plantas.
- Cada partida de motor deverá ter seu próprio circuito de comando auxiliar, composto por contatores auxiliares. Não será permitido que as funções desses circuitos de comando sejam feitas diretamente ou por meio dos CLPs e/ou pelos próprios acionamentos. A sinalização de status ("Ligado" e "Desligado"), de seleção "Manual 0 Auto", de falhas, de atuação dos botões "Liga" e "Desliga" e de acionamento das sinalizadores luminosos será feita pelos circuitos de comando auxiliares. Os inversores de frequência não serão utilizados como remotos de I/O dos CLPs.
- Todas as saídas digitais dos CLPs conectadas com equipamento instalado em campo deverão ter um relé ou um contator auxiliar (externos ao CLP), que ficará atrelado a essas saídas do CLP em 220Vca. Um exemplo são as válvulas solenoides. Todas elas deverão ter bobinas em 220Vca e estar em campo.
- Os inversores de frequência deverão ser fornecidos com interface gráfica (IHM), módulo de comunicação Ethernet/Modbus com porta RJ-45 e entradas e saídas analógicas 0/4~20mA e/ou 0~10V, e I/O (E/S) físico. Fabricantes aceitos: ABB, Siemens e Danfoss.
- A proteção de entrada dos inversores de frequência deverá ser feita por disjuntores, de acordo com as especificações da Schneider Electric. A responsabilidade pela especificação das proteções será da empresa contratada pelo fornecimento. As partidas por inversor de frequência deverão ter, obrigatoriamente, rampa de partida e rampa de parada ajustáveis.
- Todas as referências de velocidade para os inversores de frequência serão via rede Ethernet/Modbus ou RS-485/Modbus.
- As leituras provenientes dos inversores de frequência serão via rede Ethernet/ Modbus ou RS-485/Modbus.
- Os sinais de "Falha do Inversor" e de "Habilita Inversor" serão via I/O (entradas/ saídas) de cada acionamento, por circuitos de comando de partida com contatores auxiliares.
- Todas as partidas do tipo soft-starter (se estiverem prevista)s para a composição dos painéis elétricos deverão ser da marca Schneider (família Altistart ATS-48).
   Para potências menores do que 7,5CV, poderão ser empregados as soft-starters da família Altistart ATS-01.
- Todas as soft-starters deverão ser fornecidos com display para configuração e diagnóstico e com módulo de comunicação RS-485/Modbus (porta RJ-45).
- A proteção de entrada de todas as soft-starters deverá ser feita por disjuntores, de acordo com as especificações da Schneider Electric. A responsabilidade pela especificação das proteções será da empresa contratada.



- Todas as partidas por *soft-starter* deverão ter rampa de partida e rampa de parada.
- As leituras provenientes dos inversores de frequência serão via rede RS-485/ Modbus.
- Os sinais de falha da *soft-starter* e de Habilita *soft-starter* serão via I/O de cada acionamento, por circuitos de comando de cada partida (com contatores auxiliares).
- Os instrumentos com sinal analógico 4~20mA a dois fios (alimentação em 24Vdc em loop, com o sinal analógico 4~20mA) não poderão estar interligados num mesmo cartão/módulo de CLP que tenha instrumentos com sinal analógico 4~20mA a quatro fios (sinal analógico 4~20mA independente da alimentação do instrumento).
- Os CLPs deverão ser da marca Schneider Electric, abrangendo as famílias M241 (código TM241CE40T) e M251 (código TM251MESE). A família M221 (código TM221CE40T) somente poderá ser utilizada mediante autorização da Iguá. A seguir algumas orientações gerais para a composição dos CLPs:
  - Cartões adicionais, se necessários: códigos TM3Al4 (entradas analógicas) eTM3AQ4 (saídas analógicas).
  - As IHMs, se existirem, deverão ser conectadas apenas na porta de serviço da CPU do CLP. Se forem conectadas em Ethernet, as IHMs deverão ficar na rede interna do painel e, sempre, em nível abaixo do CLP, em termos de rede de comunicação.
  - Deverá ser prevista uma porta de serviço de conexão de *notebook* (para programação e manutenção).
  - Deverão ser considerados, no mínimo, 20% de I/O (E/S) reservas para digitais e analógicas. Valores quebrados deverão ser, sempre, arredondados para maior.
  - As redes Modbus/RTU não deverão ter mais do que 8 escravos por rede.
  - As redes Modbus/RTU (RS-485/Modbus) deverão utilizar o *hub* Modbus Schneider, código LU8GC3, e com terminador código VW3A8306RC.
  - As redes Modbus/RTU internas dos painéis (para ligação de *soft-starter*, por exemplo) e a rede de campo (para ligações de instrumentação e atuadores elétricos, por exemplo) deverão estar interligadas em canais RS- 485 diferentes.
  - Sempre que for possível e aplicável, os módulos de entradas e saídas analógicas deverão ter borneiras Telefast (códigos ABE7CPA02 e ABE7CPA021).
  - Sempre que for possível e aplicável, os módulos de entradas e de saídas digitais deverão ter borneiras Telefast (códigos ABE7H16R21 e ABE7R16S210).
  - Rack utilizado pelo CLP deverá ter, no mínimo, dois slots vazios.
  - Deverá ser previsto espaço na lateral do CLP para a expansão futura de cartões/ módulos.
  - Os switches internos ao CCM (para interligação dos acionamentos) deverão ser do tipo básico e gerenciável de oito portas (marca Schneider código TCSESB083F23F0), com topologia em anel entre os switches e o controlador e em "estrela" para os acionamentos.



- Deverão ser apresentados, para aprovação prévia da contratante, os desenhos e a lista de materiais de todos os painéis elétricos.
- Serão de responsabilidade da empresa contratada pelo fornecimento dos painéis o dimensionamento e a instalação de toda a ventilação forçada para as colunas dos painéis, de modo a serem atendidas as exigências dos fabricantes dos equipamentos montados nos painéis. Também deverão ser instalados filtros de pó nas grelhas de ventilação. Cada coluna deverá ter chave micro fim-de-curso para o desligamento da ventilação quando a porta da respectiva coluna estiver aberta.
- Deverão ser previstas, pelo menos duas tomadas de energia nas colunas dos CLPs para a alimentação de notebook, por exemplo, e outros acessórios.
- Deverá ser prevista iluminação nas colunas dos painéis elétricos com acionamento por chave micro fim-de-curso.
- Deverão ser previstas resistências de aquecimento para os painéis elétricos com acionamento por termostatos reguláveis.
- Especial cuidado deverá ser tomado em relação às partes metálicas expostas internas dos painéis elétricos. Todas as partes metálicas nuas e eletrificadas deverão ter proteção mecânica/física contra toque, para que sejam evitados acessos indevidos e acidentes. Deverá ser garantida proteção contra a corrosão para os barramentos e os componentes, especialmente, nas instalações próximas do mar.
- Os instrumentos de medição (nível, vazão etc.), analíticos e de processo (pH, OD, Redox, SST etc.) deverão ter um disjuntor individual para seus controladores/ IHMs, com alimentação em 220Vca.
- Deverá haver atenção especial para os instrumentos alimentados em 24Vdc em loop, com os seus sinais analógicos 4~20mA. A proteção também terá de ser individual, sendo devidamente especificada para esses casos.
- Caso sejam adotados no-breaks nos CLPs, todos deverão ser da marca APC/ Schneider, com potência mínima de 1,0kVA. O no-break deverá ter um contato seco livre de potencial para a indicação de falha, defeito ou anomalia no equipamento, para sinalização aos respectivos CLPs ou remotas.
- Os diagramas elétricos, nas suas versões finais de cada painel elétrico, deverão ser fornecidos pela empresa contratada em papel, encadernados e apresentados em mídia eletrônica na extensão ou no formato "dwg" (AutoCAD).
- Os arquivos eletrônicos editáveis dos programas dos CLPs, SCADAs e IHMs, nas suas últimas versões e sem senhas, deverão ser entregues, ao final da obra, pela empresa contratada à unidade da Iguá Saneamento.

# **INSTRUMENTAÇÃO**

#### TRANSMISSORES DE VAZÃO

 Deverá ser especificado o tipo de medição de vazão compatível com as aplicações em especial aquelas de recalque de esgoto bruto. As alternativas esperadas: medidores eletromagnéticos e medidores ultrassônicos.



- Os medidores deverão possuir controlador/IHM remoto com alimentação em 220Vca. Deverá ser previsto disjuntor alimentador específico para cada instrumento.
- Deverão ter as seguintes interfaces: saída analógica 4~20mA para vazão instantânea (em l/s ou m³/h), saída pulsada (contato seco) para indicação de volume (1 pulso por m³) e interface de comunicação RS-485/Modbus. A comunicação com o CLP deverá ser, preferencialmente, via interface RS-485/Modbus.
- Marcas aceitas: Khrone-Conaut, Endress+Hauser e Siemens.

#### TRANSMISSOR DE PRESSÃO

- Deverão ser adotados transmissores de pressão para o monitoramento de pressão das linhas de recalque e/ou da sucção/entrada do booster. Nesse último caso, o transmissor deverá ter capacidade para, também, medir pressões negativas. Os instrumentos deverão ser configuráveis e calibráveis. O protocolo para fins de configuração e calibração poderá ser o HART.
- Os medidores deverão ter controlador/IHM integrado. Conforme o caso, ele poderá ser do tipo remoto. A alimentação preferencial será em 220Vca. Deverá ser previsto um disjuntor alimentador específico para cada instrumento, mesmo que em 24Vdc.
- Deverão possuir as seguintes interfaces: saída analógica 4~20mA para medição instantânea de pressão. Não serão aceitas comunicações digitais desses instrumentos via protocolo HART.
- Marcas aceitas: Yokogawa, Khrone-Conaut, Schneider, Endress+Hauser e Siemens.

#### SERVIÇOS DE PROGRAMAÇÃO DOS CLPS

As linguagens de programação a serem empregadas poderão ser as seguintes

- Ladder.
- Grafcet ou Sequence Language (SFC).
- Linguagem de Bloco de Função Function Block Language (FBD).
- Instruction List (IL).
- Structured Text (ST).

#### **Observações**

- A linguagem ladder será a principal e a preferencial para a maioria dos casos de programação. As demais deverão ser para os casos nos quais a linguagem ladder não for suficiente às lógicas e às programações necessárias.
- Para as leituras dos transmissores de vazão com interface RS-485/Modbus, especialmente para o volume acumulado em m³, deverá ser empregada a lógica para leitura Double Precision Float 64 bits (IEEE 754-1985)
- Os protocolos de comunicação serão o Modbus e o Ethernet/Modbus.
- Os programas terão de ser organizados em pastas e/ou subpastas, por afinidade de função. Por exemplo: alarmes, comunicações, lógicas operacionais e Intertravamentos, normalização (endereçamento de troca de dados de/para o SCADA em endereços % MW).



- Será permitida a utilização de macros, desde que sejam nativas do próprio CLP.
- A contratada deverá configurar e parametrizar todos os módulos do CLP: CPUs, módulos de comunicação, módulos de entradas e/ou de saídas digitais e módulos de entradas e/ou de saídas analógicas, racks etc.
- A contratada deverá configurar e parametrizar todos os switches Ethernet, bridges Ethernet/RS-485Modbus, módulos de comunicação de inversores e soft-starters, relés de proteção, relés inteligentes, medidores de grandezas elétricas, módulos de comunicação de disjuntores, placas de rede de servidores, instrumentos com comunicação Ethernet/Modbus e/ou RS-485/Modbus, câmeras-IP etc.
- A contratada deverá providenciar a programação da comunicação digital entre os painéis/equipamentos, conforme se pode ver a seguir:
  - SCADA → Estações Ethernet/Modbus.
  - CLPs → Inversores de frequência Ethernet/Modbus e/ou RS-485/Modbus.
  - CLPs → Soft-starters Ethernet/Modbus e/ou RS-485/Modbus.
  - CLPs → Instrumentos Ethernet/ Modbus e/ou RS-485/Modbus e/ou 4~20mA/.
- A contratada deverá fornecer à contratante cópia, em mídia eletrônica, da última versão do programa em execução em cada CPU dos CLPs, sem o uso de qualquer tipo de senha.
- A contratada deverá utilizar tags para todas as variáveis empregadas na programação, assim como para as entradas e saídas físicas de CLPs, variáveis auxiliares, temporizadores, blocos de programação, status, alarmes e afins. Também deverão constar, sempre, comentários sucintos nas linhas de programação (onde for cabível).
- Não será permitido o uso de senhas nas CPUs, a não ser que exista orientação contrária da contratante.
- A contratada deverá apresentar, previamente (para a aprovação da contratada), um plano de endereçamento de IPs de todos os equipamentos.
- A contratada deverá apresentar, previamente (para aprovação da contratante), um plano de endereçamento de todas as Words de Memória (%MWs) de cada equipamento, em especial as utilizadas para endereçamento de comunicação.
- A contratada deverá programar as lógicas de funcionamento e de intertravamentos dos equipamentos de cada estação, conforme o descritivo de automação a ser fornecido pela contratante após a formalização da contratação.
- De acordo com o descritivo de automação, todos os programas dos CLPs deverão ter, no mínimo os seguintes itens:
  - Lógicas de funcionamento e/ou de operação e/ou intertravamentos dos equipamentos.
  - Lógicas de intertravamentos operacionais e de proteção.
  - Lógicas de revezamento por tempo e/ou por falha de todos os equipamentos;
  - Lógicas de alarmes.
  - Lógicas de telecomandos.
  - Lógicas de horímetros (tempo de funcionamento) de cada equipamento.



- Lógicas ou algoritmos de controle PID.
- Lógicas de comunicação digital.
- Lógicas e endereços de memória (%MW) para o interfaceamento com o *software* SCADA.
- Lógicas e endereços de memória (%MW) para o interfaceamento com todas as partidas de motores.
- Lógicas e endereços de memória (%MW) para o interfaceamento com todos os instrumentos de processo (nível, pressão, vazão etc.) e/ou analíticos (OD, pH, SST, turbidez etc.)
- Demais lógicas e programas necessários para a completa e perfeita execução do sistema de automação e telegestão de cada estação.
- A contratada deverá programar e ajustar/sintonizar todos os laços de PID, conforme o descritivo de automação. A seguir, estão os principais itens previstos:
  - PID de controle de pressão do barrilete de saídas das bombas das elevatórias de água e boosters.
  - Instrumento de medição (transmissor de pressão no barrilete de saída das bombas).
  - Equipamento de atuação (inversor de frequência nas bombas).
  - PID de controle de nível de poço de sucção das elevatórias de esgoto finais (principais).
  - Instrumento de medição (transmissor de nível no poço de sucção das bombas).
  - Equipamento de atuação (inversor de frequência nas bombas).
- Todos os valores dos parâmetros configurados nos PIDs deverão ser fornecidos para a contratante.

# PROGRAMAÇÃO DOS CLPS

#### CONTROLE DA PRESSÃO DA LINHA DE RECALOUE

Os boosters bombeiam diretamente para a rede de abastecimento/distribuição e têm uma ou mais bombas detentoras de inversores de frequência, com variação de suas velocidades para a regulagem e o controle da pressão de saída (pressão do barrilete).

Um controle PID (Proporcional-Integral-Derivativo) deverá ser previsto e devidamente configurado na lógica da programação do CLP. O PID fará o controle e a regulagem da pressão da linha de recalque "segundo a segundo" (on-line). Para o sinal de feedback do PID, um sinal analógico de pressão será enviado diretamente ao CLP (sinais digitais também poderão ser adotados). Não serão aceitos controles PIDs executados pelos inversores de frequência.

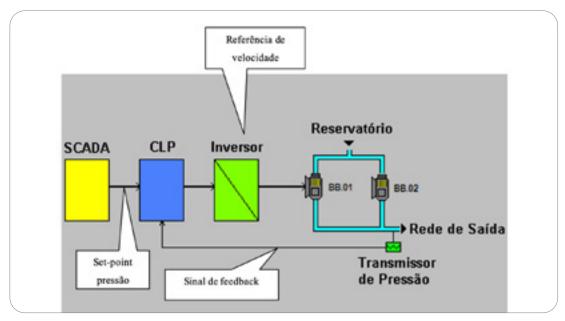
O transmissor de pressão deverá ser instalado no barrilete de saída das bombas. Ou, logo, no início da linha de recalque (desde que não seja muito distante do painel de comando da estação). Por outro lado, a partir do CLP, será enviado, continuamente, ao inversor um sinal de referência de velocidade, que deverá seguir os valores de velocidade, de modo a produzir a pressão desejada na rede.

Os sinais trocados entre CLP e inversor, no mínimo, deverão ser por sinal analógico 4~20mA. Nesse caso, será o sinal de referência de velocidade e de velocidade real



(variando de 0 a 100%). A depender do projeto previsto e da quantidade de inversores, a comunicação poderá ser digital (RS-485/Modbus e/ou a mais preferível em Ethernet/Modbus).

Os sinais de referência de velocidade para os inversores e as leituras das informações elétricas deverão ser, nesse caso, via rede de dados. Os sinais de *status*, de falha e de habilita do inversor serão por circuito de comando auxiliar (sinais elétricos). Os *set-points* de pressão serão gerados remotamente no SCADA, via telecomandos.



Configuração do controle de pressão pelo CLP/SCADA

#### **BOMBA**

O acionamento e a habilitação (permissão) das bombas ocorrerão quando a pressão operacional tiver sido alcançada (gerada via programação, pela leitura da variável medida pelo transmissor de pressão de entrada ou pressostato ou eletrodo).

Seu desligamento se dará pelo sinal de pressão baixa ou de falta de água de entrada. Por medida de segurança, a bomba também deverá ser desligada eletricamente no circuito de comando de cada partida.

As bombas não serão acionadas (partida do repouso) quando os sinais de pressão baixa ou de falta de água de entrada estiverem presentes, via programação CLP e/ ou eletricamente nos circuitos de comando de cada partida.

A lógica de funcionamento será a mesma daquela descrita no tópico "Recalque – Controle de Pressão da Linha". A função de PID, configurado e programado na lógica *ladder*, para controle da pressão da linha de saída (recalque), ficará a cargo do CLP da estação. O PID será responsável pelo controle do inversor da bomba.

Os intertravamentos para segurança da bomba serão feitos por pressostato (entrada e/ou por transmissor de pressão). Assim, será evitada a operação da bomba a seco. O circuito de comando da bomba deverá ter a seletora "Manual – 0 – Automático".



## INDICAÇÕES DO SCADA

#### Alarmes

- Alarme de falha de comunicação ou energia (falha de comunicação entre o CLP da estação e o SCADA).
- Alarme de falha de comunicação instrumentação (falha de comunicação entre o CLP e os instrumentos e/ou equipamentos em rede um alarme para cada instrumento e/ou equipamento).
- Alarme de discordância Bombas (um alarme por bomba).
- Alarme de falha Bombas (falha elétrica da partida do motor e/ou do disjuntor de proteção da partida e/ou do relé da bomba um alarme por bomba).
- Alarme de pressão muito alta Linha de recalque (um por linha de recalque).
- Alarme de pressão alta Linha de recalque (um por linha de recalque).
- Alarme de pressão baixa Linha de recalque (um por linha de recalque).
- Alarme de pressão muito baixa Linha de recalque (um por linha de recalque).
- Alarme de vazão muito alta Linha de recalque (um por linha de recalque).
- Alarme de vazão alta Linha de recalque (um por linha de recalque).
- Alarme de vazão baixa Linha de recalque (um por linha de recalque).
- Alarme de vazão muito baixa Linha de recalque (um por linha de recalque).
- Alarme de pressão baixa Entrada do booster (bombas).
- Alarme de pressão muito baixa Entrada do booster (bombas).
- Alarme de falta de água Entrada do booster (bombas).

#### Sinalizações

- Status Bombas (ligado/desligado), um por bomba.
- Seleção manual/automático Bombas (um por bomba).

#### Indicações

- Horímetro Bombas (um por bomba).
- Velocidade Real Bombas (com gráfico, um por bomba).
- Pressão de entrada do booster (com gráfico).
- Pressão da linha de recalque (com gráfico).
- Vazão instantânea da linha de recalque em litros/segundo (com gráfico, um por linha).
- Volume acumulado bombeado/recalcado (em m³,um por linha de recalque).

#### Telecomandos

- Reset de falhas Não/Sim (retorna à posição "Não", via *ladder*, por temporização).
- Set-point de pressão da linha de recalque.
- Set-point de velocidade remota das bombas (um comando comum para todas as bombas).
- Seleção local/remoto Bombas (um por bomba).
- Telecomando desliga/liga Bombas (um por bomba).



# **CONVENÇÕES ADOTADAS**

A seguir, as convenções de hierarquia de comando adotadas a serem estabelecidas nas lógicas de programação das estações:

#### Chave seletora "Manual – 0 – Automático"

Está localizada na porta dos painéis de comando das estações. Deverá ser adotada uma seletora por partida de motor e por equipamento (bombas, centrífugas, roscas desaguadoras de lodo, preparadores de polímero, grades mecanizadas, peneiras finas, canais desarenadores, adensadores mecânicos, secadores de lodo etc.)

#### Posição "Manual"

As bombas e os equipamentos poderão ser acionados e/ou desligados pelos botões de comando dos painéis de comando (acionamento manual).

## Posição "Automático"

As bombas e equipamentos serão acionados e/ou desligados via CLP. Essa posição estará condicionada ao sistema supervisório SCADA.

# Posição "0" (neutra)

Nessa posição, eletricamente, não serão possíveis comandos manuais e comandos via CLP. A posição não deverá ser identificada com etiquetas nos painéis (trata- se apenas de uma posição).

## • Botões de comando "Liga" e "Desliga"

Localizados na porta dos painéis de comando das estações. Deverá ser considerado um conjunto para cada partida de motor e de equipamento. Não serão aceitos botões de "Liga" e "Desliga" conjugados numa mesma peça e nem com a sinalização luminosa de ligado e desligado integrada.

#### Botão "Liga"

As bombas e os equipamentos poderão ser ligados (acionamento Manual). O botão "Liga" estará condicionado eletricamente à seletora "Manual - Automático". Poderá ser acionado caso a seletora esteja em "Manual".

#### Botão "Desliga"

As bombas e os equipamentos poderão ser desligados. O botão "Desliga" estará condicionado eletricamente à seletora "Manual - Automático". Apenas desligará caso a seletora esteja em "Manual".

#### • Telecomando de seleção "Local – Remoto"

Comando localizado e originado no software de supervisão SCADA. Deverá ser adotada uma seleção por partida de motor e por equipamento (centrífugas, roscas desaguadoras de lodo, preparadores de polímero, grades mecanizadas, peneiras finas, canais desarenadores, adensadores mecânicos, secadores de lodo etc.)

# Posição "Local"

Estará condicionada à seletora "Manual - Automático". Se estiver em "Automático", valerão as lógicas e os intertravamentos contidos nos CLPs. As bombas e equipamentos serão acionados e/ou desligados pela programação dos CLPs.



#### Posição "Remoto"

Estará condicionada à seletora "Manual – Automático". Se estiver em "Automático", valerá o telecomando "Liga – Desliga" no software SCADA. As bombas e os equipamentos serão acionados e/ou desligados remotamente pelo SCADA, via CLP. Nas duas situações, se a seletora "Manual – Automático" estiver em "Manual", as seleções "Local – Remoto" não serão funcionais.

#### Telecomando "Liga – Desliga"

Está condicionado à seleção "Local – Remoto" e à seletora "Manual – Automático". Caso as duas estejam em "Remoto" e "Automático", valerá a seleção feita pelo telecomando "Liga – Desliga" no *software* SCADA. As bombas e os equipamentos serão acionados (ou mantidos assim) se o telecomando estiver em "Liga". Serão desligados (ou mantidos assim) se o telecomando estiver em "Desliga".

Em ambos os casos, se a seletora "Manual – Automático" estiver em "Manual" e/ou a seleção em "Local – Remoto" estiver em "Local", os telecomandos não atuarão, e suas seleções não deverão ser alteradas pelo SCADA e/ou, principalmente, pelo CLP.

## • Hierarquia de comandos (modos de comando)

A seguir, o quadro de funcionamento lógico da hierarquia de comando. Os telecomandos de *set-point* continuarão funcionando independentemente da posição da seletora "Manual/O/Automático". Ou seja: continuarão escrevendo o valor comandado no *set-point* (nas %MWs do CLP).

Posição seletora "Manual – Automático" no painel	Botões "Liga" e Desliga" no painel	Telecomando "Local – Remoto" no SCADA	Telecomando "Desliga" e "Liga" no SCADA
"Neutra"	Sem efeito.	Sem efeito.	Sem efeito.
"Manual"	Habilitados (operam-se pelos botões).	Sem efeito (em qualquer seleção).	Sem efeito (em qualquer seleção).
"Automático"	Sem efeito (botões sem ação).	Em "Local": o CLP segue a programação prevista em <i>ladder</i> .	Sem efeito (em qualquer seleção).
		Em "Remoto": o CLP obedece ao telecomando "Desliga" e "Liga".	Em "Desliga": o motor é desligado e mantido assim até alteração do comando.
			Em "Liga": o motor é ligado e permanece assim até a alteração do comando ou desliga por falha e/ou discordância e/ou algum intertravamento de segurança previsto seja elétrico e/ou no ladder. As condições de desligamento não alteram a seleção desse comando para "Desliga".

#### Alarme de Discordância

Trata-se de alarme para uma situação diferente ou discordante daquela esperada. No caso da automação, é uma situação diferente daquela programada ou solicitada para ocorrer. Ou seja: existia condição lógica para se acionar uma bomba e, de fato, acionou-se a saída digital do CLP. Porém, não houve o sinal digital de retorno indicando que o contator tivesse sido atracado – e a bomba



não ligou. Ou, então, comandou-se o desligamento da mesma bomba, e o sinal de retorno (*status*) continua verdadeiro – e a bomba acabou não desligando.

Na existência desse alarme, um sinal lógico será produzido (bit do alarme de discordância), participando das lógicas operacionais de comando do motor.

Portanto, quando verdadeiro, deverá desabilitar o comando da saída digital do CLP para o respectivo equipamento. Nessas situações, deverá ser verificado o motivo da discordância.

Assim, terá de ser programado, no sistema supervisório, um telecomando para *reset* das falhas. O telecomando deverá voltar a "Não-zero", ao final do comando (temporizado pelo *ladder* no CLP).

O alarme de discordância é, habitualmente, atrelado ao funcionamento dos equipamentos no modo de operação Automático. Um alarme de discordância é necessário para cada equipamento.

#### Observação

Todas estas convenções são válidas para outros equipamentos, como as válvulas motorizadas. Basta que sejam adaptadas as designações dos comandos ("Abre – Fecha"), sinalizações, alarmes etc.

## **HORÍMETRO DOS EQUIPAMENTOS**

Com o objetivo de controlar os tempos de operação de cada equipamento e, consequentemente, possibilitar a futura implementação de um programa de manutenção preventiva, será aconselhável se prever uma lógica de contagem de tempo de operação dos equipamentos. Esses são os chamados horímetros.

Para cada item monitorado, uma lógica no CLP da estação deverá ser prevista, de modo a se registrar (contar) o tempo de funcionamento de cada equipamento.

Ela não substituirá os horímetros mecânicos instalados nas portas dos painéis de comando. Portanto, sempre que possível, os horímetros mecânicos deverão ser mantidos e previstos. Os valores de tempo deverão ser enviados ao sistema SCADA por registradores Memory Words (%MWs).

Automaticamente, os registradores deverão voltar "a zero" ao final de suas capacidades de contagem. Os valores de tempo apresentados no SCADA deverão ser em horas "cheias", não havendo a necessidade de apresentação de seus submúltiplos (exceto nos registradores internos da memória do CLP). Enquanto isso, valores não serão perdidos em caso de desligamento do CLP (por falta de energia, por exemplo).

Portanto, a lógica de contagem deverá prever que, a partir do início de funcionamento de um determinado equipamento, no modo "Automático", o tempo passará a ser contado e armazenado nos registradores de memória do CLP e lido pelo sistema supervisório.

# SERVIÇOS DE PROGRAMAÇÃO E CONFIGURAÇÃO DAS TELAS DAS IHMS DOS CLPS

Este item deverá ser considerado somente se, no *booster*, houver a tela de interação. O tema considera todos os requisitos e serviços técnicos necessários para a programação e a configuração do *software* das IHMs de CLPs. A IHM deverá executar um *software*/aplicativo próprio e compartilhar os mesmos endereçamentos



Modbus (%MWs) com o SCADA do Centro de Controle Operacional (CCO) da contratante. Necessariamente, a IHM deverá ser da mesma marca do CLP empregado.

A IHM será instalada na porta do painel elétrico ou em outro ponto estrategicamente definido para melhor atender à operação do processo (das estações ou plantas). Ela deverá funcionar localmente e em paralelo com os servidores SCADAs do CCO. Não deverão ser previstas redundâncias das IHMs com os CCOs.

Os protocolos para a comunicação com os CLPs serão o Modbus e/ou o Ethernet/ Modbus. Preferencialmente, deverá ser adotado o Ethernet/Modbus.

A IHM comunicará somente ao respectivo CLP e deverá ficar em nível de comunicação abaixo do CLP.

Não serão permitidos comunicações e/ou acessos além daqueles mencionados no item anterior. Também não poderá existir comunicações e/ou acessos entre diferentes redes de comunicação. A IHM não será acessível externamente por meio de qualquer uma das redes de comunicação das estações.

Os inversores de frequência, *soft-starters*, relés de proteção SEPAM, relés inteligentes, medidores de grandezas elétricas, disjuntores, *switches*, *bridges* etc. somente serão acessíveis para configuração e programação localmente. Também não serão acessíveis externamente por qualquer uma das redes de comunicação e/ou pelas IHMs.

Será permitida a utilização de macros de programação e/ou de configuração, desde que elas sejam nativas do *software* SCADA da IHM.

Deverão ser configurados e parametrizados as placas de rede Ethernet, *switches* Ethernet, roteadores, *bridges* Ethernet/RS-485-Modbus, módulos de comunicação de inversores e soft starters, relés de proteção, relés inteligentes, medidores de grandezas elétricas, módulos de comunicação de disjuntores, instrumentos com comunicação Ethernet/Modbus e/ou RS-485/Modbus etc., de modo a viabilizar as comunicações necessárias com os CLPs e o *software* da IHM.

Os arquivos editáveis dos *softwares* da IHM (nas suas últimas versões, e em execução) deverão ser entregues para a contratante ao final da obra.

Deverão ser utilizados *tags* para todas as variáveis empregadas na programação. Também deverão constar, onde forem cabíveis, comentários sucintos nas linhas de programação.

Deverá ser empregado o uso de logins de usuários e senhas para acesso e operação das IHMs As empresas contratadas deverão informar à unidade da Iguá Saneamento todos os usuários pré-cadastrados. A unidade deverá ter a posse total do Usuário Mestre/Principal, com todos os direitos de acesso e de alteração. Também deverá ser apresentado, para aprovação prévia, o plano de endereçamento de IPs de todos os equipamentos.

Também, previamente, deverá ser apresentado à aprovação um plano de endereçamento das Words de Memória "%MWs" de cada equipamento – em especial, as utilizadas para o endereçamento de comunicação.

Deverão, ainda, ser executados testes para a certificação das comunicações de cada IHM com os respectivos CLPs.



As IHMs deverão ser entregues, ao final das implementações, em perfeito estado de funcionamento e de funcionalidade (em cada painel previsto).

As telas deverão ser elaboradas tendo como referência as bibliotecas-padrões empregadas pela Iguá Saneamento.

Será permitida a troca/comunicação/aquisição de dados das IHMs somente com os respectivos CLPs. Para todas as telas das IHMs, deverá ser prevista a composição mínima a seguir.

- Tela inicial, com a logomarca da Iguá Saneamento, nome do projeto (processo ou estação) ou local.
- Menus das telas.
- Atalhos para mudança de tela.
- Sinópticos animados dos processos e dos equipamentos.
- Ícones de alarmes pulsantes com reconhecimento individual por clique do mouse.
- Figuras padronizadas, com animação e coloridas, de todos os equipamentos, conforme *status* do momento.
- Telecomandos padronizados com animação e coloridas de todos os equipamentos, conforme status e/ou seleção do momento.
- Pop-ups de telecomandos padronizados com animação e coloridas de todos os equipamentos, conforme status e/ou seleção do momento.
- Displays padronizados das medições on-line de cada variável de processo medida e distribuídos pelos sinópticos de cada área supervisionada.
- Telas específicas de telecomandos.

Deverão ser previstos e executados as telas e/ou sinópticos (com os respectivos telecomandos) nas mesmas estruturas previstas para os servidores SCADA do escopo anterior. Apenas não serão executadas as partes relativas aos relatórios.

Os requisitos deste tópico poderão variar de acordo com o tamanho da IHM, a capacidade de processamento e a complexidade da aplicação (especialmente, em relação às telas e aos menus). Contudo, os princípios básicos de comunicação e seus critérios não serão alterados.

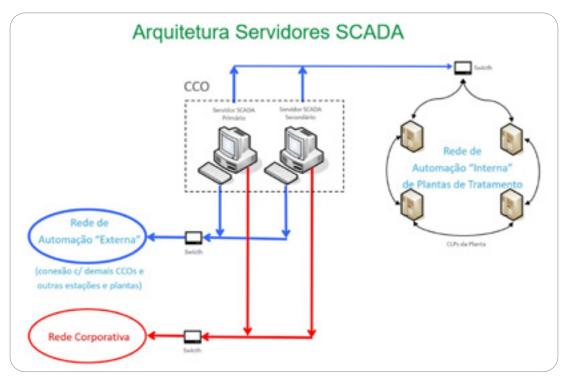
# SERVIÇOS DE PROGRAMAÇÃO E CONFIGURAÇÃO DOS SOFTWARES SCADAS

São todos os serviços técnicos necessários (com fornecimento de materiais) à programação e à configuração dos *softwares* SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) do CCO da contratada, com 2 servidores SCADA redundantes. Todas as estações e todos os locais deverão ser considerados.

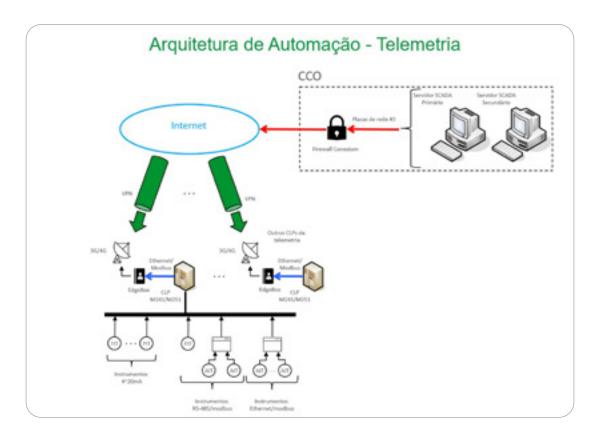
O software SCADA será o Schneider Vijeo Citect, versão 7.40 Service Pack 2 (ou a última versão disponível), fornecido pela contratante. A quantidade de *tags* deverá ser definida em conjunto com a contratante. Os servidores SCADA serão configurados e programados para operar em redundância com o respectivo par de servidor local do CCO.



As figuras a seguir indicam a arquitetura de redundância do CCO e das comunicações previstas.



Arquitetura – opção modem 3G/4G (modem em redondo)





Os protocolos de comunicação com os CLPs serão o Modbus e o Ethernet/Modbus. Cada servidor SCADA terá uma placa de rede Ethernet para cada rede de comunicação. São elas:

- Rede de automação Interna para a comunicação com o(s) CLP(s) interno(s) da ETE Barra da Tijuca.
- Rede de automação externa para a comunicação com os CLPs das estações da cidade.
- Rede corporativa (para a comunicação com a rede de computadores da contratante e com o CCO da holding, em São Paulo).

Todas as placas de rede Ethernet dos servidores SCADA deverão ser configuradas em famílias de endereçamento IP diferentes entre as diferentes redes de comunicação do item anterior.

Não poderá haver comunicações e/ou acessos entre as placas de rede Ethernet de cada servidor SCADA e, igualmente, comunicações e/ou acessos entre as diferentes redes de comunicação.

Os inversores de frequência, *soft-starters*, relés de proteção SEPAM, relés inteligentes, medidores de grandezas elétricas, disjuntores, *switches*, *bridges* etc. somente serão acessíveis para configuração e programação local. Sob nenhuma hipótese ou circunstância serão acessíveis externamente por qualquer uma das redes de comunicação.

A utilização de macros de programação e/ou configuração será permitida desde que elas sejam nativas do *software* SCADA.

Para viabilizar as comunicações com os CLPs e os softwares SCADA, a contratada deverá configurar e parametrizar os seguintes itens: placas de rede Ethernet, switches Ethernet, roteadores, bridges Ethernet/RS-485-Modbus, módulos de comunicação de inversores e soft-starters, relés de proteção, relés inteligentes, medidores de grandezas elétricas, módulos de comunicação de disjuntores, instrumentos com comunicação Ethernet/Modbus e/ou RS-485/Modbus e câmeras-IP.

A contratada deverá fornecer à contratante cópia, em mídia eletrônica, da última versão do programa e/ou das telas em execução em cada servidor SCADA.

A contratada deverá utilizar *tags* para todas as variáveis empregadas na programação. Também deverão constar (onde forem cabíveis) comentários sucintos nas linhas de programação.

Não será permitido o uso de senhas nos *softwares* SCADA, servidores, *switches*, rádios, roteadores e afins, exceto se houver orientação contrária da contratante.

A contratada deverá apresentar, previamente, para a aprovação da contratante, o plano de endereçamento de IPs de todos os equipamentos. A contratada também deverá apresentar, previamente, para aprovação da contratante, o plano de endereçamento das Words de Memória "%MWs" de cada equipamento, em especial, as utilizadas para o endereçamento de comunicação.

A contratada deverá promover testes e certificar, para a contratante, as comunicações de cada servidor SCADA com as redes de comunicação, CLPs, servidores, equipamentos etc.



A contratada deverá entregar os servidores SCADA em perfeito estado de funcionamento e de funcionalidade (em cada site previsto).

Todas as bibliotecas-padrões empregadas pela contratante serão fornecidas à contratada vencedora da contratação, para que haja a elaboração de telas de sinópticos, telecomandos, alarmes, *displays*, figuras, definição de cores, definição de animações, relatórios etc.

Somente será permitida a troca/comunicação/aquisição de dados dos CLPs das estações com os servidores SCADA da ETE Barra da Tijuca. Os servidores SCADA de outros CCOs (caso existam) farão a aquisição de dados por meio dos servidores SCADA da ETE Barra da Tijuca, e não diretamente com os CLPs.

Para cada estação/CLP sob supervisão, deverá ser executado um alarme de comunicação (com o ícone pulsante e sonoro na respectiva tela do *software* SCADA e as mensagens na barra de alarmes). Na tela, com planta ou processo gerais, deverão ser inseridos todos os ícones de alarmes pertinentes.

As telas dos servidores SCADA deverão apresentar a seguinte composição:

- Tela inicial com a logomarca da Iguá Saneamento.
- Tela inicial com o mapa.
- Tela inicial com o mapa do sistema de abastecimento de água ou de esgotamento sanitário.
- Menus das telas.
- Menus dos relatórios.
- Menus dos gráficos de tendências.
- Atalhos para mudança de tela.
- Sinópticos animados dos processos e dos equipamentos.
- Ícones de alarmes pulsantes e sonoros com reconhecimento individual pelo clique do mouse.
- Barras de mensagens de status com datas e horas das ocorrências.
- Barras de mensagens de alarmes com datas e horas das ocorrências (do reconhecimento e da normalização). O reconhecimento poderá ser feito, também, clicando-se diretamente na mensagem de alarme, desde que o usuário esteja "logado".
- Figuras padronizadas com animação e coloridas de todos os equipamentos, conforme o *status* do momento.
- Telecomandos padronizados (com animação e coloridos) de todos os equipamentos, conforme o *status* e/ou a seleção do momento.
- *Pop-ups* de telecomandos padronizados com animação e coloridas de todos os equipamentos conforme *status* e/ou seleção do momento.
- *Displays* padronizados das medições *on-line* de cada variável de processo distribuídos pelos sinópticos de cada área supervisionada.



- Telas específicas de telecomandos.
- Gráficos de tendências pré-executados.
- Relatórios padrões (pré-programados).

Deverão ser executadas as seguintes telas e/ou os seguintes sinópticos, com os respectivos telecomandos, mensagens (alarmes e *status*), ícones, gráficos de tendências, relatórios:

- Atualização da planta geral da concessionária, com atalhos automáticos para as respectivas telas dos boosters implantados.
- EEAs (um conjunto para cada booster):
  - Previsão: uma tela (sinóptico mais telecomandos).
  - Gráfico(s): 1, com 10 variáveis, no mínimo.
  - Relatório(s): 1, com 10 variáveis, no mínimo.

Caso ocorra uma execução menor do que as quantidades propostas em cada item, o saldo de telas e/ou de variáveis (*tags*) não executadas de um item poderá ser utilizado para a complementação dos outros itens.

A contratada deverá ser emitir relatórios diários com as atividades realizadas.

Todos os PIDs deverão ter, nas respectivas telas de processo, seus parâmetros configuráveis via telecomandos de *set-point*. O acesso e as alterações desses parâmetros ocorrerão, somente, com o uso de senhas de administrador. A contratada deverá garantir que, mesmo, na falta de comunicação entre o SCADA e o CLP, os valores de parametrização do PID não serão perdidos, e que será mantido o último valor de *set-point* enviado pelo SCADA.

Para efeitos de estimativa da quantidade de tags dos SCADAs, deverão ser considerados, também, no mínimo, os seguintes itens para cada equipamento das estações:

#### **STATUS**

- "Desligado/Ligado".
- "Manual/Automático" (status da seletora do painel elétrico).
- "Aberto/Fechado".

### **ALARMES**

- Alarme patrimonial (invasão da estação).
- Falha (elétrica).
- Discordância.
- Falha de comunicação (para cada CLP com SCADA).
- Falha de comunicação (para cada instrumento com o CLP).
- Nível: Alto/Baixo/Muito Alto/Muito Baixo.
- Pressão de saída: Alta/Baixa/Muito Alta/Muito Baixa.
- Pressão de entrada: Alta/Baixa/Muito Alta/Muito Baixa.



- Falta de água entrada booster.
- Vazão: Alta/Baixa/Muito Alta/Muito Baixa.

#### **TELECOMANDOS**

- Reset de falhas (retorno à posição "Não" por temporização no programa do CLP).
- "Desliga/Liga".
- "Local/Remoto".
- Set-points: pressão (mca), velocidade remota da bomba (%), níveis dos alarmes (% ou m).

# **INDICAÇÕES**

- Nível (m e %).
- Velocidade dos motores (rpm e %).
- Pressão (mca, bar).
- Vazão (l/s, m³/h).
- Volume acumulado (m³).
- Abertura (em % para as válvulas e comportas, com atuador elétrico).
- Grandezas elétricas (V, A, kW, kVA, kVAr, kWh, cos φ/FP etc.)

Todos os arquivos editáveis dos *softwares* SCADA, em suas últimas versões, deverão ser entregues para a contratante ao final da obra.

# IMPLEMENTAÇÃO DA COMUNICAÇÃO ENTRE ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS E O CCO

São as implementações e montagens das infraestruturas e dos sistemas para as redes de comunicação entre as estações listadas a seguir e o CCO (com confirmação, pela contratante, do local definitivo).

A contratada deverá executar projeto de interligação e comunicação para as estações elevatórias em conformidade com o escopo do CCO da contratante.

Deverá ser avaliada, pela contratada, a melhor opção técnica de interligação e comunicação, considerando-se: estabilidade e confiabilidade altas de cada *link*, segurança cibernética e custos de implementação, operação/manutenção.

Após a definição da solução de comunicação e interligação, deverá ser elaborado, pela contratada, projeto executivo da rede de comunicação das elevatórias. A solução deverá ser aprovada pela contratante.

Os tipos de comunicações a serem avaliados pela contratada são: rede de rádios (licenciados ou livres de licença), rede de fibras ópticas e *modem* 3G/4G.

A contratada poderá optar pela mescla de soluções, desde que existam até dois tipos de comunicação no projeto. A contratada deverá, no entanto, evitar soluções muito heterogêneas, que poderão dificultar a operação e a manutenção do sistema pela contratante.



Deverá ser prevista a lógica de *data-logger* nos CLPs das elevatórias de escopo para o registro dos dados coletados, visando à realização de backup no caso de falha da comunicação com o *software* SCADA.

A contratada deverá dimensionar corretamente as capacidades dos CLPs, de modo a garantir o armazenamento dos dados por, no mínimo, 10 dias, período que deverá ser confirmado no projeto executivo.

Será escopo da contratada a implementação da solução técnica de interligação e comunicação das estações elevatórias do escopo. Deverão ser incluídos: materiais, equipamentos, SPDA, aterramento e mão de obra.

Para as estações com *link* via rádio, a contratada deverá elaborar projeto com cálculos teóricos de viabilidade e realizar ensaios de campo (*site-survey*) para verificação das condições de implementação dos enlaces de rádio, de modo a garantir a estabilidade e a confiabilidade dos enlaces (*links*), com no mínimo, os seguintes itens:

- Topologia de rede proposta.
- Verificação e definição de pontos de repetição de sinal necessários.
- Níveis de sinal necessários.
- Distâncias envolvidas.
- Alturas necessárias de torres e/ou postes, de modo a se garantir a visada das antenas e/ou o nível de sinais.
- Identificação de obstáculos naturais e artificiais.
- Definição de frequências (canais), bandas e velocidades necessárias e mínimas.
- Plano de endereçamentos IP.
- Lista de materiais e especificações técnicas.
- Emissão de relatórios, memórias de cálculo, memoriais descritivos, peças gráficas, perfis de terreno, típicos, detalhes etc.
- Emissão de ART do projeto, instalações e enlaces.

#### **Observações**

Será desejável que a frequência dos rádios esteja na faixa de 900 MHz – livre de licenciamento da Anatel. Faixas de frequências superiores poderão ser avaliadas. A adoção de frequência de rádio na faixa de 400 MHz também poderá ser avaliada. Contudo, deverá previsto projeto para o licenciamento na Anatel. Ficará a critério da contratante a adoção ou não dessa opção (em parte ou na totalidade). A interface de comunicação preferencial será Ethernet/Modbus.

A contratada deverá garantir a estabilidade, a qualidade e a confiabilidade de cada enlace de rádio, mesmo com condições climáticas não favoráveis ou ruins (pontuais ou permanentes), como chuvas e/ou nevoeiros intensos. A contratada deverá realizar testes para a comprovação da qualidade e continuidade/estabilidade dos links/enlaces, com a emissão do relatório técnico correspondente.

A contratada deverá, também, definir o melhor local para instalação do rádio de cada estação e no CCO, e indicar, na proposta técnica, a solução considerada.



Os protocolos de comunicação dos rádios deverão ser Ethernet/Modbus e/ou Modbus. Deverão ser fornecidos e instalados *switches* Ethernet industriais para a interligação dos servidores SCADA no CCO e nos pontos de repetição de rádios. Preferencialmente, deverão ser *switches* da marca Schneider Electric. Vale lembrar que terão de ser previstas barreiras e segurança cibernéticas para a proteção dos dados e da rede de comunicação.

No caso de adoção de rádios licenciados, será de responsabilidade da contratada a elaboração de projeto para protocolo e licenciamento na Anatel, que poderá demandar (até a aprovação final do licenciamento) alterações, esclarecimentos, complementações, correções e alterações.

Para todas as estações com comunicação via rádio e/ou modem 3G/4G, deverá ser providenciada a instalação das antenas, com as seguintes opções: mastros metálicos, postes circulares de concreto e/ou torres metálicas. A contratada deverá avaliar a melhor opção para cada caso e indicar, na proposta técnica, a solução considerada. Deverão ser previstos, ainda, os materiais necessários, suportes metálicos, aterramentos, chumbadores em aço inoxidável, levantamento e içamento de cargas, bases de concreto e SPDA, incluindo as malhas de aterramento.

Os materiais e os serviços, relacionados à essa execução, deverão ser considerados na proposta e fornecidos. Exemplos:

- Cabos RF de antenas.
- Antenas externas.
- Rádios-modems e fontes de alimentação.
- Switches Ethernet industriais.
- Fontes 24Vdc.
- Conectores.
- Cabos de rede cat.5 ou cat.6.
- SPDA para as antenas, com malha de aterramento.
- Anilhas e cintas plásticas.
- Suportes metálicos para fixação das antenas, SPDA e luz de balizamento aéreo.
- Parafusos/porcas/arruelas.
- Luz de balizamento aéreo (com fotocélula).
- Postes de concreto circular.
- Mastros metálicos.
- Eletrodutos metálicos galvanizados a fogo (para a condução dos cabos).
- Fibra óptica, conectores, DIOs, TIOs, distribuidores ópticos, gavetas para racks 19", concentradores ópticos, cordões ópticos, patch cords, emendas ou jumpers ópticos.
- Lançamento, fusão, emendas, identificação e certificação das fibras ópticas.
- Rack 19" e/ou quadros elétricos para instalação de switches, rádios, fontes 24Vdc etc.



O escopo envolverá também serviços como cortes/furação/desbastes de metais e concreto, furação e/ou abertura de passagens em estruturas de concreto armado e/ ou alvenaria, regularizações civis em geral, aberturas e aterramento de valas, implementação de tubulações ou eletrodutos, elevação de cargas, serviços de limpeza e de "bota-fora" etc.

Será de responsabilidade da contratada verificar as distâncias (comprimentos) e as quantidades de cabos e/ou das fibras ópticas. A contratada deverá, ainda, enviar, para aprovação prévia da contratante, os materiais técnicos dos equipamentos a serem fornecidos. A movimentação dos equipamentos até os respectivos locais ou bases de instalação será, também, de responsabilidade da contratada.

#### PADRÕES DE COMUNICAÇÃO PARA A TELEGESTÃO DAS ESTAÇÕES

São os requisitos e critérios técnicos mínimos a serem adotados para as comunicações da telegestão das estações da Iguá Saneamento. As comunicações das estações e de telemetria deverão ser totalmente segregadas da rede corporativa da holding e das próprias unidades (SPEs).

Os protocolos de comunicação, como já definido inicialmente neste documento, serão o Modbus e o Ethernet/Modbus. Nenhum acesso direto (pelos próprios SCA-DAs ou qualquer outro motivo) será permitido aos acionamentos de motores, à instrumentação e às IHMs. Os acessos ocorrerão, somente, por intermédio dos CLPs de cada aplicação/local.

Os acionamentos de motores, a instrumentação e as IHMs deverão estar em nível de rede hierarquicamente abaixo do CLP de cada local/aplicação e segregados da rede de comunicação externa.

Para qualquer comunicação feita em ambiente externo e, especialmente, de terceiros (operadoras de telefonia e/ou de Internet, por exemplo), será obrigatório o emprego de recursos de gerenciamento de rede e de proteção cibernética, como servidores, routers, firewall e VPNs. O uso exclusivo será, preferencialmente, para a automação.

Deverão, ainda, ser adotados CLPs com recursos mínimos de proteção cibernética e/ou que tenham em suas linhas de fornecimento de acessórios externos. Não será permitido o uso de modems-CLPs para qualquer aplicação e, em especial, para telemetria. Toda aplicação demandará o uso de CLPs homologados pela Iguá Saneamento.

#### MEIOS DE COMUNICAÇÃO

As especificações dos meios de comunicação a serem adotados como padrões para a interligação dos CLPs das estações com os CCOs abrangem diversos itens.

Poderão, por exemplo, ser empregados modems 3G/4G (ou superiores) para a transmissão de dados entre as estações com os servidores SCADA nos CCOs. Essa solução (de modem 3G/4G) não deverá ser confundida com modems-CLPs ou modems- I/O (essas duas últimas não serão aceitas).

Os modems deverão ser de fabricantes renomados e de comprovada capacidade técnica na produção de equipamentos, no desenvolvimento de projetos de comunicação e na assistência técnica. Preferencialmente, deverão ser adotados modelos que já façam parte da mesma linha de fabricação dos CLPs. As soluções deverão,



obrigatoriamente, ser aprovadas pela Iguá Saneamento. O *modem* padronizado será o iTech, roteador industrial celular Robustel, modelo R3000-3P.

A implementação da rede de comunicação deverá ter um projeto específico, para o alcance dos seguintes objetivos:

- Melhor topologia de comunicação para a máxima integração das estações e da telemetria (melhor configuração de quantidade de equipamentos).
- Especificação dos equipamentos.
- Garantia de estabilidade das comunicações (variação de velocidade da rede de Internet, qualidade da operadora, interferências diversas etc.)
- Definição da banda mínima necessária (velocidade).
- Segurança cibernética.

O projeto deverá incluir, ainda, o *site-survey*, com a emissão de relatório e de diagnósticos técnicos. O projeto deverá ter ART emitida pelos profissionais responsáveis e/ou pela empresa contratada.

Preferencialmente, deverão ser utilizados dispositivos com interface de comunicação do tipo Ethernet e porta RJ-45. Deverão ser adotadas soluções que encapsulem o protocolo Modbus, sem a intermediação de softwares de gestão de dados. O protocolo-padrão será o Ethernet/Modbus.

Não serão aceitas topologias de comunicação que utilizem CLP central se comunicando com os CLPs de outras estações ou de telemetria. As comunicações deverão ser diretas entre cada estação e cada ponto de telemetria com os *softwares* SCADA.

Poderão ser empregados recursos de gerenciamento de rede integrados e/ou recursos adicionais externos aos *modems*, se isso for necessário.

Todos os *modems* deverão ser fornecidos com seus *softwares* de configuração e ter senhas de acesso e de permissão.

Os modems deverão ter funções de criptografia AES 256 bits.

Deverá ser dada atenção às antenas de celular, para que seja garantido um sinal mínimo que dê estabilidade ao *link* com a operadora de telefonia. Deverão, também, ser adotadas antenas externas de maior ganho (caso isso seja necessário). Deverá, ainda, ser verificada a instalação de SPDA para a proteção das antenas e de seus mastros ou suas torres. Se for aplicável, deverão ser previstos centelhadores nos cabos de RF e/ou protetores de surto.

Para todos os pontos de instalação, será importante a instalação do modem no painel ao lado do CLP. Opcionalmente, poderão ser previstos racks 19" ou quadros elétricos para a instalação dos modems e de outros dispositivos de rede (régua de tomadas, *switches* etc.) e *no-breaks*.

Deverá ser verificado com o fabricante do *modem* se ele demanda ser sustentado por um *no-break* por conta de perda de configuração ou por outros problemas.

Deverá ser dada atenção especial ao uso de *modems* GRPS ou 3G/4G. A comunicação com essas tecnologias demandará o uso de um software de gerenciamento, para que os dados cheguem ao SCADA. Dessa forma, não será permitido que vários



softwares desse tipo convivam nos mesmos servidores SCADA. Ou seja: a cada implementação de novas aplicações (CLPs de novas estações) nos SCADAs, deverá ser utilizado o mesmo software de comunicação já existente (e em funcionamento). Assim, não será aceita a "convivência" de vários softwares de comunicação nos servidores SCADA.

Também deverá ser dada atenção à proteção de dados (segurança cibernética). Dessa forma, deverão ser previstos meios para a proteção dos CLPs e dos servidores SCADA.

## **4.3 INSTALAÇÃO E COMISSIONAMENTO**

Etapas que incluem o transporte e a instalação dos equipamentos, conexões, válvulas, infraestrutura elétrica e civil, assim como a realização dos ajustes e de teste necessários e, posterior, colocação em operação. Durante o comissionamento, deverão ser realizados os testes do equipamento fornecido e instalado, para que se garanta a plena operação contínua (e em automático) da elevatória de água (de forma independente ou via CCO). O período de testes e de pré-operação será de, pelo menos, 2 dias.

#### **4.4 GARANTIA**

Assegura que todos os itens fornecidos foram construídos conforme as especificações, bem como são novos, de qualidade, sem erros, vícios ou defeitos de concepção ou projeto, vícios ou defeitos de fabricação e de matéria-prima, têm dimensões e capacidades suficientes, são constituídos de materiais adequados ao atendimento (sob todas as condições de operação) e oferecem desempenho satisfatório. O tempo de vigência da garantia deverá ser de 12 meses após o início do funcionamento.

O fabricante terá como obrigação dar a assistência técnica necessária, bem como, a satisfazer plenamente as condições da proposta, além de efetuar, sob suas exclusivas expensas, as alterações, os reparos, as substituições, as reposições e os consertos (inclusive, despesas de frete e seguro) de todo e qualquer material que (dentro do período de vigência) apresentar anomalias, vícios ou defeitos decorrentes de matéria-prima empregada em sua produção e/ou decorrentes de erros de concepção de projeto e/ou fabricação.

Em casos de alguma emergência, a Iguá se reservará o direito de realizar consertos em equipamentos que estiverem garantia. Para tanto, a contratada será comunicada com 24 h de antecedência. Assim, poderá enviar um representante para acompanhar os trabalhos.





# 5

# MONTAGEM DE BOMBAS



#### **5.1 OBJETIVO**

Este capítulo visa estabelecer as orientações de apoio às equipes de Engenharia e Fiscalização de Obras sobre os requisitos de projeto, qualidade e segurança na execução de montagem hidromecânica de motobombas.

## **5.2 DESCRIÇÃO E EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES**

#### **PLANEJAMENTO E ATIVIDADES PREDECESSORAS**

O início da atividade se dá com o planejamento das ações entre contratada e a equipe de Construção, por intermédio do seu representante determinado. Nessa etapa, deverão ser analisados todos os requisitos técnicos e de segurança do trabalho, as autorizações, e a disponibilidade de equipes, equipamentos e materiais.

#### **REQUISITOS DE SEGURANÇA**

Apenas pessoal treinado e qualificado deverá fazer a instalação e/ou promover a entrada em operação. Todas as documentações de segurança previstas pelas Diretrizes de Segurança do Trabalho da Iguá deverão estar devidamente preenchidas e com as assinaturas dos responsáveis pela liberação da atividade. Nesse contexto, os documentos necessários são os seguintes:

- DTS (Discussão de Trabalho Seguro FO-COR-SEG-007) Para escavações, deverá ser preenchida diariamente antes do início da execução e assinada pelo responsável.
- PT (Permissão de Trabalho em escavação FO-COR-SEG-010) Deverá estar na frente de serviço, datada e assinada pelo responsável.

Será obrigatória a disponibilização dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), sempre em boas condições para a execução da maioria das atividades. Será necessário, no mínimo, o uso de uniforme com identificação da empresa, colete ou uniforme com faixas refletivas, capacete de segurança, bota de segurança, protetor auricular e óculos de proteção.

Os operadores de equipamentos como retroescavadeira, escavadeira hidráulica ou caminhão Munck deverão ter certificados e a carteira de identificação de treinamento específica para a atividade.

#### TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

#### **INSPEÇÃO**

Após a chegada, a bomba deverá ser cuidadosamente desembalada. Todos os componentes terão de ser conferidos juntamente com o documento de transporte e o pedido de compra, garantindo-se, assim, que o fornecimento está correto e completo, com todos os itens. Também deverá ser verificado se houve algum dano durante o transporte. Se houver a detecção de algum problema, a transportadora e o representante autorizado deverão ser acionados imediatamente.



#### **TRANSPORTE**

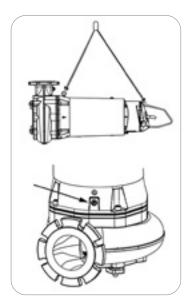
O carregamento dos caminhões será executado de modo a se evitar a ocorrência de danos ou deformação no produto durante o transporte. Também deverá ser verificado se todos os equipamentos de içamento estão em boas condições de funcionamento e com capacidade de içamento adequada ao seu peso.

As bombas submersíveis só poderão ser levantadas ou movimentadas por sua alça ou pelo olhal de içamento. Em nenhuma hipótese, essas ações deverão ser feitas pelo cabo de alimentação, sob o risco de provocar danos ao anel de vedação ou ao cabo. Para elevação vertical, o procedimento correto será prender uma corrente e uma algema ao aro de elevação.



Transporte vertical de bomba

Para elevação horizontal, a ação adequada será prender uma corrente e uma algema ao aro de elevação e ao dispositivo de içamento horizontal, caso seja possível.

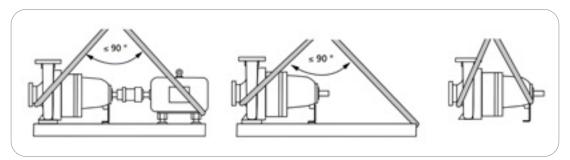


Transporte horizontal de bomba

As motobombas e as bombas centrifugas não deverão ser suspensas pela extremidade do eixo, pelos olhais do motor ou por cinta entrelaçada nos acoplamentos dos conjuntos. Como, geralmente, vêm pré-alinhadas de fábrica, poderão sofrer desalinhamento ou empenamento no eixo.



O içamento deverá ser feito com prudência, em conformidade com a orientação das figuras a seguir.



Içamento de bombas

#### **ARMAZENAMENTO**

As bombas deverão ser armazenadas na posição vertical, tomando-se o extremo cuidado de proteger os cabos de alimentação e de controle de possíveis esmagamentos, cortes ou rasgos que possam permitir a entrada de água no motor.

As extremidades do cabo de alimentação deverão ser protegidas da imersão em água, bem como da entrada de umidade. Se isso não for feito de forma adequada, haverá o risco de entrada de água na bomba. As bombas e os acessórios deverão ser armazenados nas embalagens originais e em áreas secas e de temperatura controlada.

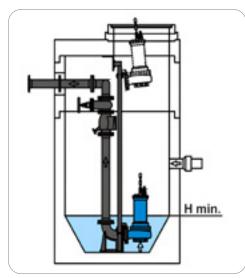
**Observação:** A proteção colocada na fábrica para os bocais de sucção e recalque não deve ser removida.

Quando uma bomba estiver armazenada por longo período, o eixo do motor deverá ser girado, ao menos, uma vez por mês, para que se mantenham em boas condições o selo mecânico e os rolamentos. O giro deverá ser feito pelo propulsor.

#### **BOMBAS SUBMERSÍVEIS**

As bombas submersíveis são, geralmente, instaladas em poços de sucção de estações elevatórias de esgoto e captações de água, usando-se, para tal, kit de acoplamento de encaixe ou com suporte de anel de apoio.

O acoplamento de encaixe é um sistema de instalação e remoção rápido. É usado para que não seja necessária a entrada na elevatória para a retirada de parafusos ou fixações. Esse tipo de acoplamento é composto por uma base com curva (pedestal fixado na base), o flange-guia (suporte fixado na bomba), o suporte-guia superior e o tubo-guia.



Bomba submersível



A montagem deverá ser iniciada com a fixação da base (pedestal) no piso da estação de bombeamento, utilizando-se chumbadores de dimensões adequadas e de acordo com as especificações do fornecedor.

A base de concreto deverá ter altura suficiente para manter a distância mínima entre o fundo e a boca de sucção da bomba. Tal distância terá de ser verificada no projeto e no manual de montagem do equipamento.

Os chumbadores poderão ser instalados juntamente com a concretagem da base ou por meio de furos com chumbadores químicos, posicionando-se os pontos de fixação de acordo com o gabarito do pedestal.

Deverá, ainda, ser verificado se a localização e a fixação dos chumbadores deixarão a base alinhada adequadamente com a tampa de acesso. Todos os elementos de fixação deverão ser de material resistente a corrosão (inox).

A base terá de ser posicionada e nivelada corretamente, sob o risco de não ocorrer a vedação no acoplamento entre a bomba e a base, resultando em má operação.

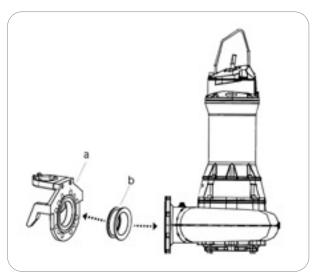
Os tubos guias devem ser ajustados para o comprimento entre a base e o suporte superior, e deverão ser fixados na parte superior da estação de bombeamento por abraçadeiras e se estenderá até o piso.

A instalação do suporte superior da bomba (barra-guia superior) deverá seguir a orientação vertical dos tubos-guias. Para as estações elevatórias mais profundas, recomenda-se o uso de suportes intermediários.

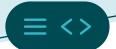
Será fundamental, também, verificar-se se o tubo-guia está devidamente instalado na posição vertical, utilizando-se, para isso, os níveis e uma linha de prumo. Também será importante saber se todos os chumbadores e os parafusos de fixação estão totalmente apertados. Dependendo do processo de fabricação, o equipamento poderá ter 1 ou 2 tubos-guias.

Com a base/pedestal e o tubo-guia devidamente fixados, poderá ter início a montagem da tubulação do recalque, por meio da conexão entre os flanges da base/pedestal e as demais peças do barrilete. A montagem do barrilete deverá seguir, exatamente, o projeto de montagem hidromecânica.

Para o acoplamento da bomba, o suporte (guia-garra) peça "a" deverá ser conectado ao flange de recalque da bomba, utilizando-se a junta de vedação "b" entre os flanges.



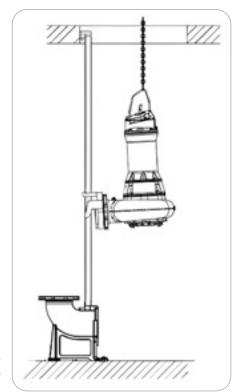
Conexão de peças bomba submersível



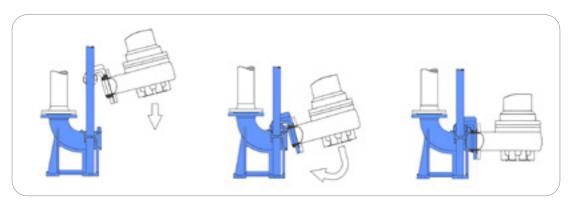
A bomba deverá ser posicionada com as guias do flange de descarga para que se encaixe nos tubos.

A corrente de içamento deverá ser instalada com tamanho e comprimento adequados para possibilitar a instalação e a retirada da bomba, que terá de ser abaixada lentamente ao longo dos tubos-guias.

Assim que alcançar sua posição no fundo, a bomba irá se conectar automaticamente à base. Recomenda-se que a curva da base/pedestal esteja visível antes de a bomba ser abaixada. Se isso não for possível, deverá ser garantido que todos os detritos foram removidos.



lçamento para conexão da bomba com o recalque



Instalação da bomba

Precisará ser verificada, também, a submergência mínima para que haja uma ótima refrigeração. Assim, o motor deverá ser submerso em diversos momentos, respeitando-se as especificações da bomba. Os projetos e as folhas de dados dos equipamentos terão de ser, igualmente, consultados.



#### **BOMBAS CENTRIFUGAS HORIZONTAIS (POÇOS SECOS)**

As bombas centrífugas são amplamente utilizadas no setor de saneamento. Elas são projetadas para a transferência de líquidos de um local para outro, aplicando-se força centrífuga para aumentar a pressão e o fluxo do líquido.

#### **MONTAGEM**

O processo de montagem envolve alguns processos básicos, com as seguintes etapas:

#### PREPARAÇÃO DO LOCAL

Antes da instalação da bomba, será fundamental a preparação do local que irá recebê-la. Para tanto, deverá se verificar se há nivelação do piso ou a da base de concreto e se existe espaço suficiente para a realização do trabalho. Além disso, deverão estar disponíveis, e fixos, os parafusos/chumbadores de fixação.

A obra civil deverá ser preparada de acordo com as dimensões apresentadas no desenho dimensional/desenho de arranjo geral.

O piso ou a base onde será fixada a motobomba deverá estar em uma cota abaixo da cota final, possibilitando, assim, os ajustes das porcas e das contraporcas dos elementos de fixação para o nivelamento do conjunto.

#### FIXAÇÃO DA BASE

Deverá realizada por chumbadores instalados durante a concretagem da base, com o auxílio do gabarito nas medidas indicadas pelo fabricante. A fixação poderá ser feita nas estruturas metálicas por meio de furos (para parafusos passantes) ou com solda do chumbador.

Os chumbadores são elementos de fixação utilizados para ancorar a bomba centrífuga à base, o que evita movimentação ou vibração durante a operação. Todos os chumbadores deverão possuir porcas e contraporcas que possibilitem o ajuste e o nivelamento da base.

Quando não houver um chumbador pré-instalado em bases de concreto, poderão ser adotados outros tipos de fixação com furação posterior. Alguns exemplos:

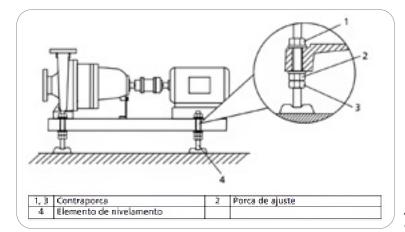
- Chumbadores de expansão Utilizam a força de expansão gerada por um cone ou por uma haste roscada para fixar a bomba na base. São adequados para instalações em concreto e oferecem boa resistência à tração e à vibração.
- Chumbadores químicos Usam adesivo químico para fixar esse tipo de chumbador à bomba na base. São ideais para instalações em concreto e oferecem alta resistência à tração e à vibração.

A motobomba deverá ser apoiada sobre as porcas e contraporcas dos chumbadores pré-nivelados. Se houver necessidade, ajustes poderão ser feitos, como a soltura dos parafusos e das contraporcas para compensar a altura.

Os elementos de nivelamento poderão ser as porcas e as contraporcas dos chumbadores, quando existirem, ou os parafusos de nivelamento da própria base metálica da motobomba.



Nesse contexto, o indicado será a instalação de porcas e contraporcas nos chumbadores conforme a imagem a seguir:



Ajuste dos elementos de nivelamento

#### **CONEXÃO DAS TUBULAÇÕES**

As tubulações de sucção e descarga deverão ser fixadas na bomba, para que todas as conexões fiquem apertadas e estejam seladas corretamente.

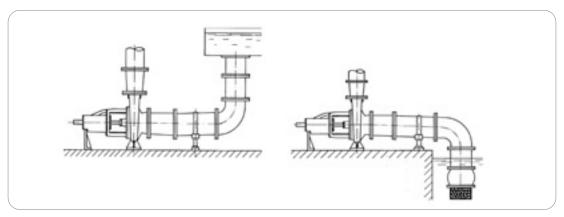
A bomba não poderá ser um ponto de fixação e de apoio para as tubulações, nem receber carga ou esforço. A tubulação precisará ser apoiada diretamente com bases (antes e depois da bomba), para que a conexão fique sem tensão.

Igualmente, deverão ser respeitados as forças e os torques permitidos nas conexões, de acordo com a classe de pressão estabelecida.

A redução na entrada da bomba deverá ser excêntrica, para se evitar o acúmulo de bolhas de ar. Pelo mesmo motivo, a parte horizontal da tubulação não poderá ter altos e baixos.

A altura total de sucção (desnível + perdas de cargas) deverá ser tal para que o NPSH disponível da instalação seja maior do que o requerido pela bomba. Será fundamental, também, a verificação da existência ou não de pontos de entrada de ar na sucção.

Para que fique livre de bolsas de ar, o trecho horizontal da tubulação (se negativa) deverá ser instalado com o declive no sentido da bomba (reservatório de sucção)



Instalação da bomba e suas conexões



O barrilete de recalque deverá ser o mais curto e reto possíveis, para que se evitem perdas de cargas desnecessárias e que ele seja totalmente estanque, impedindo a entrada de ar. O barrilete deverá , igualmente, ter registro de gaveta e válvula de retenção. Contudo, esses dispositivos precisarão ser montados de uma forma que seja possível o esvaziamento ou a desmontagem da bomba, sem interferência no funcionamento das demais peças. A válvula de retenção terá de ser instalada entre a bomba e o registro de gaveta.

Para facilitar a manutenção, o registro de gaveta será instalado após a colocação da válvula de retenção. Isso possibilitará, também, a regulagem de vazão e a pressão do bombeamento. Onde houver a necessidade de expurgo do ar, deverão ser previstas válvulas ventosas nas partes altas do barrilete de recalque.

#### VERIFICAÇÃO DO ALINHAMENTO E VIBRAÇÃO

Quando acoplado na fábrica, o conjunto motobomba é fornecido devidamente alinhado. Essa condição, porém, precisa ser verificada antes da colocação da bomba em operação, para se evitar o risco de alguma alteração na posição relativa entre a bomba e o motor durante o transporte ou no aperto dos chumbadores de fundação.

A importância do alinhamento está no fato de que ele deixa a vibração do conjunto em níveis mínimos, além de reduzir sensivelmente o ruído. Da mesma forma, o desgaste das peças internas, principalmente, os rolamentos dos mancais, ficará bastante reduzido.

O processo de alinhamento abrange, geralmente, a instalação de transmissores analógicos ou digitais no acoplamento entre as bombas e o motor, possibilitando a medição da posição relativa entre as partes, o controle do deslocamento radial e axial e a geração de informações sobre a correção necessária. Os transmissores deverão instalados em cada ponto de referência e movidos a diferentes posições para que o desalinhamento possa ser medido.

Com base nas medições, os ajustes necessários deverão ser feitos até a minimização do desalinhamento. Isso poderá incluir a realização de ajustes mecânicos, com a soltura dos parafusos de fixação do motor, e seu consequente reposicionamento, ou a colocação de lâminas de aço para corrigir a altura necessária. A correção também poder ser obtida com a mudança da posição dos flanges de montagem.

O alinhamento deverá permanecer dentro da tolerância de 0,1 mm, com os parafusos de fixação da bomba e motor apertados definitivamente. Ele terá de ser realizado antes do startup do equipamento e executado, por profissional habilitado pelo fabricante. Deverão ser emitidos os certificados de alinhamento e de viração, para haja a garantia de entrega e de operação. Conjuntos motobombas monoblocos não necessitarão de verificação de alinhamento.

#### **ESCORVA**

É o processo de enchimento da bomba e tubulação de sucção com o líquido a ser bombeado antes da operação. Sem isso, não haverá capacidade de bombeamento no caso de sucção negativa.



Se o reservatório de sucção for superior à linha de centro da bomba, bastará que ocorram o enchimento do reservatório e a abertura das válvulas de sucção e recalque para que a bomba seja escorvada.

Se o reservatório for mais baixo do que a bomba, e a tubulação de sucção tiver válvula de pé, bastarão a abertura do furo de escorvamento (se houver) e a colocação de água até o enchimento do tubo de sucção e da bomba.

#### **BOMBAS DOSADORAS**

Cada tipo de bomba dosadora tem suas próprias vantagens e desvantagens, e a escolha da bomba correta dependerá das características do produto químico que será dosado, das condições de operação e das necessidades específicas da aplicação. A montagem dessas bombas deverá seguir exatamente a orientação do fabricante pevista em manual ou ter a orientação do corpo técnico da Iguá Saneamento.

#### **STARTUP E COMISSIONAMENTO DE BOMBAS**

Antes da colocação do sistema em operação, pela primeira vez, deverão ser verificados os seguintes itens:

- Se a bomba e o motor estão fixados firmemente na base.
- Se as tubulações de sucção e recalque estão fixadas.
- Se as ligações elétricas e os sistemas de proteção do motor estão ajustados e funcionando.
- Se o conjunto está alinhado.
- Se os mancais da bomba estão lubrificados corretamente. (geralmente as bombas centrifugas vêm sem o óleo de lubrificação).
- Se será necessária a montagem da proteção do acoplamento.
- Se o conjunto girante roda livremente (verificação manual).
- Se a luva de acoplamento está lubrificada.
- Se a bomba está escorvada (caso não seja autoescorvante).
- Se o sentido de rotação do motor está correto (se possível, com a bomba escorvada para evitar operação com ela em seco).
- Se a bomba está equipada com câmara de resfriamento, líquido de selagem ou lavagem (com a necessidade de verificação do estado de conexão das tubulações e, posteriormente, com seu funcionamento).
- Se a bomba está equipada com gaxeta convencional (as porcas da sobreposta deverão estar encostadas, não apertadas).
- Se a instalação elétrica do motor de acionamento está de acordo com os dados da placa do motor. Para motores maiores que 7,5 cv, a partida não poderá ser direta, devendo ser instalados tipos de chaves que reduzam a corrente inicial, evitando-se, assim, sobrecargas na rede elétrica.



Para motores a combustão interna, deverá ser previsto um sistema de escape adequado, evitando-se, com isso, a operação em ambientes totalmente fechados. Antes da partida, será importante a verificação, também, de todos os procedimentos previstos no catálogo do fabricante. O registro da sucção, se houver, deverá ser totalmente aberto.

Após a partida do motor, a atenção deverá estar concentrada nos seguintes procedimentos:

- Verificação sobre se a bomba está recalcando. O medidor de vazão, o pressostato e um manômetro colocado na saída poderão fornecer tal informação.
- Verificação, quando o equipamento estiver operando, sobre se a corrente elétrica no motor ou a rotação (para motores à combustão) está compatível com os dados informados na curva de operação.
- Verificação da temperatura dos mancais meia hora após o início da operação.
   Ela poderá alcançar até 50 °C acima da temperatura ambiente. A soma, contudo, não deverá exceder os 90 °C.

#### **BOMBAS HORIZONTAIS DE POÇO SECO**

Os conjuntos horizontais são, normalmente, fornecidos e instalados sobre uma base ou *skid*. Essa base deverá ser nivelada e alinhada com as tubulações, para que se evitem esforços no momento do acoplamento com a carcaça do conjunto. No caso de bombas com acoplamento ou correia, será necessária a conferência do alinhamento dos eixos do motor e do conjunto girante.

#### **INSPEÇÃO DO SERVIÇO**

Caso algum item anterior não tenha sido atendido no momento da atividade, caberá à Fiscalização interromper a atividade para a correção das irregularidades ou a abertura de uma não conformidade contra a empresa contratada.





6

BOMBAS CENTRÍFUGAS SUBMERSÍVEIS



#### **6.1 OBJETIVO**

Este capítulo visa definir as exigências mínimas da Iguá Saneamento em relação às características técnicas e metrológicas e a métodos de ensaios e de recebimento para bombas centrífugas submersíveis, além dos critérios para a qualificação técnica da proposta, com as normas a serem atendidas no processo de fabricação.

#### **6.2 CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS**

A seguir, as características especificas do conjunto de motobombas em relação às condições de operação do fluido e de operação hidráulica do projeto:

#### **FLUÍDO BOMBEADO**

Deverão ser incluídas informações sobre o fluido a ser bombeado e outros dados, conforme o projeto. Itens a ser considerados:

- Água bruta.
- Água potável.
- Esgoto bruto.
- Efluente tratado.

#### **VAZÃO DE TRABALHO**

Deverá ser informada a vazão necessária. Terão de ser anexadas, também, a(s) curva(s) do sistema projetado, com a indicação do ponto de trabalho. Unidades: m³/h e l/s.

#### PRESSÃO (ALTURA MANOMÉTRICA) DE TRABALHO

Deverá ser informada a pressão necessária no ponto de trabalho da bomba. Terão de ser anexadas, também, as curvas do sistema projetado, com a indicação do ponto de trabalho. Unidades: m.c.a., bar e kgf/cm².

#### VAZÃO E PRESSÃO NOS PONTOS DE VAZÃO MÁXIMA E VAZÃO MÍNIMA

Deverão ser informadas as vazões e pressões máximas e mínimas previstas em projeto. Terão de ser anexadas, também, as curvas do sistema projetado, com a indicação do ponto de trabalho.

#### TEMPERATURA DO FLUÍDO BOMBEADO

Deverá ser informada a temperatura do fluído a ser bombeado. Unidade: °C.

#### VISCOSIDADE DO PRODUTO BOMBEADO

Deverá ser informada a viscosidade do fluido bombeado. Unidade: poise, g/ (cm.s).

#### **DENSIDADE DO PRODUTO BOMBEADO**

Deverá ser informada a densidade do fluido bombeado. Unidade: g/cm³ e kg/m³.



#### **6.3 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS**

A seguir, as especificações-padrões (mínimas) para o fornecimento de bombas do tipo submersível, exceto quando houver indicação específica em projeto.

#### CARCACA/VOLUTA/CARACOL

- Serão aceitos os materiais ferro fundido ASTM A48, classe 30 GG20 ou No35B e ferro fundido DIN GGG 40.3 (para bombas de água bruta ou de esgoto).
- Os revestimentos internos aceitos contra o desgaste abrasivo ou corrosivo da carcaça/voluta/caracol são o revestimento cerâmico e o revestimento epóxi.

#### **EIXO DO ROTOR**

Os materiais aceitos são o aço inox dos tipos AISI/ASTM 410, 420 ou 431.

#### **ROTOR**

Os materiais aceitos são os seguintes:

- Aço inox duplex CD4-MCuN-AISI 329.
- ASTM A-48 Classe 35B, com as bordas de ataque das pás termicamente tratadas para durezas não inferiores a 45HRC, e ASTM A 532 IIIA
- · Revestimento cerâmico.

Os rotores deverão ser chavetados no eixo de acionamento. As chavetas não deverão ficar expostas em contato com o líquido bombeado. Eles deverão ser fundidos em peça única. Poderão ser dos tipos aberto, fechado e semiaberto, de acordo com a aplicação.

#### ANÉIS DE DESGASTE DA CARCAÇA DO ROTOR

Deverão ter anéis de desgaste substituíveis. Além disso, deverá haver uma diferença de, pelo menos, 50 unidades Brinnell de dureza entre os anéis do rotor e da carcaça. Os materiais aceitos são os seguintes:

- Bronze.
- Aço inox AISI 316.

#### **VEDAÇÃO DO EIXO**

 Selo mecânico – Tipo duplo, em carbeto de tungstênio (se for em banho de óleo, deverá ser biodegradável).

#### **EIXO DA BOMBA**

- O eixo deverá ser dimensionado para qualquer carga e/ou momento requeridos pela bomba.
- Na região da selagem, a deflexão máxima do eixo será de 0,05 mm. A excentricidade na mesma região não excederá os 0,05 mm.
- A primeira velocidade crítica será superior em, pelo menos, 20% da velocidade de operação de projeto.



 Os eixos deverão ter bucha ou luva de proteção nas áreas de contato com as vedações e resistência ao desgaste/corrosão superior aos materiais do rotor e carcaça. O acabamento superficial da bucha não excederá 32 RMS. Os rolamentos deverão ser dimensionados pelo fabricante da bomba para o mínimo de 50 mil h.

#### BASE E ÍTENS DE FIXAÇÃO DA BOMBA

- Base de fixação Aço inoxidável (aplicável apenas para bombas submersíveis de poço úmido).
- Tubos-guias Aço inoxidável (aplicável apenas para bombas submersíveis de poço úmido).
- Corrente de içamento Aço inoxidável (aplicável apenas para bombas submersíveis de poço úmido).
- **Chumbadores** Aço inoxidável (no mínimo, AISI 304) e adesivo químico. Não será permitida a aplicação de chumbadores mecânicos.
- Pórticos de içamento, incluindo carretilha e cabo de aço (kit de içamento), onde for solicitado em projeto – Aço inoxidável (aplicável apenas para bombas e misturadores submersíveis).

#### **ACESSÓRIOS DA BOMBAS**

- Plaqueta com os dados da bomba em aço inox.
- Plaqueta com os dados do motor em aço inox.
- Plaqueta com os esquemas de ligação do motor e instrumentação em aço inox.

#### **MOTOR ELÉTRICO**

Deverá ser adotado motor elétrico com as seguintes características:

- Motor de indução assíncrono trifásico (rotor de gaiola de esquilo).
- Motor de alto rendimento.
- Fator de serviço, no mínimo, de 1,10.
- Dimensionado para trabalho contínuo ou intermitente com até 15 partidas por hora, no mínimo.
- Classe de isolação H para suportar temperatura de, no máximo, 180 °C, sem prejuízo das isolações e da vida útil do enrolamento.
- Dimensionado para operar com inversor de frequência.
- Grau de proteção IP-68.
- Motor alojado em câmara seca.
- Refrigeração do motor:
  - Camisa de arrefecimento do tipo selada e adequada à submergência necessária.
  - Camisa de arrefecimento adequada para poço seco (se for aplicável).



- Os motores deverão atender as seguintes normas técnicas:
  - NBR 17094-1.
  - NBR 17094-2.
  - NBR 17094-3.
  - NBR 17094-4.
- As tolerâncias de rendimento e fator de potência deverão ser consideradas para os valores garantidos.
- Os motores deverão ser fornecidos com possibilidade de fechamento em três tensões, independentemente da tensão de trabalho informada. As tensões deverão ser 220Vca, 380Vca e 440Vca, todas trifásicas.
- Os motores deverão ter caixas de ligação elétrica de potência e de instrumentação.
- Os motores deverão ter ponto de aterramento interno na caixa de ligação e ponto de aterramento externo na carcaça.

# 6.4 FOLHA DE DADOS TÉCNICOS MÍNIMOS PARA BOMBAS CENTRÍFUGAS

#### TIPO DA BOMBA CENTRÍFUGA SUBMERSÍVEL

Deverão ser informados os tipos de bombas especificadas em projeto: submersível vertical com pedestal, submersível horizontal ou vertical com base (para poços de sucção tipo seco) ou submersível para poços de água.

#### **QUANTIDADE**

Deverá ser informada a quantidade de equipamentos a serem adquiridos. Unidade: conjunto.

#### **RENDIMENTO**

Deverá ser informado o rendimento hidráulico mínimo esperado para cada equipamento especificado (em %). Equipamentos com rendimento inferior ao esperado deverão ser analisados isoladamente.

#### FORMA DE TRABALHO DA SUCÇÃO DA BOMBA

Deverá ser informado o modo de operação da sucção da bomba. Se for necessário, deverão ser anexados os desenhos de instalação da bomba.

• Afogada.

#### **NPSH DISPONÍVEL**

Deverá ser informado o NPSH disponível para operação da bomba (m.c.a.). Se for necessário, deverão ser anexados os desenho de instalação da bomba.

#### TIPO DE INSTALAÇÃO DA BOMBA

Deverá ser informado o tipo ou a forma de instalação da bomba em relação ao poço de sucção. Se for necessário, deverão ser anexados os desenhos instalação da bomba.



#### TIPO DE FIXAÇÃO DA BOMBA

Deverá ser informado o tipo de fixação da bomba. Se for necessário, deverão ser anexados os desenhos de instalação da bomba. Unidades: fixa com pedestal, tubos-guias e correntes de içamento para bombas centrífugas submersíveis, e fixa com pedestal para bombas submersíveis horizontais ou verticais em instalação de poço seco.

#### TIPO DE VEDAÇÃO DO EIXO DO ROTOR

Deverá ser informado o tipo de vedação do eixo do rotor da bomba. Anexar informações complementares, se necessário. Unidades: selo mecânico sem fonte de água de selagem externa e selo mecânico com fonte de água de selagem externa.

#### **MANCAIS DA BOMBA**

Os rolamentos deverão ter, no mínimo, vida útil mínima de 50 mil h. O sistema de lubrificação deverá ser dimensionado e/ou projetado para impedir que a temperatura ultrapasse os 70 °C.

#### **MOTOR ELÉTRICO**

Deverá ser informado o tipo de partida elétrica a ser adotado para o acionamento da bomba. Unidades: partida direta (composta por disjuntor-motor, contator e relé térmico), inversor de frequência e soft-starter.

#### **ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO**

Deverá ser informados o regime e o esquema de funcionamento da bomba (se houve outras bombas operando em conjunto). Unidades: funcionamento contínuo, intermitente (com o número de partidas por hora – o mínimo exigido para dimensionamento é de 10 partidas/hora) e esquema de funcionamento (exemplos: 1+0, 1+1 e 2+1).

#### TENSÃO DE OPERAÇÃO/ALIMENTAÇÃO DA BOMBA

Deverá ser informada a tensão de operação projetada ou de alimentação do motor elétrico da bomba. As bombas deverão ser fornecidas com a possibilidade de o motor elétrico ter fechamento em três tensões, independentemente da tensão de trabalho informada. As tensões deverão ser 220Vca, 380Vca e 440Vca, todas trifásicas. Unidade: volts (220Vca, 380Vca, 440Vca), todas trifásicas).

#### FREQUÊNCIA DE OPERAÇÃO/ALIMENTAÇÃO DA BOMBA

Deverá ser informada a frequência de operação projetada ou de alimentação do motor elétrico da bomba. O mínimo esperado para a frequência será 60Hz, padrão do sistema elétrico brasileiro. Frequências diferentes deverão ser informadas. Serão aceitas somente com a aprovação da Iguá Saneamento. Unidade: 60 Hz.

# COMPRIMENTO DOS CABOS DE ALIMENTAÇÃO E INSTRUMENTAÇÃO DA BOMBA

Deverá ser informado o comprimento dos cabos de alimentação do motor elétrico e da instrumentação da bomba. Este item se refere, especificamente, às bombas submersíveis. A classe de isolação dos cabos deverá ser de, no mínimo, lkV. Unidade: metro



#### **INSTRUMENTAÇÃO DA BOMBA**

Deverá ser informada a composição da instrumentação da bomba. Se necessário, deverá ser indicado o fornecimento de centrais de monitoramento eletrônico do próprio fabricante da bomba. Unidades: sensores de água no óleo do mancal e sensores de temperatura nos mancais (termopares do tipo PT100).

O relé (ou a central eletrônica de monitoramento da bomba) terá alimentação em 220Vca e com contatos secos para a indicação de status para a automação da planta/ estação). Esse item é de fornecimento obrigatório para as bombas submersíveis.

## **6.5 DOCUMENTAÇÃO**

Os itens indicados a seguir deverão ser previstos no fornecimento da bomba (com as informações na língua portuguesa):

- Manual de instalação, operação e manutenção com lista de peças.
- Desenho(s) da bomba conjuntos montados, peças e arranjo geral.
- Curva de catálogo (teórica) e curvas da bomba com o ponto de trabalho.
- Plano de inspeção e testes.
- Certificados dos materiais empregados na fabricação da bomba.
- Ensaio de rotina da bomba e do motor.
- Relatório de teste hidrostático.
- Relatório de teste de performance.
- Relatório de teste de funcionamento.
- Relatório de pintura.
- Certificado de conformidade visual e dimensional.
- Folha de dados da bomba, que deverá apresentar os seguintes itens:
  - Rendimento (mecânico, hidráulico e elétrico) no ponto de trabalho.
  - Diâmetro do rotor (mínimo, de projeto, máximo).
  - Rotação da bomba.
  - NPSH requerido.
  - Potência consumida no eixo.
  - Lubrificante adotado e plano de lubrificação.
  - Lista de peças e plano de manutenção.
- Folha de dados do motor, que deverá apresentar os seguintes itens:
  - Identificação do fabricante.
  - Potência nominal.
  - Rotação nominal.
  - Número de polos.
  - Fator de serviço.



- Carcaça do motor.
- Corrente nominal.
- Corrente no ponto de trabalho da bomba.
- Curvas de conjugado.
- Rolamentos adotados.
- Lubrificante adotado e plano de lubrificação.

#### 6.6 TESTES E/OU ENSAIOS DE DESEMPENHO

Deverão ser providenciados os seguintes testes e ensaios no fornecimento da bomba e do motor:

#### PARA O CONJUNTO MOTOBOMBA

O conjunto motobomba deverá ser testado conforme a norma da ANSI/HI 11.6 e/ou ANSI/HI 14.6 Grau 2B (deverão ser consideradas a versões vigentes e pertinentes), do Hydraulic Institute/American National Standards Institute. Deverão ser levantados o ponto de funcionamento e cinco outros pontos adequadamente escolhidos, verificando-se a curva padrão fornecida na proposta, na velocidade de rotação nominal.

#### **DEMAIS ENSAIOS E INSPEÇÕES MÍNIMOS OBRIGATÓRIOS**

- Teste de shut-off (vazão nula).
- Teste hidrostático com a aplicação de pressão de 1,5 do ponto de operação solicitado (por, pelo menos, 15 min).
- Balanceamento estático e dinâmico do rotor e do eixo, conforme as normas HIS, com apresentação de laudo.
- Medidas de corrente e potência consumidas pelo motor para os pontos solicitados aos testes do conjunto motobomba.
- Ensaio de funcionamento das bombas juntamente com o ensaio de desempenho (desde que efetuado nas rotações nominais e em período não inferior a 30 min). Nesse processo, deverão ser verificados os seguintes itens:
  - Vibrações excessivas.
  - Ruídos anormais.
  - Eventuais aquecimentos de mancais.
  - Ensaio de desempenho/performance: para esse teste, deverão ser adotados os critérios estabelecidos nas normas do HIS para este teste. Preferencialmente, o ensaio deverá ser efetuado na velocidade nominal, considerando-se os seguintes pontos para levantamento da curva:
    - Vazão nula.
    - Vazão mínima contínua estável.
    - Vazão de projeto.
    - Vazão do ponto de melhor rendimento.
    - Vazão a 120% do ponto de melhor rendimento.



• Com a velocidade e a capacidade de projeto, os resultados do ensaio deverão estar dentro das seguintes tolerâncias:

Característica	Ponto garantido (%)	Vazão nula (%)		
Altura manométrica total (mca)				
0 a 150	-2 a +5	+10 a -10		
150 a 300	-2 a +3	+8 a -8		
Eficiência	-0,5	-		
Potência (BHP)	+4	-		
NPSH requerido	0	-		

- Ensaio de NPSH: deverá ser realizado conforme critérios definidos nas normas do HIS. Será utilizada água como líquido bombeado. Os itens medidos serão a vazão mínima contínua estável, a vazão de projeto, a vazão correspondente ao ponto de melhor eficiência e a vazão correspondente a 120% do ponto de melhor eficiência. Preferencialmente, o método deverá ser o de tanque de vácuo.
- Ensaio hidrostático: as bombas deverão ser submetidas a teste hidrostático com pressão equivalente a 1,5 vez a maior das pressões de operação durante um mínimo de 30 min.

As condições de ensaio serão as definidas pela norma do HIS.

#### **Observações**

Para as bombas de origem importada, deverão ser fornecidos ensaios metalográficos, especialmente, das partes e dos componentes em contato com o fluído bombeado. Deverá ser indicada a composição química dos materiais adotados para comprovação da ausência de elementos químicos tóxicos e/ou proibidos pela legislação brasileira.

O laudo emitido terá de ser certificado por órgão credenciado. Se for aplicado revestimento interno e externo, deverá ser apresentado laudo certificado de garantia da não toxicidade do(s) produto(s) em contato com a água, mesmo que a aplicação seja em efluente e afins.

Em relação ao motor, deverão ser apresentados os testes e/ou ensaios de rotina e de tipo do motor elétrico, bem como os certificados à Iguá Saneamento. Os seguintes ensaios deverão ser providenciados (com emissão de relatório e/ou laudo):

- Teste de Tensão Aplicada (conforme as normas NBR 17094-3/4, NBR IEC 60060-1/2 e NBR 17094-1/2) –Consiste em aplicar uma tensão de duas vezes a tensão nominal, acrescida de 1000 V (com aplicação entre os enrolamentos do motor e a carcaça, durante 60 segundos.
- Teste de Resistência de Isolamento (conforme a norma NBR 17094-3/4) –
  Consiste em medir a resistência de isolação das bobinas em relação à carcaça
  do motor. O valor encontrado não deverá ser inferior a 100 MOhms, nos motores
  novos. Esses testes deverão ser aplicados imediatamente após o teste de performance, com o motor aquecido (sempre que possível).





7

# BOMBAS CENTRÍFUGAS



#### 7.1 OBJETIVO

Este capítulo visa definir as exigências mínimas da Iguá Saneamento em relação às características técnicas e metrológicas, e os métodos de ensaios e de recebimento para bombas centrífugas, além dos critérios para a qualificação técnica da proposta. Visa, também, estabelecer as normas que deverão ser atendidas no processo de fabricação das bombas.

#### 7.2 CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS

As características especificas do conjunto motobomba estão relacionadas às condições de operação do fluido e às características de operação hidráulica do projeto, conforme se poderá ver a sequir:

#### **VAZÃO DE TRABALHO**

Deverá ser informada a vazão necessária. Terão de ser anexadas, também, as curvas do sistema projetado, com a indicação do ponto de trabalho. Unidades: m³/h e l/s.

#### PRESSÃO (ALTURA MANOMÉTRICA) DE TRABALHO

Deverá ser informada a pressão necessária no ponto de trabalho da bomba. Terão de ser anexadas, também, as curvas do sistema projetado, com a indicação do ponto de trabalho. Unidades: m.c.a., bar e kgf/cm².

Deverão ser informadas, também, as vazões e pressões máximas e mínimas previstas em projeto. Terão de ser anexadas, também, as curvas do sistema projetado, com a indicação do ponto de trabalho.

#### TEMPERATURA DO FLUÍDO BOMBEADO

Deverá ser informada a temperatura do fluído a ser bombeado. Unidade: °C.

#### VISCOSIDADE DO PRODUTO BOMBEADO

Deverá ser informada a viscosidade do fluido bombeado. Unidade: poise, q/ (cm.s).

#### **DENSIDADE DO PRODUTO BOMBEADO**

Deverá ser informada a densidade do fluido bombeado. Unidade: g/cm³ e kg/m³. As bombas centrifugas têm diversas aplicações. As mais comuns são as aplicações industriais. Os principais fluidos bombeados na aplicação de tratamento de água e efluentes são:

- Água bruta.
- Água potável.
- Esgoto bruto.
- Efluente tratado.

Suas instalações são relacionadas às necessidades do sistema hidráulico, conforme as concepções da sucção: poço seco, poço úmido (ver texto sobre bomba submersível) e alimentação de skids.



#### 7.3 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

A bomba centrífuga é composta por um conjunto que inclui o eixo da bomba montado nos rolamentos, o mecanismo de vedação, componentes estruturais e um impulsor (rotor), que é o componente hidráulico rotativo responsável pela condição operacional e promulgação de energia ao fluido por meio de forças centrifugas.

Devido à rotação do impulsor por fonte externa de energia (um motor elétrico), o líquido encontra entre as palhetas (no interior do rotor) é arrastado do centro para a periferia, pelo efeito da força centrífuga. O impulsionamento se dá em alta velocidade para a carcaça que contorna o rotor denominado de voluta. Na carcaça, grande parte da energia cinética do líquido (energia de velocidade) é transformada em energia de pressão durante a sua trajetória para o bocal de recalque.

As bombas centrifugas podem ser classificadas:

- Fluxo do líquido fluxo radial, misto ou axial).
- Estágios (monoestágio com apenas um rotor, multiestágios com dois ou mais rotores).

#### **VOLUTA/CARCAÇA**

Representam a parte estacionaria e estrutural da bomba. Comportam os mancais, suportes estruturais e a caixa de vedação. Poderão ser fornecidas com os seguintes materiais e revestimentos:

- Ferro fundido (ASTM A48 classe 30 GG20 ou No35B.
- Ferro fundido (DIN GGG 40.3, para bombas de água bruta ou de esgoto).
- · Revestimento cerâmico.
- Revestimento em epóxi.

#### **ROTOR E EIXO DO ROTOR**

Compõem a parte móvel do sistema solidário em relação a um eixo que forma o conjunto girante da bomba. O rotor é dotado de pás cilíndricas, com geratrizes paralelas ao eixo de rotação, fixadas num disco e numa coroa circular. Os rotores têm, ainda, particularidades construtivas que dão características diferentes ao processo de bombeamento. São elas:

**Rotor aberto** – Construído com palhetas abertas nos dois lados sem capa protetora. É largamente utilizado para o bombeamento de fluidos com maior quantidade de sólidos. Requer um NPSH mais alto para operar sem cavitação e avarias.

**Rotor semiaberto** – Caracterizado por ter uma proteção na parte de trás das palhetas, enquanto os demais lados permanecem abertos. É utilizado para o bombeamento de líquidos com baixa quantidade de sólidos flexíveis.

**Rotor fechado** – Tem a presença de proteção por todos os lados das palhetas, promovendo o máximo de força. Requer um NPSH mais baixo e é indicado para o bombeamento de líquidos com pouquíssimo ou nenhum sólido.

Rotor do tipo vórtex – É similar aos modelos semiabertos, mas com a apresentação de espancamento na voluta. É ideal para fluidos com sólidos pegajosos, criando



um vácuo que mantém qualquer detrito longe do rotor durante o bombeamento do fluido. Os materiais para o fornecimento do rotor aplicados em saneamento e tratamento de água são os seguintes:

- Aço inox AISI 304/304L.
- Revestimento cerâmico.
- Aço inox duplex CD4-MCuN-AISI 329.

#### **ANÉIS DE DESGASTE**

São os itens responsáveis por diminuir a recirculação do fluido em rotores fechados. São fornecidos nos materiais:

- Bronze.
- AISI 304 ou 316.

#### **VEDAÇÃO DO EIXO**

É o elemento que impede a recirculação do fluido a ser bombeado. É fornecida em função das características hidráulicas e do fluido (no modelo de selo mecânico do tipo duplo). As especificações de seus componentes em borracha obedecem às seguintes normas:

- NBR.
- EPDM.
- Viton.
- AISI 304/316.

#### **MOTOR ELÉTRICO**

Os acionamentos da bomba centrífuga deverão ser fornecidos com a possibilidade de fechamento nas tensões de 220V, 380V e 440V. Os acionamentos deverão ser antecedidos por inversor de frequência ou soft-starter, conforme especificado em projeto. Outras características importantes são:

- Fator de serviço, no mínimo, de 1,10.
- Dimensionado para trabalho contínuo ou intermitente, com até de 15 partidas por hora, no mínimo.
- Classe de isolação H para suportar temperatura de, no máximo ,180 °C, sem prejuízo das isolações e da vida útil do enrolamento.
- Grau de proteção IP-65.

#### **SENSORES E PROTEÇÃO**

#### PROTEÇÃO CONTRA OPERAÇÃO A SECO

As bombas deverão ter proteção contra o trabalho a seco e monitoramento por temperatura com sensor tipo PT-100 e relé). O sensor PT-t100 é um termopar do tipo sonda, utilizado para a proteção do conjunto motobomba quando aplicada temperatura ou há aumento excessivo de temperatura. O relé de temperatura deverá acionar uma saída por contato seco (livre de potencial), para desativar eletricamente o circuito de comando da bomba.



#### **BASE DE FIXAÇÃO**

A base de fixação tem como funções dar rigidez estrutural ao conjunto motobomba e ser o elemento de fixação no local de instalação. Os chumbadores deverão ser em aço inoxidável (mínimo, AISI 304) e com adesivo químico. Não será permitida a aplicação de chumbadores mecânicos.

O alinhamento entre o conjunto motobomba e sua estrutura, possibilitando um funcionamento coplanar entre os elementos, é essencial para o bom funcionamento do equipamento.

A aferição de montagem utiliza calços de montagem. Por meio desse recurso, é possível corrigir a posição vertical da montagem para que ela fique alinhada com a máquina estacionária ou de referência. Depois da utilização de um relógio comparador ou de uma ferramenta de alinhamento de eixo a *laser* para medir o desalinhamento das linhas centrais de rotação da máquina, calços deverão ser adicionados ou removidos dos pés da máquina móvel, como forma de corrigir a angularidade vertical e o deslocamento.

Os itens poderão ser fornecidos nos materiais:

- · Aço inoxidável.
- Aço-carbono (com revestimento/pintura).
- Chumbadores em aço inoxidável (no mínimo, AISI 304) e adesivo químico. Não será permitida a aplicação de chumbadores mecânicos.

#### PLAQUETAS E DADOS TÉCNICOS

Deverão ser fornecidos, para identificação da bomba, os seguintes itens:

- Plaqueta com os dados da bomba em aço inox.
- Plaqueta com os dados do motor em aço inox.
- Plaqueta com os esquemas de ligação do motor e instrumentação em aço inox.

#### 7.4 TESTES E ENSAIOS

O conjunto motobomba deverá ser testado conforme a norma da ANSI/HI 11.6 e/ou ANSI/HI 14.6 Grau 2B (deverão ser consideradas a versões vigentes e pertinentes), do Hydraulic Institute/American National Standards Institute. Deverão, também, ser levantados o ponto de funcionamento e cinco outros pontos adequadamente escolhidos, verificando-se a curva padrão fornecida na proposta, na velocidade de rotação nominal. São importantes, ainda, os seguintes testes:

- Hidrostático das montagens das conexões.
- Teste de performance (variação da rotação da bomba operando na pressão especificada de trabalho)
- Teste de tensão aplicada (conforme a NBR 17094-3/4). Consiste na aplicação de uma tensão duas vezes maior do que a tensão nominal, acrescida de 1.000 volts.
- Teste de resistência e isolamento de motor (conforme a NBR 17094-3/4). Consiste na medição da resistência das bobinas em relação à carcaça do motor).



- Vibrações excessivas e aquecimento nos mancais.
- Ruídos anormais.
- Funcionamento do sistema de lubrificação (se existir).
- Para bombas de origem importada, deverão ser fornecidos ensaios metalográficos e/ou químicos (especialmente, das partes e dos componentes em contato com o fluído bombeado) indicando a composição química dos materiais adotados, para que haja a comprovação da ausência de elementos químicos tóxicos e/ou proibidos pela legislação brasileira. O laudo deverá ser emitido e certificado por órgão credenciado. Se aplicado revestimento interno quanto externo, deverá ser apresentado laudo certificado que garanta a não toxicidade do(s) produto(s) em contato com a água, mesmo que a aplicação seja em efluente e afins.

# 7.5 DOCUMENTAÇÃO

Os itens indicados a seguir deverão ser previstos no fornecimento da bomba (com as informações em língua portuguesa):

- Manual de instalação, operação e manutenção com lista de peças.
- Desenho(s) da bomba (conjuntos montados, peças e arranjo geral).
- Curva de catálogo (teórica) e curvas da bomba com o ponto de trabalho.
- Plano de inspeção e testes.
- Certificados dos materiais empregados na fabricação da bomba.
- Ensaio de rotina da bomba e do motor.
- Relatório de teste hidrostático.
- Relatório de teste de performance.
- Relatório de teste de funcionamento.
- Relatório de pintura.
- Certificado de conformidade visual e dimensional.
- Folha de dados da bomba, que deverá apresentar os seguintes itens:
  - Rendimento (mecânico, hidráulico e elétrico) no ponto de trabalho.
  - NPSH requerido.
  - Potência consumida
  - Lista de peças e/ou o plano de manutenção.



# 7.6 DADOS TÉCNICOS MÍNIMOS PARA BOMBA CENTRÍFUGA

Poderá ser considerada como modelo a folha de dados a seguir:

DADOS CONSTRUTIVOS DA BOMBA				
Descritivo	Seleção			
Bomba centrífuga				
Modelo	- Fluxo radial			
	☐ Fluxo misto			
	☐ Fluxo axial			



DADOS CONSTRUTIVOS DA BOMBA				
Descritivo		Seleção		
Rotor (1)  Material  SAE 1045  SAE 4320  AISI 304  SAE 316  Polipropileno	9	Rotor fechado		
	9	☐ Rotor semiaberto		
	6	☐ Aberto		
		☐ Vórtex		
Vedação (4)  Material  NBR  EPDM  Viton  NBR		Selo mecânico		
Acionamento		☐ <i>Soft-starter</i> ☐ Inversor de frequência		
Sensores	14/1	Sensor de temperatura (PT 100)		



DADOS CONSTRUTIVOS DA BOMBA				
Descritivo	Seleção			
Corpo		Ferro fundido – DIN GGG 40.3  AISI 304  AISI 316  Ferro fundido ASTM A48 classe 30 GG20 ou No35B.		
Norma flange Sucção e recalque		<ul><li>□ NBR 7675</li><li>□ ASME 16.5</li></ul>		





8

# BOMBA HELICOIDAL



# 8.1 OBJETIVO

Este capítulo visa definir as exigências mínimas da Iguá Saneamento em relação às características técnicas, metrológicas, métodos de ensaios e recebimento para bombas de deslocamento positivo tipo helicoidal, além dos critérios para a qualificação técnica da proposta e estabelecer as normas que deverão ser atendidas no processo de fabricação das bombas.

# **8.2 CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS**

Os fluidos principais a serem bombeados por meio de bombas helicoidais têm concentração de sólidos e densidades caracterizadas conforme os itens a seguir:

- Lodo de recirculação de ETE/ETA.
- Lodo adensado de ETA/ETE.
- Lodo decantadores de ETE/ETA.
- Lodo desaguado de ETE/ETA.
- Água e/ou efluente com grande concentração de sólidos.
- Polímero.
- · Leite de cal.

As características especificas do conjunto motobomba estão relacionadas às condições de operação do fluido e às características de operação hidráulica do projeto, conforme se poderá ver a seguir:

# **VAZÃO DE TRABALHO**

Deverá ser informada a vazão necessária no ponto de trabalho da bomba. Anexar a(s) curva(s) do sistema projetado indicando o ponto de trabalho. Unidade(s): m³/h e l/s.

# PRESSÃO (ALTURA MANOMÉTRICA) DE TRABALHO

Deverá ser informada a pressão necessária no ponto de trabalho da bomba. Terão de ser anexadas, também, as curvas do sistema projetado, com a indicação do ponto de trabalho. Unidades: m.c.a., bar e kgf/cm².

# VAZÃO E PRESSÃO NOS PONTOS DE VAZÃO MÁXIMA E VAZÃO MÍNIMA

Deverão ser informadas as vazões e pressões máximas e mínimas previstas em projeto. Terão de ser anexadas, também, as curvas do sistema projetado, com a indicação do ponto de trabalho.

# TEMPERATURA DO FLUÍDO BOMBEADO

Deverá ser informada a temperatura do fluído a ser bombeado. Unidades em °C.

### VISCOSIDADE DO PRODUTO BOMBEADO

Deverá ser informada a viscosidade do fluido bombeado. Unidade: poise, g/ (cm.s).



### **DENSIDADE DO PRODUTO BOMBEADO**

Deverá ser informada a densidade do fluido bombeado. Unidades: g/cm³ e kg/m³.

### 8.3 CARACTERISTICAS CONSTRUTIVAS

A bomba helicoidal é um equipamento formado pelo rotor (item rotativo) e pelo estator (componente fixo), que, em conjunto, possibilitam o bombeamento de fluidos viscosos. As características mecânicas previstas para o equipamento estão descritas nos itens a seguir, que indicam as formas construtivas, os dados de potência e os acessórios para utilização.

### **ROTOR**

É um dos elementos principais de uma bomba helicoidal. Tem uma seção circular e gira em torno de um estator fixo, dando fluxo ao fluido bombeado, por meio das cavidades que forma com o estator.

O rotor a ser fornecido deverá ser dimensionado para atendimento à vazão e à pressão especificadas e, ainda, conforme os materiais e os revestimentos necessários para atendimento à caracterização do fluido a ser bombeado e às necessidades do sistema (instalação hidráulica). Poderá ser fornecido conforme os materiais a seguir:

- Aço SAE 1045 ou similar com revestimento em cromo duro.
- Aço inox AISI 420.
- Aço SAE 4320 ou similar com revestimento em carbeto de tungstênio.
- Aço inox AISI 304/304L.
- Aço inox AISI 316/316L.
- Polipropileno.
- Plástico de engenharia
- Aço-cromo (com cromo duro especial UM40)

### **ESTATOR**

O estator é uma cavidade de duas entradas. É fabricado em elastômero aderido a um tubo metálico, no qual a geometria de encaixe deverá ser perfeita com o rotor (para a formação de cavidades espirais separadas entre elas). Ao girar o rotor, as cavidades atuam da entrada para a saída da bomba, formando a ação de bombeio contínuo. O estator deverá ser fornecido nos seguintes materiais:

- NBR ou EPDM com dureza de 40 a 60 Shore A.
- NBR ou EPDM com dureza de 60 a 80 Shore A.
- Viton.
- Plástico de engenharia (produtos químicos).
- Borracha SBE.



# ARTICULAÇÃO E EIXO DE ACOPLAMENTO

As articulações consistem no conjunto de peças que transmite rotação do eixo acionado para o rotor, corrigindo, assim, o deslocamento excêntrico dessa ligação. As possibilidades de montagem entre os itens são as seguintes:

- Pino com revisão SM (tipo B padrão para bombas dimensão inferior a NM045).
- Pino com bucha de desgaste e vedação SM (tipo V).

# **VEDAÇÃO DO EIXO**

A vedação do eixo é o elemento que impede a recirculação do fluido a ser bombeado. É fornecida em função das características hidráulicas e do fluido e no modelo em selo mecânico (com montagem invertida e lubrificação por glicerina). As faces SIC/SIC terão molas e partes metálicas em AISI 316, com seus componentes em borracha dos seguintes materiais a seguir:

- NBR.
- EPDM.
- Viton.

### **MOTOR ELÉTRICO**

O acionamento da bomba helicoidal poderá ser realizado por motor elétrico ou conjunto moto redutor, com instalação tanto na vertical quanto na horizontal. Os motores deverão ser fornecidos com possibilidade de fechamento nas tensões de 220V, 380V e 440V. Os acionamentos deverão ser antecedidos por inversor de frequência ou *soft-starter*, conforme especificado em projeto. Outras características importantes são:

- Fator de serviço, no mínimo, de 1,10.
- Dimensionado para trabalho contínuo ou intermitente com até 15 partidas por hora, no mínimo.
- Classe de isolação H para suportar temperatura de, no máximo, 180 °C, sem prejuízo das isolações e da vida útil do enrolamento.
- Grau de proteção IP-65.

# SENSORES E PROTEÇÃO

# PROTEÇÃO CONTRA OPERAÇÃO A SECO

As bombas deverão ter proteção contra a trabalho a seco e monitoramento por temperatura com sensor tipo PT-100 e relé. O sensor PT-100 é um termopar do tipo sonda utilizado para a proteção do conjunto motobomba quando for aplicada temperatura ou houver aumento de temperatura excessivas. O relé de temperatura deverá acionar uma saída por contato seco (livre de potencial), de modo a desativar eletricamente o circuito de comando da bomba.



### PROTEÇÃO HIDRÁULICA

Deverão ser previstas válvulas de alívio (pressão), conforme as especificações de projeto, para o controle da pressão do sistema e a prevenção de danos ao equipamento. É projetado para dispor os excessos de pressão no sistema, abrindo automaticamente quando é alcançado um nível pré-determinado. A instalação se dá por meio da interligação das linhas de recalque e sucção, o que possibilita proteção ao sistema de bombeamento de deslocamento positivo.

# CORPO ESTRUTURAL E SUÇÃO

O corpo da bomba é a estrutura principal do equipamento no qual estão montados os demais itens construtivos. Considera-se corpo de sucção o elemento situado entre o conjunto de acionamento e o conjunto rotor-estator, sendo o bocal de recalque aquele situado na extremidade da bomba. É nomeado de fluxo inverso quando a bomba trabalha com a conexão da extremidade da bomba com sucção. Os materiais a serem aplicados deverão ser dos itens a sequir:

- Ferro fundido cinzento.
- · Aço-carbono com pintura epóxi.
- Aço inox (AISI 304/316).
- Tirantes e porcas dos tirantes (aço inox AISI-304).

Os flanges de ligação de sucção e recalque deverão seguir a escolha dos materiais e a norma de instalação (ASME, DIN ou similar). As montagens dos bocais de sução poderão ser rotacionadas para atender aos *layouts* de instalações, com o posicionamento podendo ser aferido na tabela Dados Construtivo da Bomba, presente neste documento. A posição da conexão de sucção poderá ser conforme as indicações a seguir:

- Superior (tipo 1),
- Esquerda (tipo 2).
- Direita (tipo 3).

# BASE DE FIXAÇÃO DA BOMBA

A base de fixação da bomba tem como funções dar rigidez estrutural ao conjunto motobomba e ser o elemento de fixação com o local de instalação. Os chumbadores deverão ser em aço inoxidável (mínimo, AISI 304) e adesivo químico. Não será permitida a aplicação de chumbadores mecânicos.

O alinhamento entre o conjunto motobomba e sua estrutura, possibilitando a atuação coplanar entre os elementos, será essencial para o bom funcionamento do equipamento.

A aferição de montagem utiliza calços de montagem, com o qual é possível corrigir a posição vertical da montagem para que haja alinhamento com a máquina estacionária ou de referência. Depois que há a utilização do relógio comparador ou da ferramenta de alinhamento de eixo a *laser*, para a medição do desalinhamento das linhas centrais de rotação da máquina, calços são adicionados ou removidos dos pés da máquina móvel, como forma de corrigir a angularidade vertical e o deslocamento.



### PLAQUETAS E DADOS TÉCNICOS

Deverão ser fornecidos os seguintes itens para a identificação da bomba:

- Plaqueta com os dados da bomba em aço inox.
- Plaqueta com os dados do motor em aço inox.
- Plaqueta com os esquemas de ligação do motor e instrumentação em aço inox.

### **8.4 TESTES E ENSAIOS**

O fornecimento do conjunto motobomba de deslocamento positivo tipo helicoidal e sua montagem deverão atender aos testes ensaios citados a seguir:

- Hidrostático das montagens das conexões.
- Teste de performance e ensaio-padrão NDB 114.
- Teste de tensão aplicada (conforme a NBR 17094-3/4). Consiste na aplicação de tensão duas vezes maior do que a tensão nominal, acrescida de 1.000 V).
- Teste de resistência e Isolamento motor (conforme a NBR 17094-3/4). Consiste na medição da resistência das bobinas em relação a carcaça do motor.
- Vibrações excessivas e aquecimento nos mancais.
- Ruídos anormais.
- Funcionamento do sistema de lubrificação (quando aplicável).
- Para bombas importadas, deverão ser fornecidos ensaios metalográficos e/ ou químicos (especialmente das partes e dos componentes em contato com o fluído bombeado indicando a composição química dos materiais adotados), de modo a comprovar a ausência de elementos químicos tóxicos e/ou proibidos pela legislação brasileira. O laudo deverá ser emitido e certificado por órgão credenciado. Com a aplicação de revestimento interno e externo, deverá ser apresentado laudo certificado que garanta a não toxicidade dos produtos em contato com a água, mesmo que a aplicação seja em efluente e afins

# 8.5 DOCUMENTAÇÃO

Os itens indicados a seguir deverão ser previstos no fornecimento da bomba (todos em língua portuguesa):

- Manual de instalação, operação e manutenção, com a lista de peças.
- Desenho(s) da bomba (conjuntos montados, peças e arranjo geral).
- Curva de catálogo (teórica) e curvas da bomba, com o ponto de trabalho.
- Plano de inspeção e testes.
- Certificados dos materiais empregados na fabricação da bomba.
- Ensaio de rotina da bomba e do motor.
- Relatório de teste hidrostático.



- Relatório de teste de performance.
- Relatório de teste de funcionamento.
- Relatório de pintura.
- Certificado de conformidade visual e dimensional.
- Folha de dados da bomba contendo os seguintes itens:
  - Rendimento (mecânico, hidráulico e elétrico), no ponto de trabalho.
  - NPSH requerido.
  - Potência consumida
  - Lista de peças e/ou plano de manutenção.

# 8.6 DADOS TÉCNICOS MÍNIMOS PARA BOMBA HELICOIDAL

Poderá ser considerada como modelo a folha de dados a seguir:

DADOS CONSTRUTIV	OS DA BOMBA		
Descritivo	Seleção		
Bomba helicoidal		-0	
Modelo			Nemo Mini BY Monobloco 12 bar/vazão: 500 l/h
			Nemo BY Monobloco 24 bar/vasão: 400 m3/h
			Nemo SY Com mancal 48 bar/vazão 500 m3/h
			Nemo SF Com mancal e entrada retangular expandida 48 bar/vazão: 200 m3/h
	A.		Nemo BH Plus Bomba sanitária fabricada de acordo com as normas sanitárias 24 bar/vazão: 140 m3/h
			Nemo BT Vertical 24 bar/vazão: 120 m3/h



DADOS CONSTRUTIVOS DA BOMBA			
Descritivo		Seleç	ão
Rotor (1)	0		SAE 1045 SAE-1045 (com cromo duro) SAE 4320 AISI 304 (L) AISI 316 (L)
Estator (2)			NBR EPDM Viton Plástico de engenharia Ferro fundido
Articulação e eixo			Tipo B Pino com vedação SM
de acoplamento (3)			Tipo V (preferencial) Pino com bucha de desgaste e vedação SM
Vedação (4)  Material  NBR  EPDM  Viton  NBR			Selo mecânico
Motor elétrico  220v/380v  440v			Motor elétrico Motoredutor Frequência (conforme projeto) 60 Hz (preferencial)
Acionamento			Soft-starter Inversor de frequência
Sensores	Jan 1991		Sensor de temperatura (PT 100)
Proteção	S. T. S.		Válvula de alívio



DADOS CONSTRUTIVOS DA BOMBA				
Descritivo		Seleç	ão	
Corpo Material Carbono AISI 304 (L) AISI 316 (L)			Aço-carbono (c/pintura) Aço inox.	
Bocal de sucção Material Carbono AISI 304 (L) AISI 316 (L)	Viota em perspectiva  Conexão de Suoção Tipo 1		Tipo 1	
	Viota Superior  Conexão de sucção Tipo 2		Tipo 2	
	Conexão de surção Tipo 3		Tipo 3	
Norma flange Sucção e recalque			NBR 7675 ASME 16.5	





9

BOMBAS DOSADORAS DE QUÍMICOS



### 9.1 OBJETIVO

Este capítulo visa definir as exigências mínimas da Iguá Saneamento em relação às características técnicas e metrológicas, e aos métodos de ensaios e de recebimento para bombas dosadoras de químicos, além dos critérios para a qualificação técnica da proposta, com o estabelecimento de normas que deverão ser atendidas no processo de fabricação das bombas

# 9.2 CONDIÇÕES DE FORNECIMENTO

O escopo do fornecimento será solicitado pelas unidades da Iguá Saneamento, de acordo com suas necessidades, e embasado nas premissas deste documento, por meio de emissão do Pedido de Compra. As quantidades e as datas de entregas serão definidas no momento da negociação comercial.

# 9.3 CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS

As características especificas do conjunto motobomba estão relacionadas às condições de operação do fluido e às características de operação hidráulica do projeto, conforme se verá a seguir:

### **PRODUTO BOMBEADO**

Deverá ser especificado o produto químico a ser bombeado/dosado para a correta seleção.

### **VAZÃO DE TRABALHO**

Deverá ser informada a vazão necessária no ponto de trabalho da bomba, com a anexação das curvas do sistema projetado, indicando-se o ponto de trabalho. Unidades:

- m<sup>3</sup>/h.
- I/h.
- Pressão (altura manométrica) de trabalho.
- Deverá ser informada a pressão necessária no ponto de trabalho da bomba.
   Anexar a(s) curva(s) do sistema projetado indicando o ponto de trabalho.
   Unidades:
  - M.c.a.
  - Bar.
  - Kgf/cm<sup>2</sup>.

# TEMPERATURA DO FLUÍDO BOMBEADO

Deverá ser informada a temperatura do fluído a ser bombeado. Unidade: °C.

### VISCOSIDADE DO PRODUTO BOMBEADO

Deverá ser informada a viscosidade do fluido bombeado. Unidade: poise, g/ (cm.s).



### **DENSIDADE DO PRODUTO BOMBEADO**

Deverá ser informada a densidade do fluido bombeado. Unidades: g/cm³ e kg/m³.

### CARACTERÍSTICAS DO PONTO DE DOSAGEM

Deverá ser informado o regime de operação da bomba para a sua correta seleção. Os fluidos principais a serem bombeados por bombas dosadoras têm uma série de produtos, dentre quais, os seguintes:

- · Cloreto férrico.
- Concentração variadas de hipoclorito de sódio.
- Sulfato de alumínio diluído.
- Polímero.
- Cloro (diluído de concentração).
- Antiespumante.
- Ácido fluossilicato.
- PAC (20/18).

# 9.4 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

As características mecânicas previstas para o equipamento estão descritas nos itens a seguir, com a indicação das formas construtivas e dos dados de potência e acionamento, conforme a necessidade de cada instalação e cada utilização.

### 9.5 TIPOS DE BOMBAS DOSADORAS

Os seguintes tipos de bombas dosadoras poderão ser destinados à dosagem de produtos químicos:

- Bomba dosadora magnético do tipo diafragma.
- Bomba dosadora motorizada do tipo diafragma.
- Bomba dosadora motorizada do tipo peristáltica.

# 9.6 BOMBAS DOSADORAS MAGNÉTICAS DO TIPO DIAFRAGMA (SOLENOIDE)

O bombeamento ocorre por meio da formação de campo eletromagnético, que desloca o eixo metálico de acionamento do diafragma para a frente e para trás, executando o deslocamento positivo do líquido bombeado. Esse movimento do diafragma, que provoca o aumento e a diminuição do volume da câmara, é responsável pelo transporte da substância que passa pelo diafragma. Tem, ainda, duas válvulas antirretorno, que evitam o refluxo do meio de dosagem durante o processo de bombeamento. A bomba deverá ter o comprimento de curso, o denominado stroke, ajustável mecanicamente por meio do uso de manopla na própria bomba.



### Observação

O uso desse tipo de bomba deverá se restringir às aplicações isoladas (que não contarão com sistema de automação). Os equipamentos poderão ser fornecidos nas tensões 220V.

# 9.6.1 Aplicações e capacidade de processo

- Tratamento de água potável Dosagem de desinfetantes.
- Tratamento de águas residuais Dosagem de agentes de floculação.
- Vazão Dosagem de produtos químicos de 1 ml/h a 80 l/h.
- Altura manométrica (até 25 bar).

# 9.7 BOMBAS DOSADORAS MOTORIZADAS DO TIPO DIAFRAGMA

Nas bombas dosadoras, o acionamento é feito por motor trifásico. A variação da vazão de dosagem ocorre com a variação da rotação do motor, por inversor de frequência. A bomba deverá ter o comprimento de curso (*stroke*), ajustável mecanicamente por meio do uso de manopla na própria bomba. As bombas têm, ainda, duas válvulas antirretorno (garantia de não retorno do meio de dosagem durante o processo de bombeamento). Elas podem ser fornecidas nas tensões 220V/380V e 440V (sempre, no sistema trifásico), e acionadas por inversor de frequência (a ser instalado no painel da planta).

# 9.7.1 Aplicações e capacidade de processo

- Desinfetante no tratamento de águas.
- Agente de floculação no tratamento de águas residuais.
- Vazão Químicos até 1.000 l/h.
- Altura manométrica Até 25 bar.

# 9.8 BOMBAS DOSADORAS PERISTÁLTICAS

São bombas cujo princípio de funcionamento é baseado em movimentos peristálticos. Para tal, a mangueira é fixada no cabeçote e pressionada por roletes em volta do rotor, que realiza um movimento circular. Ao se moverem, os roletes pressionam a mangueira, promovendo o fluxo do produto. O acionamento das bombas, por sua vez, é feito por motor trifásico. Elas deverão ser fornecidas nas tensões 220V, 380V e 440V, e acionadas por inversor de frequência (a ser instalado no painel da planta).

# 9.8.1 Aplicações e capacidade de processo

 Tratamento de águas residuais – Dosagem de fluidos altamente viscosos/soluções poliméricas.



- Tratamento de água potável e efluentes (dosagem de desinfetantes).
- Vazão Dosagem de produtos químicos até 400 l/h.
- Altura manométrica até 8 bar.

# 9.8.2 Acessórios fornecidos em conjunto com as bombas dosadoras

- *Display* para inspeções e comando *in loco* (aplicável apenas para as bombas dosadoras magnéticas).
- Cabo/cordão de alimentação (aplicável apenas para as bombas dosadoras magnéticas).
- Entrada analógica 4~20mA para referência de velocidade (aplicável apenas paras as bombas dosadoras magnéticas).
- Saída (tipo contato seco) para a indicação de falha da bomba (aplicável apenas para as bombas dosadoras magnéticas).
- Comunicação de controle e acionamento remoto (quando indicado).
- Válvula de controle de pressão e manômetro (caso não esteja integrado à bomba).
- A mangueiras de sucção e recalque deverão ser fornecidas conforme a especificação da bomba. As conexões poderão ser, igualmente, rígidas, em detrimento das mangueiras flexíveis, atendendo aos requisitos de resistência físico-química em relação ao fluido bombeado.
- Válvula de pé/crivo (sucção) com filtro de retenção.
- Base (quando for necessário e aplicável), construída de forma a parte e em caldeiraria esclusa do fornecimento).
- Sensor de nível de óleo (aplicável apenas para as bombas dosadoras do tipo peristáltica).
- Conexões e peças hidráulicas para a interligação da bomba com o ponto de dosagem.
- Manuais de instalação, operação e manutenção.

# 9.9 TESTES E ENSAIOS

As bombas dosadoras deverão respeitar os ensaios a seguir (a fim de validar seu funcionamento e sua instalação):

- Hidrostático das montagens das conexões.
- Teste de performance.
- Vibrações excessivas.
- Ruídos anormais.



# 9.10 DOCUMENTAÇÃO

Os itens indicados a seguir deverão ser previstos no fornecimento da bomba (todos em língua portuguesa):

- Manual de instalação, operação e manutenção com lista de peças.
- Desenho(s) da bomba (conjuntos montados, peças e arranjo geral).
- Plano de inspeção e testes.
- Certificados dos materiais empregados na fabricação da bomba.
- Relatório de teste de performance.
- Relatório de teste de funcionamento.
- Certificado de conformidade visual e dimensional.
- Folha de dados da bomba.

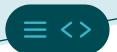
# 9.11 DADOS TÉCNICOS MINIMOS PARA BOMBA DOSADORA

Poderá ser considerada como modelo a folha de dados a seguir:

DADOS DE SELEÇÃO	BOMBA DOSADORA		
Descritivo	Se	eleçâ	ão
Modelo			Dosadoras magnéticas Diafragma (solenoide) 25 bar/vazão: 80 l/h
			Dosadoras magnéticas Diafragma (motorizada) 25 bar/vazão: 1.000 l/h
		$\boxtimes$	Dosadora peristáltica 8 bar /vazão: 400 l/h
Acionamento		$\boxtimes$	Inversor de frequência



DADOS DE SELEÇÃO BOMBA DOSADORA			
Descritivo		Seleçã	io
Acessórios			Mangueira/conexão de recalque e sucção Display remoto Controlador/indicador de cloro Controlador/indicador de ph Válvula com filtro de retenção pé/crivo (sucção)
Conexão			NPT BSP





# 

SOPRADORES
DE AR DO
TIPO PARAFUSO



### 10.1 OBJETIVO

Este capítulo visa definir as exigências mínimas da Iguá Saneamento no que diz respeito às características técnicas para o fornecimento de sopradores de ar do tipo parafuso.

# **10.2 CONDIÇÕES DE FORNECIMENTO**

Nas aplicações da Iguá Saneamento, preferencialmente, os sopradores especificados deverão ser do tipo parafuso, por causa da eficiência energética maior quando comparados a outras tecnologias. Isso é possível, pois o trajeto do fluxo de ar interno é otimizado para reduzir as quedas de pressão e a turbulência do ar.

Outras tecnologias poderão ser aceitas na fase de projeto executivo, se devidamente justificadas pelo fornecedor/projetista e validadas, previamente, pelo corpo técnico da Iguá Saneamento. Em geral, como já foi apresentado, a tecnologia aceita é a dos sopradores do tipo parafuso.

O escopo do fornecimento será solicitado pelas unidades da Iguá Saneamento de acordo com suas necessidades, e embasado nas premissas deste documento, por meio da emissão do Pedido de Compra. As quantidades e as datas de entrega serão definidas no momento da negociação comercial.

O fabricante será responsável pela adequada especificação dos materiais de construção do equipamento e de seus acessórios. Caso este documento indique as matérias-primas ou insumos de uma peça ou de um material, a informação deverá ser entendida como a preferência e o padrão mínimo da Iguá Saneamento. Será obrigatório ao fabricante, de qualquer forma, indicar materiais equivalentes ou superiores aos descritos nesse documento.

O fornecimento incluirá os itens a seguir (sem ficar limitado a eles):

- Sopradores de ar de deslocamento positivo do tipo parafuso.
- Válvula de alívio.
- Válvula de retenção.
- Peças de acoplamento.
- Peças de fixação.
- Acessórios indicados pela contratante (ver itens nas próximas seções).
- Sobressalentes, ferramentas e acessórios indicados pelo fabricante.
- Lubrificantes e acessórios para instalação, conforme a necessidade.
- Montagens de fábrica e de campo.
- Testes e ensaios em linha de produção e em campo, inclusive de funcionamento.
- Proteção e pintura, conforme o caso.
- Acondicionamento dos produtos.
- Certificados, manuais e catálogos.
- Assistência técnica, inclusive no local de instalação.
- Garantia.



# 10.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS

# **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

- **Tipo de soprador** Sopradores do tipo parafuso serão os preferidos, devido à eficiência energética e à sua elevada confiabilidade.
- Vazão nominal A capacidade de vazão dos sopradores deverá ser dimensionada conforme a demanda da estação e sua aplicação, levando-se em consideração a capacidade máxima de tratamento desejada.
- Eficiência energética Os sopradores deverão ser projetados para otimizar a eficiência energética da planta, minimizando o consumo de energia durante o funcionamento normal. Para tanto, terão de ser especificados com motores de alta eficiência e sistemas de acionamento que permitam a variação de velocidade (inversores de frequência), otimizando o consumo de energia em diferentes condições de operação. Além disso, deverá ser considerado o uso de tecnologias de recuperação de calor para maximizar a eficiência global do sistema.
- Operação silenciosa Deverá ser dada preferência a sopradores que apresentem baixo nível de ruído durante a operação. Condição mínima aceitável: 85db de ruído quando a medição acontece a 1,5 m de distância (85db a 1,5 m). Preferencialmente, os sopradores deverão ser fornecidos com carenagem, para a devida atenuação de ruído.
- Quantidade de máquinas No sistema dimensionado, deverão ser previstas máquinas reservas preferencialmente, a quente (reserva disponível e instalada). As condições de automação e revezamento entre os equipamentos estão dispostas nas diretrizes de automação da Iguá Saneamento, no documento DT-COR-AUT-001.
- Sistema de alarme Os equipamentos deverão ser fornecidos com sistema de alarmes para alertar sobre condições anormais de operação. O sistema deverá ser configurável e capaz de notificar operadores (localmente e pelo SCADA da unidade).

O efeito da temperatura ambiente, dentro dos limites operacionais, não deverá causar alteração no equipamento, cabendo à proponente verificar, previamente, eventuais ajustes necessários para a correta operação do equipamento. Caso haja performance prejudicada ou o comprometimento das máquinas, não serão aceitas como justificativas as condições de temperatura adversa na planta na qual os equipamentos estão instalados. A proponente deverá garantir que os sopradores mantenham sua eficiência operacional em uma faixa ampla de temperaturas, considerando condições agressivas de frio e calor.

O fabricante deverá apresentar, obrigatoriamente, uma Folha de Dados (FD) com todas as especificações técnicas do equipamento proposto, para que possa haver comparação com as descritas. Um modelo de FD encontra-se ao final deste documento.

As características técnicas informadas poderão ser alteradas em função das condições locais, de processos específicos, alterações de normas, inovações tecnológicas, mudança de legislações aplicáveis ou eventuais sugestões da empresa projetista. Obrigatoriamente, os desvios deverão ser submetidos à avaliação da



Iguá Saneamento. Eventuais divergências não sinalizadas deverão ser ajustadas de imediato, por meio de notificação formal da contratante.

Complementam a presente especificação, os documentos técnicos de projeto, que deverão ser constituídos pelos seguintes itens:

- Memoriais.
- Listas de materiais.
- Especificação técnica.
- Desenhos do projeto.

O soprador deverá ser dimensionado para operação isolada e de forma contínua. A partida do soprador será com velocidade reduzida, obtida pela variação da frequência da corrente elétrica de alimentação do motor. Além disso, o soprador descarregará à atmosfera. Alcançada a velocidade nominal, a válvula de descarga para atmosfera irá se fechando de modo controlado pela pressão de descarga.

- **Corpo** Deverá ser dimensionado para suportar as condições de trabalho e possibilitar maior eficiência do conjunto e menores folgas entre os rotores.
- Rotor Parafuso, balanceado estaticamente e dinamicamente para a rotação de trabalho. No projeto, deverá estar previsto que poderão ocorrer operações em velocidades menores do que a nominal.
- Vedação Eixo-motor com selagem por anéis; as demais partes com selagem por labirintos.
- **Protetores** As engrenagens parafusos de ajuste e outras partes rotativas deverão ser protegidas.
- Cabine acústica Deverá garantir nível de ruído de 85 dB (A), medido a 1,5 m do soprador. Essa cabine deverá conter:
  - Manômetro ou medidor de pressão para descarga.
  - Multimedidor digital de grandezas elétricas instalado.
  - Botoeiras para operação local e seletoras para operação "Manual/Automática" e "Local/Remota".
  - Lâmpadas de indicação de operação, de cor verde, para circuito energizado; vermelha para equipamento em operação; e amarela para defeitos.
  - Conexões de sucção e descarga (flangeadas ANSI B16.5 150 psi).
- Tipo de lubrificação dos mancais Por circuito externo de óleo, independente do CLP (caso exista) e com bomba de óleo trifásica e resfriador (para garantir maior vida útil do óleo). O sistema de óleo deverá estar previsto na IHM do equipamento;
- IHM do equipamento Deverá conter todas as informações operacionais e elétricas e o monitoramento do equipamento. A IHM deverá estar dimensionada para integração com um CLP externo da planta.
- Materiais Com base em sua experiência, a proponente poderá propor materiais daqueles especificados neste documento, desde que justifique essa mudança.
   De qualquer forma, ela será responsável pelo desempenho dos materiais. A seguir, os materiais sugeridos para diferentes partes ou peças dos sopradores.
  - Carcaça Ferro fundido DIN 1691 Classe GG-20 (ASTM A-48 Gr. CL-30).

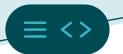


- Rotor Ferro fundido nodular DIN 1693 Classe GGG-40 (ASTM A-536 Gr. 60-40-18), revestido com teflon.
- Eixo Ferro fundido nodular DIN 1693 Classe GGG-40 (ASTM A-536 Gr. 60-40-18).
- Engrenagens Aço.
- Motor elétrico De indução, rotor em gaiola de esquilo e, obrigatoriamente, trifásico, apropriado para operar em rotação variável por inversor de frequência sem que haver necessidade de refrigeração externa ou auxiliar, com rolamentos blindados e escova de aterramento no eixo. Deverá apresentar as seguintes características:
  - Tensão: trifásica, 220/380/440 Vca, 60 Hz.
  - Norma: NBR 7094, NBR 5383, NBR 8441 (carcaça) e NBR 5432 (dimensões).
  - Grau de proteção: IP 55 (mínimo).
  - Forma construtiva: horizontal.
  - *Tolerâncias do motor*: de acordo com o item 6.3 da NBR 7094 (para valores garantidos).

O equipamento receberá pintura de proteção anticorrosiva e de acabamento adequada às condições de operação. Os flanges de sucção e de recalque terão furação conforme a ANSI B.16.5 150 psi.

De forma complementar, os sopradores deverão ser fornecidos com os seguintes acessórios:

- Placas de identificação do soprador, em aço inox AISI 316, indelével, contendo a etiqueta (TAC), a capacidade na rotação nominal (m3/h), a pressão de descarga (bar), as condições do ar na aspiração, a elevação de temperatura, a rotação mínima e a data de fabricação.
- Placa de identificação do motor, conforme o padrão do fabricante.
- Placa de indicação de lubrificação do soprador e do motor contendo o tipo, as características do lubrificante e a rotina de lubrificação.
- Montagem sobre calços absorvedores de vibrações tipo vibrachock e ter base estrutural com slots para empilhadeira integrados.
- Sistema de admissão completo com filtros e indicador de saturação (integrados à máquina).
- Silencioso de descarga do tipo combinado, com material acústico localizado diretamente na área de transição e conectado ao flange de descarga.
- Filtros de ar em caixa de aço-carbono soldada e com proteção contra intempéries. Os elementos filtrantes serão do tipo painel, constituídos de papéis dobrados. Sua eficiência de retenção será de, no mínimo, 98% das partículas de 2 µm ou maior.
- As conexões entre as tubulações da sucção e de descarga e o soprador serão flexíveis. A de sucção será dimensionada para uma temperatura de operação de 90 °C e a de descarga para 200 °C.
- Para proteção dos sopradores, serão fornecidas válvulas de alívio de pressão, integradas a cada máquina. Elas serão do tipo blow-off, e terão capacidade de



abertura de acordo com o aumento da pressão. Ela deverá aliviar no momento da partida e, depois, fechar, e abrir somente no caso do aumento da pressão.

- Válvula de retenção do tipo dupla portinhola, com capacidade para operar até a temperatura de 200 °C.
- Dreno de lubrificante.
- Filtro e cárter de óleo (com respiro e filtro).
- Coletor entre a entrada de ar e o elemento para desacoplamento mecânico.
- Ferramentas especiais de montagem/desmontagem e manutenção (opcionais), conforme descrito no item "Dados a serem Apresentados na Proposta".
- Painel de comando com IHM apropriada e previsão de comunicação externa com o SCADA da planta. Quando tiverem inversores de frequência integrados, deverão ser Schneider Electric, da família Process (ATV630).
- O proponente indicará os demais acessórios que julgar necessários (e que não constam nesta especificação).

# 10.4 DOCUMENTAÇÃO

Deverão ser aprovados pela Iguá Saneamento os seguintes documentos técnicos como condição prévia de liberação para o embarque dos produtos:

- Certificados de materiais e testes.
- Manuais de manuseio, instalação, montagem e manutenção.
- Certificados de qualidade de fabricação.
- Termo de garantia.

Todos os materiais deverão ser adequadamente acondicionados e protegidos contra estragos durante o transporte.

# 10.5 TESTES E ENSAIOS DE DESEMPENHO

O fornecedor deverá garantir que o equipamento especificado foi submetido aos procedimentos de testes conforme roteiro do fabricante. O roteiro de inspeção e testes deverá conter, no mínimo, os ensaios necessários para a verificação dos requisitos solicitados nesta especificação técnica e na Folha de Dados.

Deverá, também, ser apresentada a relação dos ensaios e dos testes realizados nas etapas de manufatura do produto, com a indicação da norma aplicada para cada ensaio e/ou teste. O termo deverá relatar o controle de processo da matéria-prima, durante a fabricação, e do envio do produto acabado, indicando, também, os ensaios e os testes realizado, conforme as normas nacionais e/ou internacionais.

Deverão ser realizados, ainda, ensaios e testes inspecionados de funcionamento e desempenho do soprador, com a elaboração de relatórios e a apresentação dos certificados correspondentes, os quais deverão ser submetidos à aprovação da Iguá Saneamento antes do embarque dos equipamentos. A contratante terá o direito de inspecionar as instalações de fábrica e os testes do fabricante a qualquer momento e de manter um inspetor credenciado para acompanhar a realização dos testes.



Se, durante os testes, o equipamento não atender aos requisitos especificados e propostos, o fabricante deverá providenciar as alterações necessárias, sem qualquer ônus adicional.

Os testes e os ajustes deverão ser refeitos, até que os equipamentos tenham funcionamento satisfatório. Também estarão sujeitos à rejeição os instrumentos em desacordo com o estabelecido neste documento ou a respectiva Folha de Dados.

O soprador deverá ser testado para a verificação de seu desempenho, levantando-se o ponto de funcionamento e cinco outros pontos escolhidos, para a comparação da *performance* obtida com a da curva característica apresentada na proposta. Como complemento, deverá ser levantado o ponto de máxima vazão.

# 10.6 GARANTIA DE DESEMPENHO E ASSISTÊNCIA TÉCNICA

O fabricante deverá garantir que o equipamento a ser fornecido tenha todas as características apresentadas nesta especificarão técnica e na respectiva Folha de Dados, e que será capaz de desempenhar a função para a qual foi especificado.

Será, ainda, obrigação do fabricante apresentar o termo de garantia do equipamento e das peças sobressalentes, informando as condições mínimas, o objeto, o prazo e as recomendações de garantia. Defeitos apresentados durante a operação ou características de funcionamento que contrariem esta especificação e a Folha de Dados também serão considerados sob a garantia do fabricante.

O fabricante deverá disponibilizar assistência técnica permanente ou por meio de representantes com oficina própria, para reparos ou orientações sobre a aplicação dos equipamentos.

# 10.7 MODELO DE FOLHA DE DADOS

FOLHA DE DADOS		
Unidade	Informar	
Condições de operação		
Serviço		Contínuo
Fluído		Ar atmosférico
Vazão máxima	(st.m3/h)	
Pressão de descarga	(bar)	
Pressão de sucção	(bar)	
Altitude	(msnm)	
Temperatura	(°C)	
Umidade do fluido	(%)	
Densidade	(kg/dm3)	
Performance		
Rendimento	(%)	
Velocidade	(rpm)	variável



FOLHA DE DADOS		
Unidade	Informar	
Potência considerada. Projeção máxima.	(kW)	
Elevação de temperatura	(°C)	
Nível de ruído	(db)	85 + 2 a 1,5m
Descrição e acessórios		
Fabricante		
Quantidade		
Modelo de referência		
Tipo		Parafuso.
Supervisão montagem/testes	Sim.	
Manômetros		Sim.
Testes de desempenho		Sim.
Silencioso + filtro de sucção		Sim.
Silencioso de descarga		Sim.
Válvula de segurança		Sim.
Válvula de descarga para a atmosfera	Sim.	
Válvula de retenção		Sim.
Junta de expansão		Sim.
Suporte antivibração		Sim.
Base, acoplamento e cabine acústica		
Materiais de construção		
Carcaça/lóbulo		Ferro fundido DIN 1691 Classe GG-20/ferro fundido nodular DIN 1693 GGG-40.
Eixo		Ferro fundido nodular DIN 1693 classe GGG-40.
Engrenagens		Aço.
Base		Tipo estrutural.
Acoplamento		Tipo flexível.
Rolamentos		Vida b10, mínimo 100 mil h.
Vedação		Anéis e labirintos.
Características construtivas		
Bocal de sucção	(dn)	
Bocal de recalque	(dn)	
Norma dos bocais		
Lubrificação		
Motor		
Potência recomendada	(kW)	
Velocidade	(rpm)	
Fase/ciclos/volts		3, 60 Hz, 220/380/440 Vac



FOLHA DE DADOS	
Unidade	Informar
Tipo	Indução, trifásico com variação de rotação.
Carcaça	
Blindagem	
Fabricante	





# 11

# MEDIDOR DE VAZÃO ELETROMAGNÉTICO



# 11.1 OBJETIVO

Este capítulo visa definir as exigências mínimas da Iguá Saneamento em relação às características técnicas para o fornecimento de medidores de vazão do tipo eletromagnético.

# 11.2 CONDIÇÕES DE FORNECIMENTO

O escopo do fornecimento será solicitado pelas unidades da Iguá Saneamento de acordo com suas necessidades, e embasado nas premissas deste documento, por meio de emissão do Pedido de Compra. As quantidades e as datas de entregas serão definidas no momento da negociação comercial.

O fabricante será responsável pela especificação dos materiais de construção e seus acessórios. Caso este documento indique materiais para uma determinada peça, a ação deverá ser entendida como a preferência e o padrão mínimo da Iguá Saneamento. Será obrigatório ao fabricante indicar materiais equivalentes ou superiores aos descritos neste documento.

# 11.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS

O sistema de medição de vazão deverá ser projetado para fornecer medição continua, e em tempo real, da vazão do fluído especificado no projeto e/ou na Folha de Dados. Além da medição de vazão, o instrumento deverá ser capaz de monitorar seu estado de funcionamento (status) e indicar diagnóstico e parâmetros configurados.

A eletrônica e o elemento primário (sensor) deverão ser adequadamente protegidos contra a radiofrequência e descargas eletrostáticas, conforme a norma IEC 61000-4-2. O instrumento deverá ser capaz de operar dentro das condições de condutividade elétrica do fluido definidas no projeto e/ou na Folha de Dados. O medidor não deverá permitir o depósito de sais isolantes sobre os eletrodos.

Além disso, o medidor deverá ter um teste automático de diagnóstico, a ser iniciado, sempre, na reenergização do instrumento e, periodicamente, em operação normal.

A variação da tensão de alimentação +10% ou -15% não poderá causar alteração de saída maior do que 0,1% do valor da leitura. O efeito da temperatura ambiente, dentro dos limites operacionais, não deverá causar alteração maior do que 0,5% do valor de leitura.

A indicação local do transmissor terá de apresentar medição conforme os padrões do Sistema Internacional, com possibilidade de configuração pelo usuário. O medidor de vazão deverá ser especificado com materiais construtivos resistentes à corrosão externa do ambiente e com materiais resistentes à corrosão interna, devido ao fluido medido. Quando for necessário, também deverão ser especificadas tampas para proteção da eletrônica contra a ação do sol. O uso de tecnologias de medição de vazão não definidas neste documento deverá ser aprovado pela Iguá Saneamento.



O fabricante deverá apresentar, obrigatoriamente, uma Folha de Dados com todas as especificações técnicas do instrumento proposto, para comparação com as descritas neste documento.

O medidor de vazão deverá ter as características técnicas a seguir. Contudo, elas poderão ser alteradas em função das condições locais e de processos específicos, alterações de normas, inovações tecnológicas, mudança de legislações aplicáveis ou eventuais sugestões da projetista. Obrigatoriamente, todos os desvios deverão ser submetidos à avaliação da Iguá Saneamento. Divergências não sinalizadas deverão ser ajustadas imediatamente, mediante notificação formal da Iguá Saneamento. As características técnicas recomendadas são as seguintes:

- Princípio de medição Eletromagnético.
- Eletrônica/IHM Separada do sensor.
- Alimentação De 100Vac a 240Vac.
- Conexão ao processo Do tipo carretel flangeado.
- Conversor de processamento da medição de vazão Deverá utilizar, preferencialmente, comunicação serial RS-485 Modbus RTU, incluindo a leitura de volume acumulado (em m³).

### **Observações**

- O instrumento deverá ter, ainda, sinal 4-20mA (para a indicação de vazão instantânea) e saída pulsada para a totalização da leitura do volume acumulado.
- Deverá ter, também, o recurso de calibração automática sem a desinstalação do sensor.
- O medidor deverá gerar alarme nos casos de "linha em seção não plena".
- Deverá ser observado trecho reto à montante/jusante do medidor, conforme recomendação do fabricante do instrumento.
- O equipamento precisará ter uma placa de identificação em aço inoxidável firmemente presa com, no mínimo, as seguintes informações gravadas de forma indelével: tag, fabricante, modelo, número de série e data de fabricação.
- Com o instrumento, deverão ser fornecidos, obrigatoriamente, protetores de surto para alimentação e sinal do elemento primário e secundário. Tais proteções são especificadas pelo fabricante.
- Quando necessário, o fabricante deverá fornecer suportes e acessórios para instalação do equipamento.

Demais especificações do equipamento deverão ser definidas em Folha de Dados, a ser preenchida durante a etapa de solicitação de compras e/ou do projeto executivo. Como complemento, deverão ser informadas as condições de operação do fluído e as características de operação hidráulica do projeto, conforme se poderá ver a seguir:



# **FLUÍDO A SER MEDIDO**

Deverá ser informado o fluído em relação ao qual o medidor executará a leitura. Outros dados poderão ser apresentados de forma complementar, como a densidade do fluído, a saber:

- Água bruta.
- Água potável.
- Esgoto bruto.
- Efluente tratado.

### **VAZÃO DE TRABALHO**

Deverá ser informado o *range* de operação do instrumento (vazões mínima, média e máxima estimadas). Unidades: m³/h e l/s.

# TEMPERATURA DO FLUÍDO BOMBEADO

Deverá ser informada a temperatura do fluído em relação ao qual o medidor executará a leitura.

Unidade: temperatura ambiente em °C.

# **RECOMENDAÇÕES ADICIONAIS**

- Para assegurar a precisão da medição, será necessário ter trechos retos de tubulação a montante e a jusante do sensor, respeitando-se as distâncias mínimas de bombas e válvulas, conforme as orientações do fabricante. Essas distâncias variam dependendo do fabricante, mas, tipicamente, são as seguintes: entrada 5xDN e saída 2XDN. Caso tais condições não possam ser respeitadas, devido às características do projeto hidromecânico, será necessário especificar um equipamento sem trecho reto (0D/0D).
- Também será importante a manutenção do sensor centralizado em relação a flanges, curvas, juntas etc.
- Não deverá ocorrer a instalação do sensor a montante de uma bomba. Tal precaução se justifica para que sejam evitados danos ao revestimento do tubo de medição.
- Não deverá ser instalado o sensor a jusante de uma válvula de controle.
- Como esta especificação indica o transmissor na versão de eletrônica separada, deverá haver uma distância máxima entre o cabeamento do sensor e o transmissor.
   Ela será determinada pela condutividade do fluido que circula pela tubulação. A extensão máxima do cabeamento será definida pelo fabricante do equipamento.
   A Folha de Dados deverá indicar tal dado, conforme as informações de projeto.
- A velocidade do fluido que passa pelo medidor de vazão deverá estar compreendida em range definido pelo fabricante do instrumento.
- Para obter uma ótima medição, o sensor deverá ter o mesmo potencial elétrico que o líquido medido. Haverá diferentes métodos de igualdade do potencial, segundo o material da tubulação onde está instalado o sensor.
- O sensor deverá estar completamente cheio com o líquido a ser medido.



# 11.4 DOCUMENTAÇÃO

Os itens a seguir deverão ser previstos no fornecimento do medidor de vazão eletromagnético (todos em língua portuguesa):

- Manual de instalação, operação, armazenagem e manutenção.
- Desenho(s) do equipamento (conjuntos montados, peças e arranjo geral).
- Plano de inspeção e testes.
- Certificados dos materiais empregados na fabricação.
- Certificado de conformidade visual e dimensional.

# 11.5 TESTES E ENSAIOS DE DESEMPENHO

O fornecedor deverá garantir que o instrumento especificado foi submetido aos procedimentos de testes, conforme o roteiro do fabricante. O roteiro de inspeção e testes deverá conter, no mínimo, os ensaios necessários para a verificação dos requisitos solicitados nesta especificação técnica e na Folha de Dados, como calibração para os pontos 0,3 m/s, 0,5 m/s, 1 m/s, 2 m/s, 3 m/s e 4 m/s.

Deverá ser apresentada a relação dos ensaios e testes realizados nas etapas de manufatura do produto, com a indicação, também, da norma aplicada para cada ensaio e/ou teste. O termo deverá relatar o controle de processo da matéria-prima, durante a fabricação, e do envio do produto acabado, apresentando os ensaios e testes realizados, conforme as normas nacionais e/ou internacionais.

Deverá ser apresentado o controle da qualidade do fornecimento, incluindo inspeção, testes, ensaios de fábrica dos materiais e o certificado de calibração de fábrica, com os padrões de rastreabilidade exigidos pelo Inmetro. O laboratório deverá ser acreditado na instituição ou ter rastreabilidade por padrões internacionais e reconhecida pelo Inmetro.

Estarão sujeitos à rejeição os instrumentos que, nas etapas de inspeção e testes no local de instalação, apresentarem reparos excessivos, defeitos irremediáveis, fabricação inadequada e materiais de má qualidade. Também estarão sujeitos à rejeição os instrumentos em desacordo com o estabelecido neste documento ou na Folha de Dados.

# 11.6 GARANTIA DE DESEMPENHO E ASSISTÊNCIA TÉCNICA

O fabricante deverá garantir que o instrumento a ser fornecido tem as características apresentadas nesta especificarão técnica e na Folha de Dados, e que será capaz de desempenhar a função especificada. Será obrigação do fabricante apresentar termo de garantia do instrumento e das peças sobressalentes, informando as condições mínimas, o objeto, o prazo e as recomendações de garantia. Defeitos apresentados na operação ou de características de funcionamento que contrariem a especificação e a Folha de Dados serão considerados sob a garantia do fabricante.

O fabricante deverá dar assistência técnica ou atuar por representantes, com oficinas próprias para reparos ou orientação sobre aplicações dos equipamentos.





# 12

HIDRÔMETRO DE DIÂMETRO 20 MM COM CAPACIDADE ATÉ 3,5 M³/H



### 12.1 OBJETIVO

Este capítulo visa definir as exigências mínimas da Iguá Saneamento em relação às características técnicas e metrológicas, e aos métodos de ensaios e de recebimento de hidrômetros, além dos critérios para a qualificação técnica da proposta. A fabricação dos hidrômetros deverá seguir as determinações das normas da ABNT, portaria do Inmetro e Portaria do Ministério da Saúde sobre parâmetros de qualidade da água potável.

# 12.2 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

As normas que servirão como referencial para a especificação são as últimas versões das portarias Inmetro nº 246:2000 e nº 295:2018 e as normas NBR NM 212, NBR 15538, NBR 8194, NBR 5426 e NBR 16043 (quando pertinentes), prevalecendo a versão mais atualizada delas, caso tenham alguma alteração.

# 12.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS MÍNIMAS

# 12.3.1 Medidores velocimétricos

# VELOCIMÉTRICO (CAPACIDADE 1,5 M3/H – CLASSE DN 20 MM – BÁSICO)

- Tipo de Aplicação Água fria.
- Diâmetro Nominal (DN) 20 mm ou 3/4 pol.
- Tipo de conexão Rosca (NBR 819).
- Classe metrológica B(H).
- Início de funcionamento 8 l/h.
- Vazão mínima (Qmin) 15 l/h.
- Vazão de transição (Qt) 60 l/h.
- Vazão nominal (Qn) 0,75 m³/h.
- Vazão máxima (Qmáx) 1,5 m³/h.
- Perda de carga em Qmáx < 0,6 bar.
- Leitura máxima 9999 m³.
- Leitura mínima direta (roletes) 1 l.
- Leitura Mínima direta (ponteiro) 0,02 l.
- Comprimento 115 mm.
- Funcionamento Unijato/monojato
- Mecanismo de transmissão Magnético.
- Tipo de totalizador Seco.



- Corpo fabricado Latão ou bronze.
- Pressão estática 2 mpa.
- Pressão nominal 1,6 mpa.
- Cúpula Polímero termoplástico
- Relojoaria IP68.
- Posição do visor Inclinação a 45°.
- Tampa protetora Articulada.
- Grau de giro do visor Com rotação de 360°.
- Marcação Conforme a NBR 8194.
- Marcação do número de série Conforme a NBR 8194 (com laser em metal).
- Lacre de verificação metrológica Aplicável.
- Pintura Tinta epóxi, na cor azul escuro.
- Filtro O filtro deverá impedir a passagem de uma esfera de 2,5 mm de diâmetro.
- Interface (pré-equipado) Não aplicado.
- Classe de blindagem 1.
- Sistema antifraude Não aplicado.
- Logotipo Deverá estar contido no mostrador.
- Índice de Desempenho de Medição (IDM) 94%.
- Fornecimento de energia Mecânico.
- Escala de temperatura média 1 °C a 50 °C.
- Vida útil da bateria Não aplicado.

# VELOCIMÉTRICO - CAPACIDADE 1,5 M³/H - CLASSE B - DN 20 MM - INTERMEDIÁRIO

- Tipo de aplicação Água fria.
- Diâmetro Nominal (DN) 20 mm ou 3/4 pol.
- Tipo de conexão Rosca (NBR 819).
- Classe metrológica B (H).
- Início de funcionamento 5 l/h.
- Vazão mínima (Qmin) 15 l/h.
- Vazão de transição (Qt) 60 l/h.
- Vazão nominal (Qn) 0,75 m³/h.
- Vazão máxima (Qmáx) 1,5 m³/h.
- Perda de carga em Qmáx < 0,6 bar.
- Leitura máxima 99999 m³.



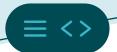
- Leitura mínima direta (roletes) 1 l.
- Leitura mínima direta (ponteiro) 0,02 l.
- Comprimento 115 mm.
- Funcionamento Unijato/monojato.
- Mecanismo de transmissão Magnético.
- Tipo do totalizador Seco.
- Corpo fabricado Latão ou bronze.
- Pressão estática 2 mpa.
- Pressão nominal 1,6 mpa.
- Cúpula Polímero termoplástico.
- Relojoaria IP68.
- Posição do visor Inclinação a 45°.
- Tampa protetora Articulada.
- Grau giro do visor Com rotação de 360°.
- Marcação Conforme a NBR 8194.
- Marcação do número de série Conforme a NBR 8194 (com laser em metal).
- Lacre de verificação metrológica Aplicável.
- Pintura Tinta epóxi, na cor azul escuro.
- Filtro O filtro deverá impedir a passagem de uma esfera de 2,5 mm de diâmetro.
- Interfaces (pré-equipado) Conexão de sensor do tipo indutivos, com 4 pontos para fixação.
- Classe de blindagem 2.
- Sistema antifraude Resistência à compressão G-clamp.
- Logotipo Deverá estar contido no mostrador.
- Índice de Desempenho de Medição (IDM) 95%.
- Fornecimento de Energia Mecânica.
- Escala de temperatura média 1 °C a 50 °C.
- Vida útil da bateria Não aplicado.

### VELOCIMÉTRICO - CAPACIDADE 1,5 M<sup>3</sup>/H - CLASSE B - DN 20 MM - ESPECIAL

- Tipo de aplicação Água fria.
- Diâmetro Nominal 20 mm ou 3/4 pol.
- Tipo de conexão Rosca (NBR 819).
- Classe metrológica B (H).



- Início de funcionamento 5 l/h.
- Vazão mínima Qmin 15 l/h.
- Vazão de transição Qt 60 l/h.
- Vazão nominal (Qn) 0,75 m³/h.
- Vazão máxima Qmáx 1,5 m³/h.
- Perda de carga em Qmáx < 0,6 bar.
- Leitura máxima 99999m³.
- Leitura mínima direta (roletes) 1 litro.
- Leitura mínima direta (ponteiro) 0,02 litro.
- Comprimento 115 mm.
- Funcionamento Unijato/monojato.
- Mecanismo de transmissão Magnético
- Tipo do totalizador Seco.
- Corpo fabricado Latão ou bronze.
- Pressão estática 2 mpa.
- Pressão nominal 1,6 mpa.
- Cúpula Vidro temperado.
- Relojoaria IP68.
- Posição do visor Inclinação a 45°.
- Tampa protetora Articulada
- Grau giro do visor Com rotação de 360°
- Marcação Conforme a NBR 8194.
- Marcação número de série Conforme a NBR 8194 (com laser em metal).
- Lacre de verificação metrológica Aplicável.
- Pintura Tinta epóxi, na cor azul escuro.
- Filtro O filtro deverá impedir a passagem de uma esfera de 2,5 mm de diâmetro.
- Interfaces (pré-equipado) Conexão de sensor tipo indutivos, com 4 pontos para fixação.
- Classe de blindagem 3.
- Sistema antifraude Resistência à compressão G-clamp e proteção contra perfurações na parte superior e nas laterais.
- Logotipo Deverá estar contido no mostrador.
- Índice de Desempenho de Medição (IDM) 95%.
- Fornecimento de energia Mecânica.



- Escala de temperatura média 1 °C a 50 °C.
- Vida útil da bateria Não aplicado.

# VELOCIMÉTRICO - CAPACIDADE 3 M<sup>3</sup>/H - CLASSE B - DN 20 MM - BÁSICO

- Tipo de aplicação Água fria.
- Diâmetro Nominal (DN) 20 mm ou 3/4 pol.
- Tipo de conexão Rosca (NBR 819).
- Classe metrológica B (H).
- Início de funcionamento 11,0 l/h.
- Vazão mínima (Qmin) 30 l/h.
- Vazão de transição (Qt) 60 l/h.
- Vazão nominal (Qn) 1,5 m<sup>3</sup>/h.
- Vazão máxima (Qmáx) 3 m³/h.
- Perda de carga em Qmáx < 0,6 bar.
- Leitura máxima 9999 m³.
- Leitura mínima direta (roletes) 1 l.
- Leitura mínima direta (ponteiro) 0,02 l.
- Comprimento 115 mm.
- Funcionamento Unijato/monojato.
- Mecanismo de transmissão Magnético.
- Tipo de totalizador Seco.
- Corpo fabricado Latão ou bronze.
- Pressão estática 2,0 mpa.
- Pressão nominal 1,6 mpa.
- Cúpula Polímero termoplástico.
- Relojoaria IP68.
- Posição do visor Inclinação a 45°.
- Tampa protetora Articulada.
- Grau do giro do visor Com rotação de 360°.
- Marcação Conforme a NBR 8194.
- Marcação número de série Conforme a NBR 8194 (com laser em metal).
- Lacre de verificação metrológica Aplicável.
- Pintura Tinta epóxi, na cor azul escuro.



- Filtro O filtro deverá impedir a passagem de uma esfera de 2,5 mm de diâmetro.
- Interfaces (pré-equipado) Não aplicado.
- Classe de blindagem 1.
- Sistema antifraude Não aplicado.
- Logotipo Deverá estar contido no mostrador
- Índice de Desempenho de Medição (IDM) 93%
- Fornecimento de energia Mecânica.
- Escala de temperatura média 1 °C a 50 °C.
- Vida útil da bateria Não aplicado.

#### 12.3.2 Medidores volumétricos

#### **VOLUMÉTRICO - CAPACIDADE 3,125 M³/H - CLASSE C - DN 20MM**

- Tipo de aplicação Água fria.
- Diâmetro Nominal (DN) 20mm ou 3/4 pol.
- Tipo de conexão Rosca (NBR 819).
- Classe metrológica C (H) (V).
- Início de funcionamento 0,5 l/h.
- Vazão mínima (Qmin) 3,125 l/h.
- Vazão de transição (Qt) 5.
- Vazão nominal (Qn) 2,5 m³/h.
- Vazão máxima (Qmáx) 3,125 m³/h.
- Perda de carga em Qmáx. < 0,6 bar.
- Leitura máxima 99999 m³.
- Leitura mínima direta (roletes) 1 l.
- Leitura mínima direta (ponteiro) 0,02 l.
- Comprimento 115 mm.
- Funcionamento Volumétrico.
- Mecanismo de transmissão Pistão.
- Tipo do totalizador Seco.
- Corpo fabricado Composite, latão ou bronze.
- Pressão estática 2 mpa
- Pressão nominal 1,6 mpa.
- Cúpula Polímero termoplástico.



- Relojoaria IP68.
- Posição do visor Plana.
- Tampa protetora Articulada.
- Grau giro do visor Não aplicável.
- Marcação Conforme a NBR 8194.
- Marcação do número de série Conforme a BR 8194 com *laser* em metal.
- Lacre Verificação Metrológica Aplicável.
- Pintura cor azul escuro ou preto.
- Filtro Interno localizado abaixo da câmara de medição, permitindo o acúmulo de partículas entre o filtro e o corpo do medidor.
- Interfaces (pré-equipado) Conexão de sensor tipo indutivos, com 4 pontos para fixação.
- Classe de blindagem 3.
- Sistema antifraude Não aplicado.
- Logotipo Deverá estar contido no mostrador.
- Índice de Desempenho de Medição (IDM) 99%.
- Fornecimento de energia Mecânica.
- Escala de temperatura média 1 °C a 50 °C.
- Vida útil da bateria Não aplicado.

#### 12.3.3 Medidores ultrassônicos

### ULTRASSÔNICO - CAPACIDADE - 3 A 3,5 M3/H - CLASSE C - DN 20 MM - BÁSICO

- Tipo de Aplicação Água fria.
- Diâmetro Nominal 3/4 pol.
- Tipo de conexão Rosca (NBR 819).
- Classe metrológica C (H) (V).
- Início de funcionamento 2,6 l/h.
- Vazão mínima Qmin 6,5 l/h.
- Vazão de transição Qt 10 l/h.
- Vazão nominal Qn 1,5 m³/h a 2,5 m³/h.
- Vazão máxima Qmáx 3 m³/h a 3,5 m³/h.
- Perda de carga em Qmáx. < 0,25 bar.
- Leitura máxima 99999999 m³



- Leitura mínima direta (roletes) 1 l.
- Leitura mínima direta (ponteiro) 0,02 l.
- Comprimento 190 mm.
- Funcionamento Ultrassônico.
- Mecanismo de transmissão Sensores.
- Tipo do totalizador Digital.
- Corpo fabricado Latão ou bronze.
- Pressão estática 2 mpa.
- Pressão nominal 1,6 mpa.
- Cúpula Display-LCD.
- Relojoaria IP68.
- Posição do visor Plana.
- Tampa protetora Articulada.
- Grau de giro do visor Não aplicável.
- Marcação Conforme a NBR 8194.
- Marcação do número de série Conforme a NBR 8194, com laser em metal.
- · Lacre Verificação Metrológica Aplicável.
- Pintura Natural.
- Filtro O filtro deverá impedir a passagem de uma esfera de 2,5 mm de diâmetro.
- Interfaces (pré-equipado) Pulso capeado ou modulo incorporado Sigfox.
- Classe de blindagem 3.
- Sistema antifraude Não aplicado.
- Logotipo Deverá estar contido no mostrador.
- Índice de Desempenho de Medição (IDM) 99%.
- Fornecimento de energia Bateria.
- Escala de temperatura média 1 °C a 50 °C.
- Vida útil da bateria 10 anos.

#### 12.4 ENSAIOS

Em atendimento à Portaria nº 246, a verificação inicial será realizada pelo Instituto de Pesos e Medidas (Ipem) ou por órgão delegado do Inmetro que tenha o Certificado NBR ISO 9002 para os serviços de verificação metrológica legal. Ele deverá ser apresentado na homologação (modelo) e na inspeção (lote). Para aceitação, os modelos ou os lotes recebidos deverão ser submetidos aos seguintes procedimentos de ensaios:



#### 12.4.1 Homologação

#### **DEFINIÇÃO DE AMOSTRAGEM**

Conforme a NBR 5426, deverá ser apresentado um plano de amostragem simples normal, nível de inspeção S2, NQA 6,5.

#### **INSPEÇÃO VISUAL**

Será a verificação das características construtivas, de acordo com a NBR 8194.

#### **ENSAIO HIDROSTÁTICO**

Os hidrômetros deverão suportar (sem danos ao seu funcionamento e sem exsudação) pressão de 1,6 Mpa (16 bar) durante 15 min.

#### **ENSAIO DE BLINDAGEM MAGNÉTICA**

O ensaio consiste em submeter o hidrômetro de transmissão magnética a um campo magnético, gerado por dois imãs (classe I), com características definidas pela norma NBR 15538, e em verificar a alteração provocada em sua vazão mínima, com variação máxima do erro de 5%.

#### VERIFICAÇÃO DO ESCORREGAMENTO MAGNÉTICO

Significa ensaiar 2 hidrômetros por lote, regulando-se uma vazão (Q) conforme a equação a seguir: Q = 0,7\*Qmax. Para o início do ensaio, a válvula deverá ser aberta em tempo inferior a 1 s, escoando 100 l para determinação do erro. Deverão ser realizadas 3 leituras, para o cálculo do erro relativo (média aritmética) e a comparação com a especificação, em que o erro relativo deverá ser menor ou igual a 10%.

Se as duas amostras apresentarem erros superiores a 10% (ou seja: um desacoplamento da transmissão magnética), o lote deverá ser reprovado. Caso somente uma amostra apresente esse tipo de anormalidade, novos ensaios deverão ser conduzidos, utilizando-se mais duas amostras. Se nessa nova rodada, o número de hidrômetros que apresentar desacoplamento da transmissão magnética for superior a zero, o lote deverá ser reprovado.

#### **ENSAIO DE IMERSÃO**

Trata-se da submersão do hidrômetro em água a uma profundidade de 80 cm, por 24 h, atividade seguida por teste de funcionamento ao longo de 12 h (na vazão nominal). Após esse tempo, a relojoaria deverá ser avaliada visualmente, já que ela não poderá apresentar qualquer quantidade de água ou embaçamento no interior do dispositivo indicador.

#### **DESGASTE ACELERADO CONTÍNUO (FADIGA)**

Serão adotados o ensaio de desgaste acelerado contínuo de 100 h em vazão sobrecarga e o ensaio de 100 h de desgaste cíclico em baixas vazões.

#### VERIFICAÇÃO INICIAL DOS ERROS DE INDICAÇÃO

O procedimento e as vazões adotadas para a verificação do erro de indicação estão definidos na NBR 15538, item 5.1.3.



#### **ENSAIO DE BLINDAGEM MAGNÉTICA**

O ensaio consiste em submeter o hidrômetro de transmissão magnética a um campo magnético, gerado por dois imãs, classe I, com características definidas pela norma NBR 15538, e em verificar a alteração provocada em sua vazão mínima, com variação máxima do erro de 5%.

#### VERIFICAÇÃO DO ESCORREGAMENTO MAGNÉTICO

Significa ensaiar 2 hidrômetros por lote, regulando uma vazão (Q) conforme equação a seguir: Q = 0,7\*Qmax. Para iniciar o ensaio, a válvula deverá ser aberta em tempo inferior a 1 s, escoando 100 l para a determinação do erro. Em seguida, deverão ser realizadas 3 leituras e haver o cálculo do erro relativo (média aritmética) e a comparação com a especificação, em que o erro relativo deverá ser menor ou igual a 10%.

Se as duas amostras apresentarem erros superiores a 10% (ou seja: desacoplamento da transmissão magnética), o lote deve ser reprovado. Se apenas uma amostra apresentar esse tipo de anormalidade, os ensaios deverão ser repetidos com mais duas amostras. Se nessa nova rodada, o número de hidrômetros que apresentar desacoplamento da transmissão magnética for maior do que zero, o lote deverá ser reprovado.

#### **REJEIÇÃO**

O lote deverá ser considerado aprovado se os erros de indicação inicial, os erros de indicação final e os desvios estiverem dentro dos limites estabelecidos em norma, e, ainda, se o IDM for maior ou igual ao definido para o modelo, a capacidade e/ou o número de peças reprovadas conforme a NBR 5426 e o plano de amostragem simples normal, nível de inspeção S2, NQA 6,5.

Os ensaios definidos acima deverão ser executados conforme descritos no Termo de Referência da Iguá Saneamento para o tipo e/ou o modelo do medidor. Caso não seja apresentado um Termo de Referência do medidor, o laboratório deverá realizar os ensaios determinado pelas normas vigentes.

#### Observação

Caso o ensaio solicitado não seja aplicado para o tipo e/ou o modelo do medidor, o ensaio deverá ser desconsiderado.

#### 12.4.2 Inspeção

- **Amostragem** Conforme a NBR 5426, o plano de amostragem simples normal, nível de inspeção S2, NQA 6,5.
- Inspeção visual Verificação das características construtivas, segundo a NBR 8194.
- Ensaio hidrostático Os hidrômetros deverão suportar, sem danos ao seu funcionamento e sem exsudação, pressão de 1 Mpa, durante 15 min.
- Ensaio de blindagem magnética O ensaio consiste em submeter o hidrômetro de transmissão magnética a um campo magnético, gerado por dois imãs de características definidas, e em verificar a alteração provocada em sua vazão mínima, com variação máxima do erro de 5%.



- Verificação do escorregamento magnético Serão ensaiados 2 hidrômetros por lote (regulando uma vazão de 1.050 l/h e uma pressão de 6 kgf/cm²), fazendo-se o escoamento de 100 l após a abertura no menor tempo possível da válvula da bancada e se verificando o erro dos hidrômetros por três vezes, com o uso do mesmo procedimento. Será calculada a média dos erros nas três operações, não devendo ela ultrapassar 10%, o que indicaria escorregamento. Se as duas amostras apresentarem escorregamento, o lote será recusado. Se apenas uma das amostras apresentar a anormalidade, será efetuado reteste com nova amostra de duas unidades. Se nessa nova rodada, o número de hidrômetros que apresentar escorregamento for maior do que zero, o lote estará rejeitado.
- Ensaio de imersão Trata-se da submersão do hidrômetro em água a uma profundidade de 80 cm, por 24 h, seguida por teste de funcionamento de 12 h, na vazão nominal.
- Verificação inicial dos erros de indicação O procedimento e as vazões adotadas para verificação do erro de indicação de erros inicial estão definidos na NBR 15538, item 5.1.3.
- Desgaste acelerado contínuo (fadiga) Serão adotados o ensaio de desgaste acelerado contínuo de 100 h em vazão sobre carga e/ou o ensaio de 100 h de desgaste cíclico em baixas vazões.
- Verificação final dos erros de indicação Posteriormente ao ensaio de desgaste acelerado, as amostras serão novamente submetidas ao teste de vazão, adotando-se o mesmo procedimento da verificação inicial dos erros de indicação.
- Cálculo dos desvios e IDM Os desvios serão obtidos pela diferença (em módulo) dos resultados de verificação anteriores e posteriores à fadiga, e serão utilizados para a apuração do Índice de Desempenho de Medição (IDM) do lote, de acordo com o anexo B da NBR 15538.
- Rejeição O lote será considerado aprovado se os erros de indicação inicial, os erros de indicação final e os desvios estiverem dentro dos limites estabelecidos em norma e, ainda, o IDM for maior ou igual a 95%. Caso haja rejeição, o fornecedor deverá providenciar novo lote dentro do prazo contratual, sob pena de multa por atraso. O novo lote será submetido aos mesmos procedimentos descritos.
- Local inspeção e ensaios O lugar da realizado da inspeção e dos ensaios será definido no momento da negociação. O local deverá ser um laboratório certificado pelo Inmetro – do próprio fabricante ou de terceiros, indicados pela Iguá Saneamento.

#### 12.5 CONDIÇÕES DE FORNECIMENTO

A carga, o transporte e a descarga do material deverão ser feitos rigorosamente para que não sejam prejudicados o funcionamento e a confiabilidade metrológica do hidrômetro. Esse processo será de responsabilidade do fornecedor do lote. Ele poderá ter sua entrega recusada caso a pessoa responsável pelo recebimento, na SPE, identifique alguma anormalidade.



#### 12.5.1 Transporte

Os hidrômetros deverão ser transportados com o devido cuidado (e em suas embalagens originais), para que não haja deformações e avarias neles. Durante o transporte, deverá ser evitado seu contato com outras peças metálicas salientes.

#### 12.5.2 Manuseio

No descarregamento, deverá ser evitado o lançamento dos hidrômetros ao solo, sem critério, uns sobre os outros. Depois de os aparelhos serem removidos de suas embalagens, deverá ser verificada se houve a ocorrência de danos por manuseio ou transporte inadequados. Caso alguma irregularidade tenha sido constatada, como falta de componentes ou dano, os hidrômetros deverão ser imediatamente substituídos.

#### 12.5.3 Armazenamento

O armazenamento se dará por meio de paletes, que deverão ter estabilidade durante o carregamento, o descarregamento e o transporte. Os equipamentos deverão ser embalados, coletivamente, em caixas com extremidades protegidas, para que sejam evitados danos e a entrada de corpos estranhos. Eles deverão ser entregues em paletes no padrão PBR 1,20 m x 1,00 m, conforme as dimensões e as quantidades estipuladas, com altura máxima de 1 m, e capacidade de suportar o empilhamento de 01 + 02 paletes do mesmo equipamento.

#### 12.6 GARANTIAS

A garantia metrológica será de 2 anos, em condições normais de funcionamento, a partir da data de operação do equipamento. A garantia será de 10 anos para o fornecimento de peças e kits de manutenção, com assistência técnica para o que for necessário.

#### 12.7 CERTIFICAÇÃO

Deverão ser encaminhados os dados de calibração individual juntamente com o lote de hidrômetros.





# 

CARRETEL
ADAPTADOR
PARA
VENTOSA



#### 13.1 OBJETIVO

Este capítulo visa definir as características mínimas em relação ao carretel adaptador para ventosa (utilizado nas tubulações da Iguá Saneamento), bem como as características construtivas, metrológicas e dimensionais e os critérios técnicos para sua confecção.

#### 13.2 CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS

A instalação está relacionada às necessidades do sistema hidráulico indicadas na planta de tubulação do projeto, atendendo aos seguintes tipos de fluido:

- Água bruta.
- Água potável/tratada.
- Esgoto bruto.
- Efluente tratado.

#### 13.3 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

Os adaptadores para ventosa deverão atender às normas construtivas especificadas em desenho (ET-COR-CPX-008) para fabricação em caldeiraria específica. Os flanges deverão atender às dimensões correlatas a NBR 7675/DIN PN 10 (se forem confeccionadas em usinagem) ou a itens comerciais (material de hidráulica). Os tubos deverão atender às dimensões e espessuras contidas no desenho ou especificadas na norma SCH.40 (aço-carbono ou SCH.10S (tubulações de inox).

As tubulações coletoras (headers) atenderão às seguintes dimensões: DN 100 mm, DN 150 mm, DN 200 mm, DN250 mm, DN 300 mm, DN 400 mm e DN 500 mm. As conexões de compatibilização com a ventosa, por sua vez, deverão atender aos seguintes dimensionais: DN 50 mm, DN 80 mm e DN 100 mm.

#### 13.4 SOLDAS E LÍQUIDO PENETRANTE

As soldas de junção entre as tubulações e os flanges deverão ser de cordão contínuo, a fim de atender à estanqueidade total do produto. O cordão de solda deverá atender à seguinte relação: v= (hq.h2) /2.L, em que o "L" é o comprimento do cordão de solda. O comprimento do cordão (ou a área de influência da solda) deverá ser tal que resista aos esforços realizados entre as partições. Assim:

$$S_{rs} = \frac{1}{\beta} \times S_{e}$$

$$\beta = 0,70 \qquad \sigma_{escoamento} \le 240 \text{ Mpa}$$
 
$$\beta = 0,80 \qquad 240 \text{MPa} < \sigma_{escoamento} \le 280 \text{MPa}$$
 
$$\beta = 0,85 \qquad 280 \text{MPa} < \sigma_{escoamento} \le 340 \text{MPa}$$
 
$$\beta = 1,00 \qquad \sigma_{escoamento} \ge 340 \text{ Mpa}$$



#### 13.5 ESTADO DA SUPERFÍCIE E PINTURA

As superfícies deverão estar sem óleos, carepas e corrosão, tinta e outros resíduos que possam interferir na qualidade da solda e do revestimento. Irregularidades resultantes do oxicorte ou do corte com eletrodos de carvão deverão ser removidas, assim como os resíduos e as escórias. Os biseis deverão estar limpos e, igualmente, sem contaminantes e respingos.

#### **Observações**

Todas as soldas do carretel Iguá deverão ser atendidas pelo processo de líquido penetrante. Os revestimentos (pintura) deverão atender à especificação do projeto ou ter película seca de, no mínimo, 300 micras, e conforme as características a seguir:

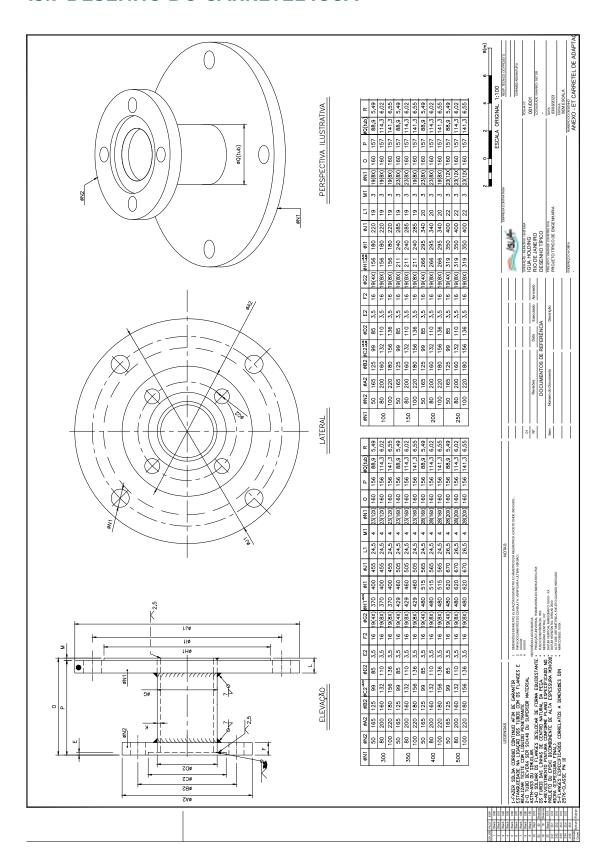
- Primer Bicomponente Epóxi Fosfato de Zinco, de alta espessura, curado com poliamida (100micras).
- Epóxi bicomponente de alta espessura (100 micras).
- Tinta de acabamento bicomponente poliuretânica acrílica alifática (100 micras).

#### **13.6 TESTES E ENSAIOS**

O ensaio de líquido penetrante deverá possibilitar a disposição do produto sobre a solda. Em seguida, com o uso de um revelador, poderá se verificar a existência de trincas aparentes (que deverão ser refeitas na sequência, de acordo com a necessidade. Deverá, ainda, ser realizado teste hidrostático na montagem, para se garantir a estanqueidade do conjunto.



#### 13.7 DESENHO DO CARRETEL IGUÁ





# 

# RESERVATÓRIOS



#### **14.1 OBJETIVO**

Este capítulo visa definir as exigências mínimas da Iguá Saneamento em relação às características técnicas e metrológicas, aos métodos de ensaios e às normativas para reservatórios de armazenamento de água tratada e efluente.

#### **14.2 CONDIÇÕES DE FORNECIMENTO**

O escopo do fornecimento será solicitado pelas unidades da Iguá Saneamento, de acordo com suas necessidades, e embasado nas premissas e diretrizes técnicas deste documento.

#### 14.3 CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS

As grandezas para a seleção dos reservatórios e, consequentemente, para a sua construção, são as seguintes:

- **Tipo de fluido** Os fluidos principais a serem armazenados nos reservatórios poderão ser divididos da seguinte forma:
  - Água bruta/água tratada Compreende a gama de fluidos correlatos à água de serviços, água bruta, água clarificada, filtrada e a similares. É caracterizada pelo baixo potencial de ataque químico.
  - **Esgoto/efluente** Tem como características o alto teor de sólidos e contaminantes e maior capacidade de ataque químico em relação à água tratada.
- Produtos químicos Caracterizam-se pelo alto teor de ataque químico, assim como pelos diferentes percentuais de concentração e utilização.
- Capacidade ou volume de reservação A capacidade de reservação necessária terá de ser informada para a seleção do reservatório a ser especificado (em m³ e/ou em l/s).
- **Temperatura do fluído** Deverá ser informada a temperatura do fluído a ser armazenado. Unidade: °C.
- Densidade do produto Deverá ser informada a densidade do fluido. Unidade: g/cm³ ou kg/m³.



#### 14.4 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

# 14.4.1 Reservatórios para água tratada, água bruta e esgoto/efluente

A definição construtiva para os reservatórios de água tratada ou bruta seguem a tabela de referência abaixo. Em casos que não seja aplicáveis tais relações e volume e construção, os projetos especiais deverão ser apresentados e aprovados pela Iguá Saneamento.

RESERVATÓRIOS				
Volume (m³)	Apoio do tanque	Material (construção)		
150 a 200	Base civil	PFRV, inox AISI 304L.		
200 até 100	Base civil	Vitrificado, inox parafusado, inox soldado, dobra dupla/verinox.		
> 1000	Base civil	Vitrificado, inox parafusado, Inox soldado, dobra dupla/verinox.		

DIMENSÕES RESERVATORIOS VERTICAIS				
Volume (m³)	Altura total (m)	Diâmetro (m)		
30	5	3		
50	8	3,5		
75	8	4		
100	10	4		
150	13	4,5		
200	15	5		

DIMENSÕES RESERVATORIOS HORIZONTAIS				
Volume (m³)	Altura lâmina de água (m)	Comprimento (m)		
50	2,7 a 3,2	8		
100	3,2 a 3,7	14		
150	3,4 a 4,1	14		

#### **RESERVATÓRIOS MENORES OU IGUAIS A 200 M<sup>3</sup>**

Os reservatórios para essa faixa de operação deverão ser em material PRFV ou em aço inoxidável adquiridos com base de apoio de concreto, conforme a especificação do projeto civil e o *layout* de instalação. Poderão ser concebidos com costados dispostos nas posições verticais ou horizontais, sendo indicada, preferencialmente, a construção vertical para menores necessidades de área construída e locação mais assertiva.

O volume de reservação deverá ter a capacidade de armazenamento mínima de 1 a 2 dias da demanda de consumo prevista, como precaução às interrupções dos serviços (quando da necessidade de manutenção e paradas não programadas), atendendo-se aos prazos necessários para a normalização dos serviços. A reservação será especificada pelo projeto do empreendimento ou pela rota tecnológica no qual o reservatório será aplicado, sendo essa diretriz um escopo da equipe de engenharia da Iguá Saneamento e seus parceiros.



### RESERVATÓRIOS MAIORES DO QUE 300 M³ E MENORES OU IGUAIS A 1000 M³

Deverão ser fabricados conforme os itens seguir:

- Aço-carbono com revestimento vitrificado parafusado.
- Aço inoxidável 304L parafusado.
- Aço inoxidável 304L soldado ou dobra dupla em verinox.

Deverão atender às normas internacionais AWWA D103-09, ISO 28765, API 650 ou, ainda, à Eurocode EN 1993. Quando da contratação da especificação básica, o descritivo das características técnicas do reservatório e a sondagem deverão ser avaliados pelo corpo técnico da Iguá Saneamento (para aprovação ou comentários).

#### **RESERVATÓRIOS MAIORES DO QUE 1.001 M<sup>3</sup>**

Os reservatórios nessas dimensões deverão ser fabricados de uma das formas a seguir:

- Aço- carbono com revestimento vitrificado parafusado.
- Aço inoxidável 304L (água tratada) ou 316L (esgoto e efluente) parafusado ou dobra dupla em verinox.

Deverão atender às normas internacionais AWWA D103-09 e ISO 28765 ou à Eurocode EN 1993.

#### 14.4.2 Dimensionamento e revestimento

#### **COSTADO E TETO DO RESERVATÓRIO**

Em relação aos materiais estipulados para a construção dos tanques de água tratada e bruta, de esgoto e efluente e de produtos químicos, o dimensionamento do costado deverá ser executado conforme as normas AWWA, Eurocode, ISSO ou API, com seus valores aferidos por meio de memorial de cálculo do projeto (sujeito à aprovação da Iguá Saneamento), e a informação sobre as normas utilizadas e os esforços atuantes considerados no dimensionamento, como carga axial, vento e pressão hidráulica.

Não serão permitidos sistemas construtivos que não estejam em conformidade com a norma elegida para o dimensionamento apresentado. Todos os detalhes construtivos do costado, como cargas de projeto, chapas, cintas de contraventamento, elementos de fixação, parafusos, porcas, arruelas, elementos de vedação e selante, deverão estar em conformidade como os projetos apresentados e aprovados pela Iguá Saneamento.

Para maior durabilidade nas porcas e roscas excedentes dos parafusos (no lado externo do reservatório), deverá ser utilizado um CAP de proteção (posicionado com o uso do selante do próprio reservatório). O fornecimento do escopo contemplará, igualmente, os suportes das tubulações ao longo do costado (quando isso for aplicável). Para o cálculo das espessuras deverão ser consideradas as seguintes cargas mínimas:

• Gravidade específica – 1 (mínimo de projeto).



- Velocidade do vento 160 km/h.
- Tipo do aço Conforme as normas AWWA, Eurocode, ISO ou API, e de acordo com a orientação do dimensionamento do costado.
- Domos geodésicos, conforme as cargas e as pressões internas e externas do processo.
- Tolerância de circularidade definida pelo fornecedor.
- Perfil geotécnico do local de implementação.
- No projeto do teto, deverá ser considerado seu peso próprio, incluindo-se os acessórios, que serão somados, no cálculo da estrutura, a um live load (carga viva) mínimo de 100 kgf/m².
- Os materiais do costado e do teto deverão ser similares, para prevenção de oxidações e contaminações.
- O projeto deverá ser apresentado conforme a norma seguida, atendendo-se às solicitações de cargas e às forças de ventos, incluindo-se o memorial de cálculo com as espessuras do costado, fundo e teto, e a documentação técnica auxiliar ao fornecimento.

## RESERVATÓRIOS PARAFUSADOS E RESERVATÓRIOS DE SISTEMA DE DOBRA DUPLA

Em relação aos reservatórios parafusados, o sistema de montagem entre chapas do costado deverá ser projetado para que ocorra encaixe perfeito entre as uniões, garantindo-se que não existam vãos, canais ou caminhos preferenciais para possíveis vazamentos.

A concepção estrutural do sistema de dobra dupla do reservatório deverá estar em conformidade com os princípios gerais da norma Eurocode 3 – EN 1993-1-6, em sua última versão. O dimensionamento da espessura da chapa EN 10346 S350GD deverá ser suficiente para garantir os critérios de resistência, estabilidade e rigidez do conjunto. A chapa de revestimento interno em aço inoxidável não deverá ser considerada para o cálculo estrutural do reservatório, tendo a função exclusiva de acabamento. O processo de dobra dupla (no qual ocorrerá a dobra das bordas da chapa de aço duas vezes) deverá ocorrer de forma contínua.

#### 14.4.3 Revestimento interno e externo

Para chapas em aço-carbono com revestimento vitrificado externo do reservatório, o revestimento deverá ser na cor azul, com a vitrificação interna na cor branca ou azul. A vitrificação deverá obedecer aos seguintes parâmetros:

- Jateamento abrasivo Mínimo Sa 2 ½.
- Espessura mínima do revestimento interno Conforme a norma ISO para vitrificação.
- Espessura mínima do revestimento externo Conforme a norma ISO para vitrificação.



#### **Observações**

O revestimento vitrificado deverá abordar 100% da superfície das chapas de aço, inclusive as bordas laterais (lado das espessuras das chapas) e os furos dos parafusos, a fim de se evitar qualquer processo de oxidação e corrosão, caso haja contato com oxigênio, gases e líquidos.

Os reservatórios em chapas em aço inoxidável deverão ser 100% em aço inox 304L (água tratada e bruta) e 316L (esgoto e efluente), com acabamento natural. O acabamento interno deverá ser natural 2B ou similar, com soldas removidas. O acabamento externo, por sua vez, terá de ser em inox 304L/316L natural, com soldas decapadas, passivadas. Para tanques em AISI 316L (aço inox), o revestimento interno deverá ter a espessura mínima de 0,3 mm.

Para ambientes rurais e urbanos, o tratamento deverá ocorrer por meio das seguintes ações:

- Jateamento abrasivo ligeiro, padrão Sa 1 da ISO 8501-1, com uso de abrasivo mineral grão 10/12. Caso a utilização de jateamento abrasivo não seja possível, deverá ocorrer o lixamento severo de forma cruzada com lixa GR 60.
- Para a pintura de acabamento, deverá ser aplicada uma demão de tinta Primer Acabamento Poliuretano Acrílico Alifático de Alta Performance, por meio de pistola convencional. A espessura mínima de película seca deverá ser de 90 µm. REF – Poliuretano SRD501 da WEG ou similar.

Para ambientes agressivos, deverão ocorrer as seguintes atividades:

- Tratamento de superfície Para galvanizado novo, deverá ser feito jateamento abrasivo ligeiro, padrão Sa 1 da ISO 8501-1, e ser utilizado abrasivo mineral grão 10/12. Caso não seja possível a utilização de jateamento abrasivo, deverá ser realizado um lixamento severo de forma cruzada (com lixa GR 60).
- Primer de Aderência Deverá ocorrer a aplicação de uma demão de Shop Primer Epóxi Isocianato Alifático, por meio de pistola convencional. A espessura mínima de película seca terá de ser de 25 µm. REF – Lackpoxi N 2198 da WEG ou similar.
- Primer Epóxi Poliamida Deverá ser aplicada uma demão de Primer Epóxi Poliamida, por meio de pistola convencional. A espessura mínima de película seca deverá ser de 110 µm. REF – Lackpoxi N2630 LC da WEG ou similar.
- Pintura de acabamento Aplicar uma demão de tinta poliuretano, por meio de pistola convencional. A espessura mínima de película seca deve ser de 100 μm. REF – Poliuretano SRD501 da WEG ou similar.

#### 14.4.4 Bocais, tampa de inspeção, extravasor e ventilação

Os bocais de entrada e saída, as tampas de inspeção, o bocal e o tubo extravasor e a ventilação dos reservatórios deverão ser confeccionados de acordo com as seguintes características:

 A quantidade, o diâmetro nominal e a posição dos bocais, da porta de visita, do extravasor e dos acessórios deverão estar em conformidade com o projeto de engenharia a ser fornecido pelo proponente (de acordo com necessidade do projeto) e enviados à Iguá Saneamento (para comentários e aprovação).



- As chapas e/ou a área de influência nas quais deverão ser instalados os bocais de entrada, saída e o extravasor terão de suportar o peso das tubulações, sem causar deformações.
- Deverá existir espaço suficiente entre o reservatório e os flanges dos bocais, a porta de visita e os acessórios ao manuseio de chaves (para aperto dos parafusos).
- Os flanges deverão ser do tipo sobreposto, de face com ressalto e dimensões segundo a NBR 7675 - PN 10.
- O sistema do extravasor deverá ser projetado e instalado.
- A porta de inspeção superior e lateral deverá ter diâmetro interno mínimo igual a 600 mm e ser confeccionada com tampa de fechamento, de modo a impedir a entrada de água, impurezas e animais (insetos). Também deverá ser feita com o mesmo material do costado do reservatório.
- Os bocais para instalação de respiro não poderão ter qualquer prolongamento interno, devendo "facear" a chapa do teto internamente. Também deverão ser instalados, preferencialmente, no centro do teto ou tão próximo dele quanto for possível.

#### 14.4.5 Reservatórios para produtos químicos

#### RESERVATÓRIOS EM FIBRA DE VIDRO (PFRV)

Os reservatórios de produtos químicos de grande volume deverão ser confeccionados em PRFV e ter como principais itens PAC, ácido fluossilícico, hidróxido de cálcio em suspensão e hipoclorito de sódio. A norma construtiva seguirá a ASME RTP – 01. Sua especificação possibilitará o uso com qualquer produto químico utilizado pela Iguá Saneamento.

Os tanques de produtos químicos em PFRV deverão ter as seguintes características:

- Fundo cônico para hidróxido de cálcio em suspensão e PAC.
- Fundo plano para os demais produtos químicos.
- Faixa laranja indicativa para o cloro e gravidade específica 1,2. A faixa laranja é
  indicativa, uma vez que reservatórios com cloro não podem ser reaproveitados
  para outros produtos químicos. Para reaproveitamento, haverá a necessidade
  de um processo de inertização.
- Sem faixa indicativa para os demais produtos químicos (exceto ácido sulfúrico, cloro, carvão e gravidade específica 1,6).
- Sem faixa indicativa para ácido sulfúrico e gravidade específica 1,8.
- Sem faixa indicativa para carvão e gravidade específica 1.
- Sem faixa indicativa para reservatório de água tratada, água de processo, câmara de contato e gravidade específica 1.
- Reservatório para carvão deverá ser construído com topo aberto e misturador.
   Os reservatórios verticais, por sua vez, terão topo abaulado.



- Reservatório para água tratada ou reúso e câmara de contato poderão ser verticais ou horizontais.
- Os reservatórios em PFRV deverão ser fabricados com resina isoftálica ou ortoftálica, sendo correlatos e ter resinas compatíveis com os produtos químicos a serem armazenados.
- A base do reservatório não poderá ser inferior ao diâmetro do tanque. Em relação a bases existentes, deverá haver consulta ao projeto estrutural (para que seja verificada a carga a qual base resiste).
- Diâmetros dos bocais flangeados de entrada, saída, limpeza, ventilação e inspeções deverão ser definidos na especificação.
- Bocal flangeado para medidor de nível tipo radar deverá ser instalado descentralizado, conforme a especificação da instrumentação, a fim de possibilitar a perfeita montagem entre os itens.
- Os projetos para reservatórios de hidróxido de cálcio e PAC deverão ter bomba de limpeza e recirculação de produto químico. O objetivo será a sua retirada do fundo cônico e o lançamento no tratamento sem passar pela dosadora.

#### RESERVATÓRIOS EM PE, PP E DEMAIS PLÁSTICOS

Os reservatórios de produtos químicos de pequeno volume deverão ser confeccionados em PE, PP ou outros plásticos definidos, mediante a aprovação da Iguá Saneamento e de acordo com as especificações.

Os reservatórios poderão ser das seguintes formas:

- Reservatório de polietileno com base para dosadora e misturador até 1.000 l.
- Reservatório de polietileno com tampa de sobrepor até 2.000 l.

#### **ACESSÓRIOS DOS RESERVATÓRIOS**

Os acessórios fazem parte do fornecimento do reservatório. São itens considerados acessórios os seguintes itens: escadas, guarda-corpo, plataformas, meios de acesso, peças de suporte para tubulações e passagem de cabos elétricos e parafusos para a fixação dos acessórios no reservatório.

Todos os acessórios deverão ser feitos em material aço inoxidável 304L ou aço galvanizado a fogo, dependendo do material a ser utilizado na fabricação do reservatório, evitando-se, assim, o fenômeno de corrosão galvânica.

#### ESCADA TIPO MARINHEIRO, PLATAFORMA E GUARDA-CORPO

A escada deverá ser do tipo marinheiro (interna e externa), com guarda-corpo e patamar intermediário, se necessário (NR 12 e NR 18). Ela deverá ser fixada no reservatório, para acesso à plataforma no topo do costado. As escadas deverão ser confeccionadas, observando-se as seguintes características:

 Os degraus, as plataformas e o piso da plataforma (tipo grade) deverão ser feitos de aço Inoxidável 304L ou aço galvanizado a fogo, para se evitar o fenômeno de corrosão galvânica.



- A plataforma deverá ser construída com guarda-corpo atendendo à norma NBR 14718 (na sua versão mais atualizada) e à a NR 18. Ela deverá ser apoiada diretamente no teto do reservatório e ter dimensões suficientes para possibilitar, com facilidade e segurança, o acesso aos acessórios do teto para serviços de operação e manutenção.
- A linha de vida deverá atender à NR 35.

#### **PARAFUSOS. PORCAS E ARRUELAS**

Os parafusos, as porcas, as arruelas e os estojos deverão ser em aço inox AISI 304 ou em aço-carbono, com revestimento por galvanização a fogo (dependendo da tecnologia do reservatório), evitando-se, assim, o fenômeno de corrosão galvânica. A resistência mecânica deverá ser definida pelo fornecedor.

#### ATERRAMENTO/SPDA

Deverá ser projetado e instalado um aterramento elétrico permanente do reservatório (costado) contra descargas atmosféricas. O aterramento do reservatório deverá ser feito conforme a norma NBR 5419:2005.

#### **14.5 TESTES E ENSAIOS**

O fornecimento dos reservatórios construídos deverá seguir:

- Hidrostático das montagens, dos costados, dos tampos e das conexões.
- Teste de líquido penetrante em 70% das soldas. Caso haja porosidade ou falhas no teste hidrostático, deverá ser realizado em 100% das soldas.
- Teste de conformidade do material.
- Ensaio dimensional.
- Teste e certificado de pintura.

#### 14.6 DOCUMENTAÇÃO

Os documentos a seguir deverão ser previstos no fornecimento dos projetos de reservatórios:

- Manual de instalação, operação e manutenção.
- Desenho de detalhamento, instalação e peças gráficas suplementares.
- Certificado de matéria-prima.
- Plano de inspeção e testes.
- Relatório de teste hidrostático.
- Relatório de solda e construção.



#### **14.7 TRANSPORTE**

A contratada será a responsável pelas seguintes atividades: carga, transporte, descarga e guarda de todos os materiais e recursos necessários ao fornecimento e à montagem do reservatório (dos locais de origem até o local da montagem) e guarda até a entrega do produto.

#### **14.8 GARANTIA**

A garantia mínima do reservatório e dos acessórios deverá ser de 10 anos, a partir da data de início da operação. A garantia deverá cobrir qualquer deficiência de projeto, defeito ou falha de fabricação identificada pela Iguá Saneamento, em qualquer época: durante a fabricação, a inspeção, os testes e o transporte ou durante o período de garantia. Os defeitos e as falhas deverão ser corrigidos imediatamente após sua ocorrência ou constatação, sem qualquer ônus para a Iguá Saneamento.

Se qualquer peça apresentar defeitos por falhas de projeto, fabricação ou de execução, a contratada deverá substitui-la, sem ônus para a Iguá Saneamento de transporte e instalação. Problemas de corrosão deverão ser considerados defeitos de projeto ou de fabricação. Problemas com a fundação e a base de apoio dos reservatórios (estrutural ou de impermeabilização) estão inseridos nessa garantia.



# 

TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES EM UNIDADES DE SANEAMENTO



#### 15.1 OBJETIVO

Este capítulo visa estabelecer padrões e diretrizes técnicas para a especificação de revestimentos e tratamento de superfícies em unidades de saneamento, para garantir a durabilidade, a eficiência operacional e a segurança das estruturas utilizadas.

#### **15.2 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

Os revestimentos e tratamentos de superfície deverão ser selecionados com base nas condições específicas do ambiente, considerando-se fatores como pH, presença de substâncias químicas agressivas e variações de temperatura.

Os materiais utilizados precisarão atender às normas técnicas e regulamentações locais pertinentes, bem como respeitar as regulamentações municipais, estaduais, federais (quando aplicáveis).

Deverá ser considerada a facilidade de limpeza e manutenção na escolha dos revestimentos, visando garantir a higiene das instalações.

Cabe ressaltar que as especificações presentes têm sua ênfase nos aspectos operacionais e de engenharia das unidades de saneamento. Em relação a especificações arquitetônicas, recomenda-se a consulta dos manuais pertinentes, que apresentam detalhes sobre a arquitetura das instalações.

#### 15.3 CONSIDERAÇÕES ESPECÍFICAS

#### 15.3.1 Piso, soleira e degrau

Os revestimentos de piso deverão ser instalados sobre camadas de nivelamento de concreto não estrutural ou diretamente sobre as estruturas de concreto. Caso as faces de fixação dos revestimentos não permitam a utilização de cola ou argamassas adesivas especiais, a colocação deverá ocorrer diretamente sobre lastros ou estruturas de concreto, empregando-se argamassa mista de cimento, cal e areia. Para a instalação de revestimentos com cola ou argamassas adesivas especiais, será imprescindível a execução prévia de uma camada de nivelamento.

As soleiras internas terão de ser confeccionadas com o mesmo material do piso. Em compartimentos contíguos a revestimentos de pisos de materiais distintos, a soleira deverá ser composta pelo mesmo material do piso ao qual estará integrada. Soleiras externas deverão ser fabricadas com o material indicado no projeto, apresentando inclinação para o exterior, a fim de prevenir a entrada de água. As soleiras de janelas deverão ser construídas com pingadeiras, para se evitar o escoamento de água pelas paredes. Os degraus, por sua vez, terão de ser revestidos com o material determinado no projeto, geralmente, sendo ele o mesmo utilizado no revestimento de piso do ambiente que abrigará a escada.



#### **LASTRO DE BRITA**

Quando sua colocação for necessária, um lastro de brita deverá ser lançado sobre o terreno devidamente regularizado e compactado, com espessura final de 3 cm. A camada de brita deverá ser compactada com soquetes de madeira ou por equipamento mecânico apropriado.

#### CONTRAPISO EM CONCRETO NÃO ESTRUTURAL

O concreto deverá ser lançado sobre o solo ou o lastro de brita devidamente regularizado e compactado. A superfície do contrapiso deverá ser regularizada e nivelada com régua de madeira. A espessura final terá de ser de 5 cm.

#### CAMADA DE REGULARIZAÇÃO COM ARGAMASSA

Quando for necessário, poderá ser feito um piso apenas com argamassa de cimento e areia, traço 1-3 em volume (com ou sem impermeabilizante) e espessura média de 2 cm. A camada deverá ser desempenada, de maneira que a superfície fique uniforme, podendo, assim, servir de piso ou de camada de regularização para a aplicação de outro piso ou revestimento.

#### **CIMENTO ALISADO**

O cimento deverá ser aplicado após a execução da camada de regularização. O acabamento será com aplicação de pasta de cimento alisado com colher, para que a superfície acabada fique uniforme, lisa e sem ondulações. O projeto poderá prever a adição de corantes na pasta de cimento.

#### **PISO CERÂMICO**

Deverão ser utilizados pisos cerâmicos PEI 4, PEI-5 ou porcelanato (de primeira linha), conforme as características de uso do ambiente a ser assentado.

O piso cerâmico deverá ser assentado com argamassa adesiva, diretamente sobre o contrapiso ou sobre a camada de regularização (que deverá estar livre de quaisquer resíduos ou impurezas). As peças cerâmicas deverão ser umedecidas com água, antes da aplicação.

As juntas deverão ser alinhadas com perfeição por meio do uso de espaçadores. O rejuntamento será feito com aplicação de argamassa para rejunte na cor especificada no projeto ou conforme a definição da Fiscalização da Iguá Saneamento.

Com a utilização dos recursos adequados, a Fiscalização fará a inspeção do piso acabado. As peças ocas ou defeituosas deverão ser imediatamente substituídas, e não serão aceitos abaulamentos que retenham água e superfícies com declividades em desacordo com as previstas no projeto ou na especificação.

#### **PISO DE BORRACHA**

Deverá ser assentado sobre a camada de regularização, com o emprego de cola ou massa adesiva recomendada pelo fabricante. A camada de regularização terá de ser limpa e seca, e as cores das placas deverão atender ao projeto ou à especificação.

#### **SOLEIRA/PEITORIL DE GRANITO**

Será utilizada para o arremate de portas ou janelas. A espessura da placa deverá ser de 2 cm, com tonalidades em cinza. O assentamento será feito com argamassa adesiva e diretamente sobre o contrapiso ou a camada de regularização (que deverá estar livre de resíduos ou impurezas).



#### 15.3.2 Rodapé

Deve ter altura mínima de 5 cm e máxima de 10 cm, para recobrir o afastamento entre o piso e a parede. Os rodapés cerâmicos (de pedras, material vinílico ou borracha sintética) deverão ter cor igual a do piso e ser fixados pelo mesmo processo utilizado nos pisos.

#### 15.3.3 Parede, teto e beiral

#### **CHAPISCO**

É uma camada de argamassa aplicada de forma irregular nas superfícies de alvenaria ou de concreto das paredes, tetos, beirais, vigas e colunas. Antes da execução do emboço, haverá a aplicação de chapisco fino para aumentar a aderência das superfícies (que deverão estar limpas e ser umedecidas durante a execução dos serviços).

#### **EMBOÇO**

É a camada de revestimento aplicada diretamente sobre superfícies previamente chapiscadas. Destina-se a receber acabamento com reboco ou outros tipos de produtos industrializados. O emboço é composto por argamassa simples de cal e areia, argamassa mista de cal, areia e cimento ou argamassa de cimento e areia (com ou sem impermeabilizante). As argamassas obedecerão aos traços previamente especificados ou definidos pelo projetista ou construtor, conforme a NBR 7200.

A aplicação do emboço será permitida somente após a cura completa do chapisco e do embutimento das tubulações e caixas. Seu uso é previsto para instalações de água, esgoto, energia elétrica, telefone, internet e gás. Antes da aplicação, deverão ser executadas guias-mestras de argamassa, para que a superfície emboçada fique totalmente plana e regular, com espessura máxima de 1,5 cm.

Para facilitar a aderência do emboço, as superfícies chapiscadas deverão ser umedecidas durante a execução dos serviços. Em paredes sujeitas à umidade, deverão ser adicionados aditivos impermeabilizantes.

#### **REBOCO**

Trata-se de camada com espessura máxima de 0,5 cm. Ela dá o acabamento dos emboços das paredes, dos tetos e dos beirais. O reboco é composto por cal hidratada ou produtos industrializados aplicados diretamente sobre o emboço. Todas as superfícies a serem rebocadas deverão estar limpas, secas e com o emboço curado. Não será permitida a execução de reboco em superfícies durante a ocorrência de chuva. A execução de rebocos industrializados deverá obedecer às recomendações dos fabricantes.

#### **AZULEJO**

As dimensões, o tipo e a cor do azulejo deverão ser definidos no projeto, com a obrigatoriedade de uso de materiais de primeira qualidade, sem o uso de tipos comerciais. Eles deverão ser fixados com argamassa adesiva sobre parede previamente preparada com emboço (curado e totalmente desempenado).

Se nada diferente estiver indicado no projeto, as juntas deverão ser em nível e prumo, com a utilização de espaçadores (de acordo com as especificações do fabricante). O



rejuntamento terá de ser feito, no mínimo, 72 h após o assentamento. Os azulejos deverão ser colocados a partir do teto, para que os arremates com peças fracionadas figuem ao lado do piso.

#### 15.3.4 Pintura/revestimento

A pintura/revestimento de uma superfície deverá ser entendido como um sistema composto por um ou mais produtos e/ou serviços, os quais, se forem utilizados convenientemente, proporcionarão proteção à estrutura, higienização e segurança ao ambiente. A superfície a ser pintada/revestida deverá ser executada após a adequada preparação da superfície.

A performance final de uma tinta aplicada depende, basicamente, de três pontos – da tinta em si, da preparação da superfície e da aplicação. Se um desses pontos não for alcançado, a pintura/revestimento entrará em colapso, em algum momento. A grande maioria das causas das falhas de pintura/revestimento é ocasionada pelo preparo incorreto da superfície ou por falha na aplicação do produto.

Para todos os serviços relacionados à pintura e/ou ao revestimento, uma estrutura de apoio deverá ser prevista (andaime, balancim, iluminação, ventilação etc.) Deverá, também, ser exigida pela Fiscalização a utilização de EPIs específicos, bem como o cumprimento das normas de segurança pertinentes ao serviço e aquelas definidas pela Iguá Saneamento.

A pintura de edificações, placas de identificação, logomarcas, totens etc. deverá utilizar as cores e os padrões definidos no Manual da Marca da Iguá Saneamento.

Em relação às unidades operacionais (ETAs, ETEs, elevatórias, reservatórios etc.), o sistema de revestimento deverá seguir as determinações contidas neste módulo sobre parte civil, tubulações, equipamentos e acessórios. As cores de pintura deverão obedecer às definições do Manual da Marca.

A seguir, alguns itens a serem observados antes da pintura:

- A superfície deverá estar firme, limpa, seca e sem poeira, gordura, sabão, mofo etc.
- As partes soltas ou com adesão ruim deverão ser eliminadas por meio de raspagem ou escovação da superfície.
- As imperfeições profundas das paredes deverão ser corrigidas com reboco.
- As pequenas imperfeições das paredes deverão ser corrigidas com massa acrílica para superfícies externas ou internas, ou com massa PVA para superfícies internas.
- Manchas de gordura ou graxa deverão ser eliminadas com água e detergentes.
- Paredes mofadas deverão ser raspadas e, em seguida, lavadas com solução de água e água sanitária (1-1) e, depois, com água potável e, ao final, enxugadas.
- No caso de repintura sobre superfícies brilhantes, o brilho deverá ser eliminado com lixa fina.

Além desses cuidados, deverá se dada atenção ao substrato que será revestido, como se poderá ver a seguir.



#### **CONCRETO E REBOCO**

Deverá se aguardar, pelo menos, 30 dias para a cura total. Pintura sobre superfícies mal curadas apresentarão problemas em pouco tempo, como saponificação, calcinação, eflorescência, embolhamento e descascamento. Em superfícies de concreto ou de reboco bem-curados e coesos, deverá ser aplicada tinta de fundo (selador), para a selagem da alcalinidade, e, em seguida, haver a aplicação da tinta de acabamento. O concreto deverá estar seco, limpo, e sem pó, sujeira, óleo e agentes desmoldantes.

#### **CIMENTO AMIANTO**

Por ser uma superfície altamente alcalina, o recomendável será a aplicação de um fundo resistente à alcalinidade, para que a superfície seja selada.

#### **FERRO E AÇO**

Sua maior vulnerabilidade está relacionada à corrosão, que poderá ser evitada com o uso de tintas. Na preparação da superfície, deverão ser removidos os contaminantes que possam interferir na aderência máxima do revestimento (inclusive, a ferrugem. O processo de preparo dependerá do tipo e da concentração dos contaminantes e das exigências específicas para cada tipo de tinta. Alguns tipos terão boa aderência apenas se a superfície for preparada com jateamento abrasivo, que produz um perfil rugoso adequado à perfeita ancoragem do revestimento.

#### **METAL GALVANIZADO**

As superfícies galvanizadas terão de estar limpas, secas e livres de contaminantes. Um Primer de aderência (fosfatizante) deverá ser aplicado.

#### **ALUMÍNIO**

Só serão aceitas peças anodizadas ou com pintura eletrostática (de fábrica).

#### SUPERFÍCIE MOFADA

Mesmo se estiver contaminada com esparsas colônias de mofo, a superfície deverá ser cuidadosamente limpa, para que haja a completa destruição das colônias antes da aplicação do sistema de pintura. Para tanto, a superfície deverá ser escovada e lavada com uma solução de água sanitária diluída (1 –1) e água potável. A solução deverá agir por 30 min. Em seguida, a superfície deverá ser lavada com água potável, aguardando-se a completa secagem antes do início da pintura.

#### **SUPERFÍCIE JÁ PINTADA**

Se a pintura estiver em boas condições, será suficiente uma boa limpeza, para, em seguida, ocorrerem o lixamento e a aplicação das tintas de acabamento escolhidas. Se ela estiver em má condição, a tinta antiga deverá ser completamente removida, para, em seguida, atuar-se sobre ela como se fosse nova.

#### RASPAGEM, LIXAMENTO E LIMPEZA

Trata-se de reparações de superfícies já pintadas, e que, por qualquer motivo, precisarão ser repintadas. Nesse caso, deverá haver raspagem ou lixamento ou limpeza com escova, estopa ou panos, ou, ainda, uma combinação dos processos.



#### **REMOÇÃO DE PINTURA/REVESTIMENTO**

A remoção de pintura/revestimento poderá ser feita com o auxílio de removedores comerciais. A limpeza com espátula e panos e a passagem de solventes para a eliminação do removedor deverão fazer parte do serviço.

#### TRATAMENTO DE TRINCAS

Trincas ou rachaduras resultantes de dilatação térmica deverão ser escarificadas e limpas, aplicando-se, em seguida, um fundo selador. Na sequência, deverá ser passada uma massa elástica (do tipo Sikaflex ou similar) em camadas sucessivas até a perfeita regularização da superfície. Para situações mais críticas, deverá ser utilizada tela apropriada (Selatrinca ou similar) para dar estrutura ao revestimento.

Ao serem constatadas trincas em elementos estruturais (vigas, pilares, paredes, lajes etc.), será importante haver um contato com o time de Engenharia da Iguá Saneamento, para que o problema seja avaliado e se identifique a gravidade da "patologia".

#### **FUNDO COM PRIMER ANTIFERRUGINOSO (FERRO E ACO)**

Também chamado de anticorrosivo (pelas suas propriedades), isola o ferro e o aço da ação do tempo. Pode ser utilizado internamente e externamente. Em determinadas condições, poderá ser usado em madeira, garantindo-se, assim, proteção contra a umidade. Para sua utilização, a superfície precisará ter uma certa rugosidade.

#### FUNDO COM PRIMER DE ADERÊNCIA (FERRO GALVANIZADO)

Como no ferro galvanizado não aparece rugosidade, será necessária a utilização de um Primer de aderência para melhorar as condições finais do sistema de pintura/revestimento.

#### **FUNDO COM BASE FENÓLICA**

Poderá ser utilizado em tijolos à vista ou concreto, tanto na função de impermeabilizante como no papel de selador, recebendo outro tipo de acabamento.

#### LÁTEX PVA

Trata-se de tinta de emulsão à base de PVA. É recomendada para aplicação em paredes interiores.

#### LÁTEX ACRÍLICO

Trata-se de tinta à base de resinas acrílicas. É recomendada para aplicação em paredes exteriores.

#### LÁTEX ACRÍLICO PARA PISO

Trata-se de tinta à base de resinas acrílicas. É recomendada para pisos, seu uso tem finalidade estética, e não para proteção.

#### ÓI FO

Trata-se de tinta à base de resinas alquídicas. É recomendada para superfícies (internas e externas) de madeira, ferro e aço.



#### 15.3.5 Revestimentos especiais

#### **TEXTURA**

É um revestimento a base de resina acrílica. Deve ser aplicado sobre fundo com selador acrílico, podendo funcionar como textura-base para posterior pintura ou como textura colorida. Proporciona efeitos decorativos, além de corrigir imperfeições nas superfícies internas e externas de alvenaria e concreto.

#### 15.3.6 Impermeabilização

A impermeabilização pode assumir uma ou mais funções, dentre elas, agir contra a umidade do solo, dar estanqueidade à obra (no sentido de dentro para fora e no sentido de fora para dentro) e isolar o solo ou o lençol freático.

De maneira geral, os serviços de impermeabilização deverão começar por uma preparação da superfície a ser tratada, que deverá estar sem falhas de concretagem, agregados soltos e emendas entre pisos e paredes, preferencialmente. A superfície deverá estar limpa, regular, lisa, sem protuberâncias e material desagregado, com os cantos e arestas arredondados e sem produtos que possam prejudicar a aderência do material impermeabilizante.

Para as estruturas de concreto armado que demandem estanqueidade, como reservatórios, estações de tratamento e estações elevatórias, ela deverá ser obtida pelo próprio concreto, com a correta execução.

Mesmo que sejam observadas as recomendações citadas neste documento e respeitadas as normas vigentes, as estruturas de concreto de grandes dimensões acabarão por sofrer fissuras resultantes, principalmente, da retração do concreto em sua fase de cura.

#### **ARGAMASSA COM ADITIVO HIDRÓFUGO**

São argamassas de cimento e areia que recebem aditivos hidrófugos na mistura, ganhando propriedade impermeabilizante. Poderão ser aplicadas em locais não sujeitos a trincas e fissuração, no emboço de revestimento de baldrames e de paredes e no assentamento de alvenarias em contato com o solo.

Os sistemas de argamassas impermeabilizantes são os que necessitam de menos camadas intermediárias, com aplicação diretamente na camada de base, que pode, também, receber diretamente o revestimento final.

A utilização de aditivo hidrófugos em armagassa é uma metodologia simples e de baixo custo no combate a infiltrações. Contudo, é fundamental que a impermeabilização aconteça durante a obra, para a diminuição dos danos causados pela umidade.

#### ARGAMASSAS COM CIMENTOS POLIMÉRICOS

São produtos industrializados compostos por dois materiais – uma parte em pó (formada por cimento, areia e agregados minerais) e outra na forma líquida, formada por polímeros (que garantem flexibilidade ao conjunto).

As argamassas com cimentos poliméricos têm propriedades e aplicações variáveis, de acordo com a quantidade de resinas em sua composição (quanto maior, mais flexível o sistema se tornará).



Os sistemas mais rígidos são mais resistentes a pressões negativas (quando a água atua do lado oposto da impermeabilização). Os mais flexíveis, por seu turno, são melhores para resistir a pressões positivas (quando a água atua para pressionar a impermeabilização).

As argamassas com cimentos poliméricos conservam a potabilidade da água e funcionam como barreira para sulfatos e cloretos. Dessa forma, são muito utilizadas em reservatórios enterrados, subsolos, cortinas, poços de elevadores, muros de arrimo, baldrames e fundações, paredes internas e externas, pisos frios em contato com o solo, banheiros, cozinhas, lavanderias e áreas frias, piscinas de concreto e estruturas sujeitas a infiltrações do lençol freático.

#### **CRISTALIZANTES**

Cristalizantes são compostos químicos que, ao entrarem em contato com a água de infiltração, cristalizam-se, formando uma barreira impermeável e resistente a pressões negativas. São utilizados para conter infiltrações localizadas e impermeabilizar grandes estruturas de concreto.

Os cimentos cristalizantes poderão ser utilizados em estruturas que não sofrem movimentações, como ETAs, reservatórios e pisos frios, ou em contato direto com o solo.

São encontrados na forma de cimentos de pega ultrarrápida, que podem ser utilizados, de forma temporária, para o tamponamento de jorro de água, que, posteriormente, deverá receber impermeabilização com argamassa polimérica. Existem, também, produtos cristalizantes formados por cimento, sílica e compostos químicos ativos, que reagem com o concreto fresco, formando cristais insolúveis que preenchem os poros capilares da estrutura de concreto.

#### **MEMBRANAS**

São sistemas impermeabilizantes flexíveis moldados *in loco*, e obtidos pela aplicação de várias camadas de material líquido, que, depois de seco, torna-se uma membrana impermeável. As membranas são indicadas para áreas menores ou de acesso complicado, onde o uso de mantas asfálticas é contraindicado.

Como principal vantagem, esse sistema não apresenta emendas, que, no caso das mantas pré-fabricadas, são os pontos com maior possibilidade de falhas. Tem como desvantagem, porém, a exigência de um controle rígido da espessura, pois sua eficiência depende da quantidade de produto aplicada por área.

Existem vários materiais que podem ser usados como membranas impermeabilizantes, todos eles com características próprias de resistência, durabilidade, flexibilidade e forma de aplicação.

As membranas flexíveis têm por finalidade o revestimento para a proteção e a impermeabilização de áreas de concreto e metálicas (de armazenagem), e a retenção e condução (fluxo) de água potável, esgoto, resíduos industriais (efluentes) e demais líquidos (cuja temperatura não exceda os 60 °C).

#### **MANTAS**

Constituem um sistema pré-fabricado flexível, pois são feitas de ligas elásticas e flexíveis e capazes de se adaptarem a locais com movimentações e vibrações. Algumas formulações também são resistentes a raios ultravioletas e ataques químicos.



Para uma escolha adequada, será necessária a observação das características e do desempenho que a manta terá na obra, observando-se alguns itens:

- Resistência ao envelhecimento.
- Flexibilidade à baixa temperatura (<0 °C).
- Resistência ao ataque de microrganismos, aos álcalis e aos ácidos dissolvidos nas águas pluviais.
- Resistência ao puncionamento dinâmico e estático, conforme as condições que a manta terá de suportar durante a execução e o uso.
- Resistência ao calor e ao escorrimento.
- Absorção de água e estanqueidade sob pressão.
- Possibilidade de serem feitas, com facilidade, emendas entre as mantas.

Esse tipo de sistema impermeabilizante tem espessuras definidas e controladas por processos industriais, e, geralmente, pode ser aplicado numa única camada, o que acelera o processo de execução e reduz custos com mão de obra. É o recurso mais utilizado no Brasil para a impermeabilização de coberturas, subsolos, jardins e canais de irrigação.

Existe uma grande variedade de mantas no mercado. As mantas poliméricas de PVC e as mantas asfálticas se destacam pela simplicidade de aplicação e pelos custos reduzidos. A NBR 9574 aborda os seguintes tipos de mantas para impermeabilização:

- Mantas asfálticas.
- Manta de policloreto de vinila (PVC).
- Manta de polietileno de alta densidade (PEAD).
- Manta elastomérica de etileno-dieno-monômero (EPDM).
- Manta elastomérica de poliisobutileno isopreno (IIR).

As geomembranas de PEAD e EPDM são mais indicadas para obras de grande porte, como aterros sanitários, lagos superficiais e tanques. Além de promover a impermeabilização, elas têm a função de preservar o meio ambiente, pois criam uma barreira física que impede a contaminação do solo e dos lençóis freáticos.

As mantas asfálticas podem variar de acordo com sua composição, o estruturante interno, o acabamento externo e a espessura. Para a escolha adequada, será importante considerar as dimensões da área a ser impermeabilizada, o tipo de estrutura e o tempo de vida útil desejado ao sistema, pois, em alguns casos, será recomendada a utilização de dupla camada.



#### 15.3.7 Projetos de impermeabilização

A falta de um projeto específico de impermeabilização poderá ocasionar uma série de improvisos na obra, com o risco de encarecimento e adoção de soluções não satisfatórias. Poderá, ainda, ocasionar diversos problemas de contratação e definição de responsabilidades das partes envolvidas, entre eles, o projetista, o executor da obra e o executor da impermeabilização. Os custos com o projeto são muito menores do que as despesas que poderão surgir com eventuais desperdícios, reparos e danos ocasionados pela ausência do plano de impermeabilização.

Conforme a NBR 9575, projeto de impermeabilização é o conjunto de informações gráficas e descritivas cuja função é definir completamente as características de todos os sistemas de impermeabilização empregados em uma dada construção, com o objetivo de orientar sua correta execução.

O projeto de impermeabilização deverá incluir a elaboração, a análise, a planificação, o detalhamento, a descriminação e a adoção das metodologias adequadas para a garantia do bom funcionamento da impermeabilização, de modo que os sistemas impermeabilizantes adotados sejam compatíveis com a concepção da edificação.

Para a elaboração de um projeto de impermeabilização será ideal que o estudo comece juntamente com a elaboração do projeto arquitetônico. A seguir, alguns conceitos básicos que poderão ser adotados no início do estudo:

- Posicionamento da camada de impermeabilização na composição do sistema.
- Previsão dos acabamentos e terminações para possibilitar a manutenção futura.
- Vantagens que outros projetos vão adquirir com o correto dimensionamento e posicionamento da impermeabilização.
- Vantagens para o projeto hidrossanitário, devido à distribuição mais racional e compatibilizada dos pontos de escoamentos e calhas.

#### **REQUISITOS GERAIS SEGUNDO A NBR 9575**

Conforme a NBR 9575, o projeto de impermeabilização deverá ser desenvolvido e compatibilizado em conjunto com os demais projetos existentes (arquitetônico, estrutural, hidrossanitário, elétrico, revestimento, entre outros), para haja a previsão das solicitações de cargas, dos ensaios, das dimensões e dos detalhes construtivos. A norma ainda expõe que a impermeabilização deverá ser projetada para atender aos seguintes requisitos:

- Evitar a passagem de fluidos e vapores nas construções (nas partes que necessitem de estanqueidade), podendo ser integradas ou não a outros sistemas construtivos, desde que sejam observadas as normas específicas de desempenho que proporcionem as mesmas condições de estanqueidade.
- Proteger os elementos e componentes construtivos expostos ao intemperismo e contra a ação de agentes agressivos presentes na atmosfera.
- Proteger o meio ambiente de agentes contaminantes, por meio da utilização de sistemas de impermeabilização.



 Possibilitar, sempre que possível, acesso à impermeabilização, com o mínimo de intervenção nos revestimentos sobrepostos a ela, de modo a se evitar (tão logo sejam percebidas falhas do sistema impermeável) a degradação das estruturas e dos componentes construtivos.

A norma NBR 9575 divide o projeto de impermeabilização em 3 fases, conforme aparece apresentado no quadro a seguir:

Fase	Etapas
Estudo preliminar	Relatório contendo a qualificação das áreas.
	Planilha contemplando os tipos de impermeabilização aplicáveis ao empreendimento, de acordo com os conceitos do projetista.
Projeto básico	Definição das áreas a serem impermeabilizadas e equacionamento das interferências existentes entre os elementos e os componentes construtivos.
	Definição dos sistemas de impermeabilização.
	Planilha de levantamento quantitativo.
	Estudo de desempenho.
	Estimativa de custos.
Projeto executivo	Plantas de localização e identificação das impermeabilizações, bem como os locais de detalhamento construtivo.
	Detalhes específicos e genéricos que descrevam graficamente as soluções de impermeabilização.
	Detalhes construtivos que descrevam graficamente as soluções adotadas no projeto de arquitetura.
	Memorial descritivo de materiais e camadas de impermeabilização.
	Memorial descritivo de procedimentos de execução.
	Planilha de quantitativos de materiais e serviços.

O projeto executivo poderá, ainda, conter os seguintes projetos complementares, segundo a NBR 9575:

- Metodologia para controle e inspeção dos serviços.
- Metodologia para controle e inspeção dos ensaios tecnológicos de produtos especificados.
- Diretrizes para elaboração de manual de uso, operação e manutenção.



# 16

GUARDA-CORPO, CORRIMÃO, TAMPAS E GRADES EM FIBRA DE VIDRO COM RESINA TERMOFIXA ISOFTÁLICA



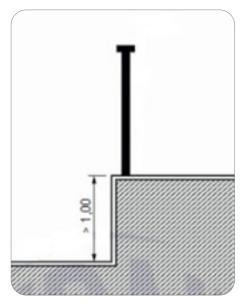
#### **16.1 OBJETIVO**

Este capítulo visa especificar as condições mínimas de desempenho para o fornecimento e a montagem de guarda-corpos, corrimãos, grades e tampas em fibra de vidro com resina termofixa isoftálica nas unidades da Iguá Saneamento.

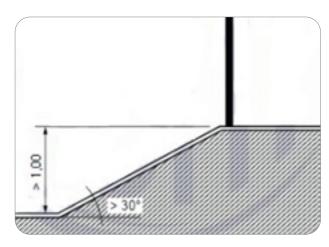
#### 16.2 DESCRIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS ATIVIDADES

#### 16.2.1 Guarda-corpo

Deverão ser instalados guarda-corpos (em qualquer local de acesso livre) com desnível maior do que 1 m, entre o piso e o patamar abaixo, conforme aparece representado na figura abaixo. Caso a rampa tenha um ângulo menor ou igual a 30°, o guarda-corpos não será obrigatório, como indicado na figura seguinte.



Desnível vertical, com dimensão em metro



Desnível inclinado, com dimensão em metro



Todos os materiais para o guarda-corpo deverão ser obtidos pelo processo de pultrusão, e com espessura de parede de 5 mm. A porcentagem em peso de fibra de vidro deverá ser de, no mínimo, 60%. A mistura terá de conter fibra com resina termofixa isoftálica. O material composto deverá ser pigmentado na cor Amarelo Segurança, padrão Munsell 5Y8/12. O guarda-corpo deverá ter acabamento liso e sem liberação de materiais como lascas e partículas. Não deverá ter reentrâncias, cantos vivos ou qualquer outro defeito que possa causar ferimentos.

As travessas e os perfis pultrudados deverão ser fixados em suporte com material composto por resina termofixa isoftálica e fibra de vidro (mínimo de 60%), com 5 mm de espessura, obtida pelo processo de pultrusão (com parafusos, porcas e arruelas fabricados em aço inox AISI 304 ou 316). A mesma orientação será válida para o corrimão vinculado ao guarda-corpo em escada.

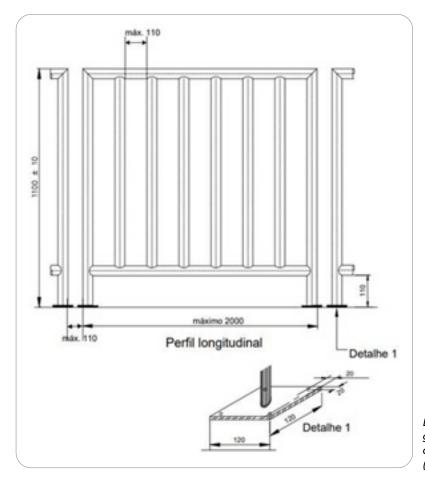
Na fixação dos montantes no concreto do piso ou da parede deverão ser utilizados chumbadores químicos ou mecânicos com haste de aço inox AISI 304 ou 316 e diâmetro de 3/8". A profundidade dos elementos de fixação ao concreto deverá ser de, no mínimo, 70 mm (preferível, 100 mm).

O guarda-corpo deverá ter as seguintes dimensões:

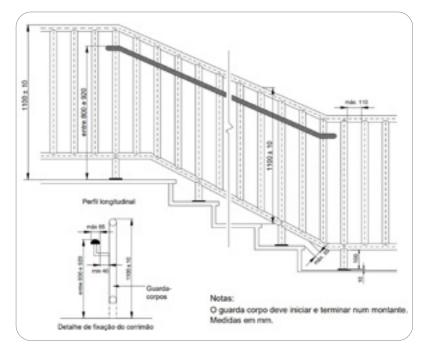
- Altura Distância entre o piso e a geratriz superior externa da travessa superior de 1.100 mm.
- Espessura dos perfis e dos elementos de montagem 5 mm (a espessura da peça de fixação no concreto deverá ser de 10 mm).
- **Diâmetro das travessas** Travessas horizontais externas e verticais fixadas ao concreto deverão ter diâmetro de 50,8 mm, com verticais internas de 38,1 mm.
- Distância do piso da travessa horizontal inferior A geratriz inferior externa deverá estar a uma distância máxima de 110 mm do piso.
- Rodapé Altura de 200 mm, com sua extremidade inferior situada a uma distância máxima de 50 mm do piso.
- **Descontinuidade** A distância entre os perfis verticais de fixação dos elementos do guarda- corpo deverá ser de 110 mm.
- Vãos internos O valor máximo do vão interno, em pelo menos uma das direções, deverá ser de 110 mm.

Os dimensionais de guarda-corpos no nível de circulação horizontal e em escada (com medidas determinadas em mm: NTS 282:2014) estão representados nas figuras a seguir:





Dimensionais de guarda-corpo em nível de circulação horizontal (NTS 282:2014)



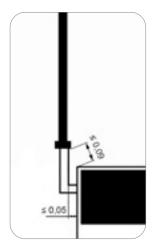
Dimensionais de guarda-corpo em escadas (NTS 282:2014)



Não serão admitidas falhas no revestimento e nas trincas, fissuras, bolhas e delaminações. Não serão aceitos dimensões e espaçamentos diferentes daqueles aqui especificados.

Para guarda-corpos externos, deverá ser considerada a pressão do vento do local. As cargas de uso e de segurança a serem aplicadas nos ensaios para cada tipo de guarda-corpo são apresentadas na Tabela 1 da norma NBR 14718:2019. Os guarda-corpos deverão resistir aos ensaios especificados na Seção 5 da norma NBR 14718:2019.

Se um guarda-corpo for instalado em um plano avançado em relação ao limite exterior do pavimento, seu avanço será medido na horizontal em relação ao limite exterior, não podendo exceder 0,05 m. O espaçamento entre o elemento horizontal inferior do guarda-corpo e a borda exterior do pavimento não poderá possibilitar a passagem de um gabarito esférico com 0,09 m de diâmetro, conforme indicado na figura a seguir.



Dimensionais de guarda-corpo instalado em plano avançado em relação ao limite exterior do pavimento (dimensões em metros, segundo a NBR 14718:2019)

#### **GUARDA-CORPO EM SAÍDAS DE EMERGÊNCIA**

Deverão ser observadas as exigências das normas técnicas do Corpo de Bombeiros do estado onde serão instaladas as edificações. A presente diretriz segue as recomendações da norma NBR 9077:2001.

Toda saída de emergência deverá ser protegida de ambos os lados por guarda-corpos contínuos, sempre que houver qualquer desnível maior do que 19 cm, para que sejam evitadas quedas.

Recomenda-se, ainda, que o guarda-corpo em saída de emergência seja fornecido com material obtido pelo processo de pultrusão e com espessura de parede de 5 mm. A porcentagem em peso de fibra de vidro deverá ser de, no mínimo, 60%. Solicita-se o uso da mistura da fibra com resina termofixa isoftálica. O material composto deverá ser pigmentado na cor Amarelo Segurança, padrão Munsell 5Y8/12.

O guarda-corpo deverá ter acabamento liso e sem reentrâncias, cantos vivos ou qualquer outro defeito que possa causar ferimentos. As travessas e perfis pultrudados deverão ser fixados em suporte com material composto de resina termofixa isoftálica e fibra de vidro (mínimo 60%), com 5 mm de espessura, obtida pelo



processo de pultrusão (com parafusos, porcas e arruelas fabricados em aço inox AISI 304 ou 316). A mesma orientação será válida para o corrimão vinculado ao guarda-corpo em escada

Na fixação dos montantes ao concreto do piso ou da parede deverão ser utilizados chumbadores químicos ou mecânicos com haste de aço inox AISI 304 ou 316 e diâmetro de 3/8". A profundidade dos elementos de fixação ao concreto deverá ser de, pelo menos, 70 mm (preferível 100 mm).

O guarda-corpo em saídas de emergência deverá ter as seguintes dimensões:

- Altura mínima A distância entre o piso e a geratriz superior externa da travessa deverá ser superior a 1.100 mm. A altura dos guarda-corpos em escadas externas, quando estiverem a mais de 12 m acima do solo adjacente, deverá ser, no mínimo de 1,30 m.
- Espessura dos perfis e elementos de montagem 5 mm (a espessura da peça de fixação no concreto deverá ser de 10 mm).
- **Diâmetro das travessas** Travessas horizontais externas e verticais fixadas ao concreto deverão ter diâmetro de 50,8 mm, com verticais internas de 38,1 mm.
- Distância do piso da travessa horizontal inferior A geratriz inferior externa deverá estar a uma distância máxima de 110 mm do piso.
- Rodapé Deverá ter altura de 200 mm, com sua extremidade inferior situada a uma distância máxima de 50 mm do piso. O rodapé deverá ser obtido pelo processo de pultrusão de fibra de vidro (mínimo de 60%) e ter resina termofixa isoftálica com 5 mm de espessura.
- **Descontinuidade** A distância entre os perfis verticais de fixação dos elementos de guarda- corpos deverá ser de 110 mm.
- Vãos internos O valor máximo do vão interno em, pelo menos, uma das direções, deverá ser de 110 mm.

#### 16.2.2 Corrimão

Deverá ser projetado de forma a ser agarrado facilmente e confortavelmente, possibilitando um contínuo deslocamento da mão ao longo de sua extensão, sem haver obstrução ou aresta. Deverá ter, também, sessão circular, com diâmetro variando entre 38 e 65 mm. Deverá ser obtido pelo processo de pultrusão e com espessura mínima de parede de 4 mm. A porcentagem em peso de fibra de vidro deverá ser de, no mínimo, 60%. A mistura terá de conter fibra com resina termofixa isoftálica. O material composto deverá ser pigmentado na cor Amarelo Segurança, padrão Munsell 5Y8/12.

Os corrimãos devem ser fixados ao guarda-corpo à uma altura entre 800 mm e 920 mm contados a partir do nível do piso, em escadas ou rampas. Essa medida deve ser tomada verticalmente e prolongada para pelo menos 300 mm antes do início e após o término da rampa ou escada – suas extremidades devem ter formato recurvado voltado para o guarda corpo ou parede.

Os corrimãos deverão apresentar as seguintes dimensões (NTS 282:2014 e ANBR 9077:2001):



- Afastamento de 40 mm, no mínimo, das paredes ou do guarda-corpo aos quais forem fixados.
- Fixação do corrimão no guarda-corpo ou na parede por meio de parafusos, porcas e arruelas (fabricados em aço inox AISI 304 ou 316, em regiões costeiras).

Os corrimões devem ser calculados para resistir a uma carga de 900 N (aplicada em qualquer ponto, verticalmente de cima para baixo e horizontalmente em ambos os sentidos).

Escadas em com mais de 2,2 m de largura deverão ter corrimão intermediário (no máximo, a cada 1,8 m). Os lanços determinados pelos corrimões intermediários deverão ter, no mínimo, 1,1 m de largura. As extremidades dos corrimões intermediários deverão ter travessas ou outros dispositivos que evitem acidentes.

#### 16.2.3 Grades de piso

As grades montadas deverão ser compostas pelos seguintes perfis:

- Perfil pultrudado em formato "I".
- Chaveta para travamento dos perfis.
- Camada antiderrapante aplicada com quartzo e resina.
- Materiais feitos com resina termofixa isoftálica e com porcentagem mínima (em peso) de fibra de vidro de 60%.

Deverá ser utilizado perfil de altura 32 mm. Independentemente da altura do perfil, a carga máxima concentrada aplicada deverá ser de, pelo menos, 200 kgf/m. A deflexão máxima da grade terá de atender ao valor de L/350, considerando-se a existência uma viga de piso, conforme a norma NBR 8800.

As grades deverão ser fixadas com grampos compostos por:

- · Chapa "W".
- Chapa L com porca sextavada de 1/4".
- Parafuso sextavado de 1/4".
- Para as ETEs, ETAs, EEEs e EEAs, todos os materiais deverão ser em aço inox AISI 304 ou 316.

As grades terão de ser apoiadas nos rebaixos da estrutura civil. Deverão ser fornecidas cantoneiras com perfil pultrudado em Y, fibra de vidro (mínimo de 60% em peso) e resina termofixa isoftálica (com espessura mínima de 5 mm). A altura vertical do perfil Y deverá ter, pelo menos, 25 mm. Normalmente, a colocação é feita diretamente no rebaixo do concreto.

#### **GRADES DE PISCO COM TAMPA**

Materiais pultrudados em fibra de vidro (mínimo de 60% em peso) e resina termofixa isoftálica, com espessura mínima de 5 mm. As grades montadas com tampa deverão ser compostas pela grade montada e pelos seguintes itens:

- Tampa pultrudada.
- Quadro de cantoneiras pultrudadas.



- Alça retrátil em aço inox AISI 304 ou 316.
- Dobradiça em aço inox AISI 304 ou 316.
- Fecho para cadeado em aço inox AISI 304 ou 316 (se aplicável).
- Parafusos, arruelas e porcas em aço inox AISI 304 ou 316.

Preferencialmente deverá ser utilizado um perfil com 32 mm de altura. Independentemente da altura do perfil, a carga máxima concentrada aplicada deverá ser de, pelo menos, 200 kgf/m, e a deflexão máxima da grade com tampa deverá atender ao valor de L/350, considerando-se uma viga de piso conforme a norma NBR 8800.

#### **ESCADA FIXA DO TIPO MARINHEIRO**

As máquinas e os equipamentos deverão ter acessos permanentemente fixados e seguros em todos os pontos de operação. A NR 12 considera meios de acesso elevadores, rampas, passarelas, plataformas ou escadas de degraus. Na impossibilidade técnica de adoção desses meios, poderá ser utilizada a escada fixa do tipo Marinheiro. Todo seu conjunto deverá ser fornecido em material pultrudado, em fibra de vidro (mínimo de 60% em peso) e resina termofixa isoftálica.

As escadas fixas do tipo Marinheiro serão compostas dos seguintes itens:

- Dimensão, construção e fixação seguras e resistentes, para suportar os esforços solicitantes.
- Gaiolas de proteção (caso tenham altura superior a 3,5 m), instaladas a partir de 2 m do piso, ultrapassando a plataforma de descanso ou o piso superior em, pelo menos, de 1,1 m a 1,2 m. Deverão ser fornecidas em barras chatas pultrudadas (e conformadas com diâmetro de 700 mm a 800 mm) e barras chatas pultrudadas na barra vertical (com dimensão mínima 50 mm x 6 mm. Deverão ter barras verticais com espaçamento máximo de 0,3 m entre elas e distância máxima de 1,5 m entre os arcos. Os vãos entre arcos devem ser de, no máximo, 0,3 m.
- Corrimão ou a continuação dos perfis verticais da escada ultrapassando a plataforma de descanso ou o piso superior de 1,1 m a 1,2 m.
- Largura de 0,4 m a 0,6 m.
- Altura total máxima de 10 m, se a escada for de um único lance.
- Altura máxima de 6 m entre duas plataformas de descanso (se a escada for de múltiplos lances) construídas em lances consecutivos com eixos paralelos, com distância mínima de 0,7 m.
- Espaçamento entre barras horizontais (degraus) de 0,25 m a 0,3 m.
- Espaçamento entre o piso da edificação e a primeira barra não superior a 0,55 m.
- Distância em relação à parede de fixação de, no mínimo, 0,15 m.
- Fixação sobre o piso e na parede, com material em aço inox AISI 304 ou 316.
- Sapatas deverão ser fixadas no piso com base quadrada de 150 x altura 65 x espessura 10 mm.
- As escadas poderão ter sistema de linha de vida com ART.



# 17 LABORATÓRIO



#### 17.1 OBJETIVO

Este capítulo visa definir as exigências mínimas da Iguá Saneamento em relação a equipamentos, procedimentos, qualidade e segurança dos laboratórios de análise de qualidade da água para ETAs e ETEs.

# 17.2 LABORATÓRIO PARA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

A presença de um laboratório é crucial para assegurar que a água tratada atenda aos padrões de excelência e segurança estabelecidos pelos órgãos reguladores e garantir o controle de qualidade e a otimização dos processos de tratamento.

Embora nem todas as Estações de Tratamento de Água possuam laboratórios internos, é altamente recomendado o acesso a análises regulares de qualidade – realizadas por laboratórios internos ou por laboratórios externos credenciados.

## 17.2.1 Principais parâmetros e equipamentos analisados em laboratório

#### **TURBIDEZ**

A turbidez da água se dá pela presença de matéria suspensa e matéria coloidal, que reduzem a sua transparência. Ela pode ser provocada, também, pela presença de algas, plânctons, matérias orgânicas e substâncias como zinco, ferro, manganês e areia, resultantes do processo natural de erosão ou de despejos domésticos e industriais.

A relação de turbidez com o peso ou com a concentração do número de partículas de matéria suspensa é difícil, devido ao tamanho, à forma e ao índice refrativo das partículas, que afetam as propriedades de dispersão da luz e da suspensão.

A turbidez tem importância no processo de tratamento da água. Água com turbidez elevada (dependendo de sua natureza) forma flocos pesados, que decantam mais rapidamente do que a água com baixa turbidez. Também tem suas desvantagens, como ocorre nos casos de desinfecção, que pode ser dificultada pela proteção "dada" aos micro-organismos no contato direto com os desinfetantes. É um indicador sanitário e padrão organoléptico da água de consumo humano.

#### **EQUIPAMENTOS**

- Turbidímetro.
- Células de amostras de vidro incolor (cubetas).
- Lenço de papel, papel higiênico extramacio ou similar.

**Padrões de verificação** – Padrões certificados para faixas específicas de turbidez, utilizados para padronizar o turbidímetro antes das leituras e como controle para se determinar a necessária calibração.

**Observação:** É importante que os reagentes e as soluções sejam substituídos sempre que sua validade exceder a vida útil.



#### COR

A cor da água é, principalmente, proveniente de matérias orgânicas, entre eles, substâncias húmicas, e taninos e, também, de metais, como ferro e óxidos de manganês, e de resíduos industriais fortemente coloridos. Em sistemas públicos de abastecimento, a água ter cor é esteticamente indesejável. A sua medida é de fundamental importância, uma vez que água de cor elevada provoca rejeição do consumidor, que, em muitos casos, acaba buscando outras fontes de suprimento, não necessariamente seguras para o consumo humano. Além disso, dependendo do material presente, pode se tornar percussor naformação de subprodutos da desinfecção.

A cor verdadeira na água é a aquela sem interferência da turbidez, podendo ser obtida por meio de filtração, com membrana de 0,45 µm. Já o termo "cor aparente" não abrange apenas a cor resultante da presença de substâncias em solução, mas, também, devido aquela com materiais em suspensão.

As soluções de cloroplatinato de potássio (K2PtCl6) tingidas com pequenas quantidades de cloreto de cobalto produzem cores que são muito semelhantes às que indicam coloração natural das águas. A determinação da cor é feita por comparação visual da amostra num disco de vidro colorido, adequadamente calibrado com soluções padrões de diferentes concentrações de (K2PtCl6) ou por meio de colorímetro digital calibrado com padrões rastreáveis.

No Brasil, a Portaria de Consolidação nº 888, do Ministério da Saúde, estabelece para cor aparente o valor máximo permitido de 15 uH (unidade Hazen) como padrão organoléptico para o consumo humano.

#### **EQUIPAMENTOS**

- Aparelho de comparação visual e acessórios.
- Discos padrões de cor em mg Pt Co/l.
- Tubos nessler (forma alta).
- Água deslilada.
- Lenço de papel, papel higiênico extramacio ou similar.
- Células de amostras de vidro incolor cubetas (para equipamento eletrônico).
- Bomba de vácuo.
- Papel de filtro (diâmetro de poro de 0,45 µm).
- Sistema de filtração.

**Padrões de verificação** – Padrões certificados para faixas específicas de cor e utilizados para padronizar os colorímetros e espectrofotômetros antes das leituras e como controle para que se determine a calibração.

**Observação:** Os reagentes e as soluções deverão ser substituídos sempre que sua validade exceder a vida útil.



#### PH

O termo pH representa a concentração de íons hidrogênio em uma solução. Na água, esse fator é de excepcional importância, principalmente, nos processos de tratamento. Em relação à água, ele é medido e ajustado sempre que necessário para melhorar o processo de coagulação química, controle de corrosão, abrandamento, desinfecção. Além disso, seu controle é fundamental para a oxidação de metais no processo.

O valor do pH varia de 0 a 14. Se estiver abaixo de 7, a água é considerada ácida. Se estiver acima de 7, é considerada alcalina. Se apresentar pH 7, a água é neutra.

A Portaria de Consolidação nº 5/2017, do Ministério da Saúde, recomenda que o pH da água seja mantido, no sistema de distribuição, na faixa de 6 a 9,5.

No tratamento das Estações de Tratamento de Esgoto, o pH é um dos principais fatores de controle do controle do processo. Em lagoas e reservatórios de estabilização de esgotos, o aumento do pH, como consequência da fotossíntese de algas, desempenha importante papel na eliminação de organismos patogênicos.

#### MATERIAIS, REAGENTES E SOLUÇÕES

- Potenciômetro (medidor de pH).
- Eletrodo compatível.
- Lenço de papel, papel higiênico extramacio ou similar.

**Padrões de verificação** – Deverão ser utilizados padrões certificados para faixas específicas de pH, de modo que se possa verificar o equipamento antes das análises e como controle de sua calibração.

**Observação:** Reagentes e soluções deverão ser substituídos sempre que sua validade exceder a vida útil.

#### **FLUORETO**

A aplicação de flúor na água para consumo humano tem como finalidade prevenir a cárie dental. A Portaria nº 635/BsB, do Ministério da Saúde (1975), estabelece normas e padrões para a fluoretação, em sistemas de abastecimento, da água tratada destinada ao consumo humano. Essa portaria descreve as principais metodologias de dosagem e análise do íon fluoreto, indicando os compostos de flúor a serem utilizados na fluoretação de águas tratadas.

Já a portaria de consolidação nº 5, do Ministério da Saúde, informa que 1,5 mg/l é o máximo permitido para o íon fluoreto.

Existem várias formas de determinação do flúor na água. Os três métodos mais conhecidos são Spadns, Scott-Sanchis e o do eletrodo específico para íons fluoretos.

#### MATERIAIS, REAGENTES E SOLUÇÕES

- Espectrofotômetro para uso em 570 nm, providenciando-se trajetória de luz de, pelo menos, 1 cm.
- Lenço de papel, papel higiênico extramacio ou similar.
- Reagente ácido zirconila SPADNS.



- Solução de arsenito de sódio 0,1N.
- Solução SPADNS Deverão ser dissolvidos 958 mg de SPADNS, dissulfonato sódico 2-(parasulfofenilazo)-1,8-dihidroxido-3,6-naftaleno, também chamado de 4,5-dihidróxido-3-(parasulfofenilazo)-2,7-ácido naftalenodissulfônico sal trisódico, em água destilada, completando-se o volume para 500 ml. Essa solução é estável para, pelo menos, 1 ano, se for protegida da luz solar.
- Reagente ácido zirconila Deverão dissolvidos 133 mg de cloreto de zircônio octahidratado, ZrCCl2\*8H2O em, aproximadamente, 25 ml de água destilada. Em seguida, deverão ser adicionados 350 ml de ácido clorídrico concentrado e diluição para 500 ml em água destilada.
- Reagente ácido zirconila SPADNS Deverão ser misturados volumes iguais de solução SPADNS e reagente ácido zirconila. O reagente combinado tem estabilidade de, pelo menos, 2 anos.
- Solução de arsenito de sódio Deverão ser dissolvidos 5 g de NaAsO2, com diluição para 1 l, com água destilada. Precaução: como a solução é tóxica, a ingestão deverá ser evitada.

**Padrões de verificação** – Deverão ser utilizados padrões certificados para faixas específicas, para verificação do equipamento antes das análises e como controle para a determinação de sua calibração.

**Observação:** Os reagentes e as soluções deverão ser substituídos sempre que sua validade exceder a vida útil.

#### **CLORO RESIDUAL LIVRE**

O cloro é o desinfetante e oxidante mais utilizado no tratamento de água para o consumo humano. O cloro pode estar presente na água como cloro livre ou cloro combinado. Ambas as formas podem coexistir na mesma amostra, e ser determinadas juntas como cloro total. Já o cloro livre está presente como ácido hipocloroso ou íons de hipoclorito. O cloro livre reage com DPD (N;Ndietil-p-fenilenodiamina) desenvolvendo uma coloração vermelha. A intensidade da cor é proporcional à concentração de cloro.

A desinfecção tem uma importância inquestionável na segurança do fornecimento de água para consumo humano. Seu objetivo principal é destruir e/ou inibir doenças causadas por microrganismos. A eliminação desses microrganismos patogênicos é uma operação fundamental que, muitas vezes, é feita com produtos químicos reagentes, como o cloro.

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), o uso de produtos químicos desinfetantes em tratamento de água, como o cloro, habitualmente, gera subprodutos. Contudo, os riscos para a saúde são extremamente pequenos, na comparação com os riscos associados à desinfecção insuficiente. É importante que a tentativa de controlar a concentração destes subprodutos não limite a eficácia da desinfecção.



A Portaria de Consolidação nº 5/2017, do Ministério da Saúde, determina a obrigatoriedade de se manter, no mínimo, 0,2 mg/l de cloro residual livre ou 2 mg/l de cloro residual combinado em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede).

O documento também recomenda que o teor máximo de cloro residual livre, em qualquer ponto do sistema de abastecimento, seja de 2 mg/l, sendo o VMP de 5 mg/l. Os principais produtos utilizados são: hipoclorito de cálcio, cal clorada, hipoclorito de sódio e cloro gasoso.

#### MATERIAIS, REAGENTES E SOLUÇÕES

- Colorímetro de cloro residual.
- Células de amostras de vidro incolor (cubetas).
- Lenço de papel, papel higiênico extramacio ou similar.

**Padrões de verificação** – Padrões certificados para faixas específicas, utilizados para padronizar o colorímetro antes das leituras e como controle para a determinação da necessária calibração.

#### Observação

Os reagentes e as soluções deverão ser substituídos sempre que sua validade exceder a vida útil.

# 17.3 LABORATÓRIO PARA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

A necessidade de um laboratório para análise do efluente tratado em uma ETE pode variar de acordo com as regulamentações locais e as características específicas da estação de tratamento. No entanto, é altamente recomendável e, em alguns casos, pode ser obrigatório, haver um laboratório para se monitorar a qualidade do efluente tratado, e, assim, garantirem-se o cumprimento de regulamentações, o controle do processo de tratamento e a proteção do meio ambiente.

É importante assegurar, também, que haja um sistema eficaz de monitoramento e controle da qualidade do efluente, em conformidade com as regulamentações ambientais locais, por meio de laboratório próprio ou externo credenciado) e que siga os padrões reconhecidos de qualidade e precisão.

## 17.3.1 Principais parâmetros e equipamentos analisados em laboratório

#### **TEMPERATURA**

A temperatura é a medida da intensidade de calor expresso em uma determinada escala. Uma das escalas mais usadas é grau centígrado ou grau Celsius (°C). A temperatura pode ser medida por diferentes dispositivos, como termômetros e sensores.

A medição da temperatura é crucial na análise de qualidade do tratamento de esgoto, pois influencia diretamente a eficiência dos processos biológicos e químicos envolvidos no tratamento, afetando a atividade dos microorganismos e a velocidade das reações.



#### MATERIAIS, REAGENTES E SOLUÇÕES

- Termômetro.
- Sensor de temperatura.

#### **PHEALCALINIDADE**

O pH é uma grandeza que indica o grau de acidez (H+) ou de alcalinidade (OH—) de uma solução aquosa, sendo definido como o logaritmo negativo da atividade dos íons hidrogênio.

De fato, não é a concentração dos íons hidrogênio em solução o fator determinante da acidez ou da basicidade do meio, mas, sim, a sua atividade, que depende das interações eletrostáticas e covalentes entre os diversos íons presentes em uma mesma solução.

Já em soluções muito diluídas, em que as interações iônicas podem ser consideradas desprezíveis, a atividade do íon se iguala à sua concentração, de modo que o valor do pH, nesse caso ideal, pode ser expresso conforme a seguinte aproximação:

$$pH = -\log [H+]$$

Uma vez que a atividade individual do íon H+ não pode ser medida, o valor do pH é definido em escala baseada numa série de soluções-tampões, e que foi introduzida como referencial.

O princípio básico da medição do pH pelo método potenciométrico é a determinação da atividade dos íons hidrogênio usando um eletrodo de referência e um eletrodo de medida.

Na água, esse fator é de excepcional importância, principalmente, nos processos de tratamento. Ele é medido e ajustado sempre que necessário, para melhorar o processo de coagulação química, o controle de corrosão, o abrandamento e a desinfecção. Além disso, seu controle é fundamental para a oxidação de metais no processo. O valor do pH varia de 0 a 14. Abaixo de 7, a água é considerada ácida. Acima desse indicador, é considerada alcalina, e, com pH 7, é considerada neutra.

No tratamento de águas residuárias por sistemas biológicos, o pH do meio líquido deverá permanecer em faixas adequadas (o mais próximo possível do valor ótimo de pH para o processo em questão), visando à manutenção da biomassa ativa e o desenvolvimento das reações bioquímicas, principalmente, as que envolvem atividade enzimática. Pequenas mudanças no pH poderão ocasionar grandes alterações na eficiência dos processos biológicos. Por isso, é fundamental o monitoramento desse parâmetro.

#### MATERIAIS, REAGENTES E SOLUÇÕES

- Potenciômetro.
- Eletrodo.
- Lenço de papel, papel higiênico extra macio ou similar.
- Cloreto de potássio 3M (KCl).



#### **DETERMINAÇÃO DE SÉRIE DE SÓLIDOS**

A qualidade e a operacionalização dos sistemas de tratamento de esgoto estão diretamente relacionadas à quantidade e à qualidade dos resíduos sólidos presentes em diversos processos do tratamento. Identificá-los é de suma importância para que se saiba quais ações são necessárias para uma boa eficiência da ETE. Concentrações de sólidos dissolvidos e suspensos, orgânicos (voláteis) e inorgânicos (fixos) são ferramentas muito utilizadas na caracterização de águas residuárias.

Os resíduos (ou sólidos) são todas as matérias suspensas ou dissolvidas na água, provenientes de despejos domésticos ou industriais. O termo sólido pode ser interpretado a partir de uma definição operacional, correspondendo à matéria que permanece como resíduo após a evaporação, secagem ou calcinação, a uma determinada temperatura-padrão, e por tempo fixo, de um volume conhecido de amostra.

Do ponto de vista químico, os sólidos são classificados em voláteis e fixos. Sólidos voláteis são os que se volatilizam a temperaturas inferiores a 550 °C . Em sua grande maioria, são sustâncias orgânicas que evaporam a essa temperatura. Os sólidos fixos são aqueles que permanecem após a completa evaporação da água. Geralmente, são os sais minerais.

A massa seca das células microbianas é, normalmente, expressa em termos de sólidos em suspensão (SS), uma vez que a biomassa é constituída de sólidos que se encontram suspensos no reator (no caso de crescimento disperso).

No entanto, como os sólidos em suspensão englobam também os materiais particulados menores do que 2 µm, orgânicos e inorgânicos, presentes nas amostras, a biomassa é frequentemente representada pelos sólidos suspensos voláteis (SSV).

Quando sólidos sedimentáveis e em suspensão estão presentes em elevadas quantidades no efluente final, aportam cor, turbidez, diminuição de OD e assoreamento dos corpos receptores.

Eles abrangem, principalmente, a fração orgânica dos sólidos suspensos eliminada por meio de combustão (oxidação), como gás carbônico e água, enquanto algumas substâncias inorgânicas passam apenas por modificações.

Como em todas as análises, as amostras deverão ser representativas, e, em certos casos, materiais estranhos deverão ser evitados durante a amostragem. Porções de óleo ou graxa deverão ser dispersas antes da transferência das alíquotas a serem analisadas.

#### MATERIAIS, REAGENTES E SOLUÇÕES Método gravimétrico (ST, STV, STF, SSF, SDT e SDF)

- Aparato de filtração a vácuo (bomba de vácuo; funil tipo Büchner, para membrana com diâmetro de 47 mm, e kitassato de 250 ml, com alongas de borracha para filtração).
- Balança analítica (precisão ± 0,0001 g).
- Dessecador com sílica anidra.
- Estufa entre 103 °C e 105 °C.
- Forno do tipo mufla a 550 °C.



- Cápsula de porcelana (modelos 05-50, ou n° 2, e 05-85, ou n° 4). Se a cápsula não estiver identificada isso poderá ser feito com uma marcação em gravite antes da pesagem.
- Pinças metálicas (tenazes) para cápsulas de porcelana (com comprimento de 20 cm para uso na estufa e de 50 cm para uso na mufla).
- Pinça de 15 cm para a transferência da membrana filtrante.
- · Luvas para forno.
- Proveta graduada de 50 ml.
- Membranas filtrantes de microfibra de vidro, com tamanho nominal de abertura de poro entre 1,2 μm e 1,5 μm, e diâmetro de 47 mm. Observação: quando calcinada a 550 °C, a membrana de microfibra de vidro manterá sua integridade estrutural.
- Bastão de vidro (de 30 cm a 40 cm).
- Cronômetro.

#### Método fotométrico para sólidos suspensos totais (SST) - Hach

- Beaker (600 ml).
- · Liquidificador (duas velocidades).
- Cilindro graduado (500 ml).
- Espectrofotômetro da Hach.
- Células de amostra.

#### Método cone imhoff para determinação sólidos sedimentáveis (SSED)

- Cone imhoff de 1.000 ml.
- · Cronômetro.
- Bastão de vidro de 30 cm a 40 cm.

#### Método gravimétrico para teor umidade e teor de sólidos

- Balança analítica (precisão ± 0,0001 g).
- Dessecador com sílica anidra.
- Estufa entre 103 °C e 105 °C.
- Cápsula de porcelana (modelos 05-50 ou nº 2 e 05-85 ou nº 4).
- Pinças metálicas (tenazes) para cápsulas de porcelana (com comprimento de 20 cm para uso na estufa e de 50 cm para uso na mufla).
- Pinça de 15 cm para transferência da membrana filtrante.
- Luvas para forno.
- Proveta graduada de 50 ml.
- Bastão de vidro (de 30 cm a 40 cm).
- Cronômetro.



#### Método analisador de umidade e teor de sólidos

- Analisador de umidade.
- Prato de amostra.
- Espátula.
- Almofariz e pistilo (no caso de a amostra de lodo estar em flocos maiores, precisando ser quebrada em pedaços menores).
- Bastão de vidro e Becker (no caso de amostras mais líquidas, para auxiliar em sua colocação na balança).

#### **COLIFORMES TOTAIS E ESCHERICHIA COLI**

O objetivo do exame microbiológico da água é fornecer subsídio sobre sua potabilidade, isso é, a ausência de risco de ingestão de microrganismos causadores de doenças, geralmente, provenientes de contaminação por fezes humanas e de outros animais de sangue quente.

A seguir, os conceitos para coliformes totais e escherichia coli:

Coliformes totais (bactérias do grupo coliforme) – São grupos de bactérias indicadoras de contaminação, mas que, necessariamente, não causam doenças. São bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos, que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a 35,0  $\pm$  0,5oC, em 24-48 h, e que podem apresentar atividade da enzima ß - galactosidase. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros Escherichia, Citrobacter, Klebsiella e Enterobacter, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo.

**Escherichia coli** – É considerado o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos. Trata-se de bactéria do grupo coliforme que fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a 44,5 ± 0,2°C, em 24 h, produção de indol a partir do triptofano, oxidase negativa, que não hidroliza a ureia e apresenta atividade das enzimas β galactosidase e β glucoronidase.

De acordo com a Portaria de Consolidação nº 5, do Ministério da Saúde, a água potável deverá estar em conformidade com o padrão microbiológico, conforme descrito em seu Anexo I e nas demais disposições dessa portaria.

#### MATERIAIS, REAGENTES E SOLUÇÕES

- Autoclave.
- Incubadora microbiológica equipada com termostato para operar a 35  $\pm$  0,5  $^{\circ}$ C.
- Lâmpada ultravioleta de 365 nm.
- Lenço de papel, papel higiênico extramacio ou similar.
- Substrato cromogênico (ONPG)/fluorogênico (MUG).
- Tiossulfato de sódio 0,1N

**Observação:** Os reagentes e as soluções deverão ser substituídos sempre que sua validade exceder a vida útil.



#### **DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO)**

A DBO é considerada um importante parâmetro para o controle da poluição das águas pela presença de matéria orgânica biodegradável. Em águas naturais, ela representa a demanda de oxigênio dissolvido que será exercida para a estabilização dessa matéria orgânica biodegradável, reduzindo os níveis de oxigênio nas águas abaixo dos exigidos pela vida aquática.

Com grandes quantidades de material orgânico biodegradável, o meio se torna ideal para o desenvolvimento de microrganismos heterótrofos (bactérias, fungos etc.). Como tais seres são aeróbios (ou facultativos), estabelece-se uma concorrência com os peixes e outros organismos aquáticos em relação às disponibilidades de oxigênio no ambiente. Como são mais exigentes em relação às disponibilidades de oxigênio que os microrganismos, os peixes são os primeiros a desaparecer.

Os microrganismos aeróbios podem viver em ambiente com até 1 mg/l de oxigênio, e os facultativos,na ausência dele (meio anaeróbico). Já os peixes necessitam de taxas maiores do que 3 ou 4 mg/l de oxigênio para sua sobrevivência.

A DBO é o parâmetro utilizado pela legislação para o estabelecimento de padrões de emissão de despejos líquidos e de manutenção em corpos receptores. É imprescindível nos estudos de autodepuração dos cursos d'água e na composição de seus índices de qualidade. Trata-se, ainda, de uma ferramenta muito utilizada na elaboração de projeto de estações de tratamento biológico, quando expressa em carga.

No Brasil, os padrões de lançamento de DBO são estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), sendo o valor máximo legislado de 120 mg/l de DBO. Esse limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor (Resolução Conama nº 357).

#### MATERIAIS, REAGENTES E SOLUÇÕES

- Frascos padrão de DBO.
- Bécheres de 500 ml e 1000 ml.
- Pipetas volumétricas, com capacidades de 1 ml a 5 ml.
- Provetas ou balões volumétricos com tampas de 100 ml, 500 ml e 1000 ml.
- Pipetas graduadas com capacidades de 1 ml a 25 ml.
- Frasco de Mariot.
- Incubadora a 20 °C ± 1 °C, sem luz.
- pHmetro.
- Medidor de oxigênio dissolvido
- Fosfato monobásico de potássio, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> p.a.
- Fosfato dibásico de potássio, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> p.a.
- Fosfato dibásico de sódio heptahidratado, Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>.7H2O p.a.
- Cloreto de amônio, NH, Cl p.a.



- Sulfato de magnésio heptahidratado, MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O p.a.
- Cloreto de cálcio, CaCl, anidro p.a.
- Cloreto férrico hexahidratado FeCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O p.a.
- Hidróxido de sódio, NaOH p.a.
- Ácido sulfúrico, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado p.a.
- Sulfito de sódio p.a., Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>.
- Inibidor de nitrificação 2-cloro-6 (tricloro-metil) piridina, p.a.
- Ácido glutâmico C<sub>5</sub>H<sub>9</sub>NO<sub>4</sub> p.a., com secagem prévia a 103 °C, por uma hora.
- Glicose p.a., C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>, com secagem prévia a 103 °C, por uma hora.

#### **DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO (DQO)**

A Demanda Química de Oxigênio (DQO) representa a quantidade de oxigênio necessária para oxidar totalmente as substâncias reduzidas de uma amostra, como no exemplo a seguir:

$$CH_3CH_2OH + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$$

$$H_2S + 2O_2 \rightarrow SO_3 + H_2O$$

No primeiro exemplo, pode-se verificar que a oxidação de 46 g de etanol consome 96 g de O2 ou, ainda, que uma solução de 46 mg/l de etanol apresenta DQO de 96 mg/l. Já para a oxidação de 34 g de sulfeto de hidrogênio, são demandadas 64 g de O2. Isso significa que uma solução contendo 34 mg/l de sulfeto de hidrogênio irá apresentar DQO de 64 mg/l.

#### MATERIAIS, REAGENTES E SOLUÇÕES Método da Hach – utilização de *kits* prontos

- · Reagentes.
- Reator DRB200 com poços de 13 mm.
- Liquidificador (duas velocidades).
- Pipeta.
- Pontas de pipeta.
- Suporte para tubos de ensaio.

#### Método espectrofotométrico com preparo de soluções oxidantes

- Aparato de filtração a vácuo: bomba de vácuo; funil tipo Büchner para membrana com diâmetro de 47 mm e kitassato de 250 ml com alongas de borracha para filtração ou conjunto de filtração a vácuo da Millipore® (Nalgene®) para membrana com diâmetro de 47 mm (para DQO solúvel).
- Agitador magnético e barra magnética.
- Balança analítica (precisão ± 0,0001 g).
- Bastão de vidro.
- Capela com exaustão.



- Centrífuga de bancada.
- Digestor de DQO.
- Dispensadores automáticos de 5 ml.
- Espectrofotômetro.
- Estufas a 60 °C e entre 103 °C e 105 °C.
- Membranas de microfibra de vidro com poros de 0,45  $\mu$ m ou 1,2  $\mu$ m, e diâmetro de 47 mm (para DQO solúvel).
- Balões volumétricos de 10 ml, 500 ml e 2.000 ml.
- Béquer de 100 ml.
- Erlenmeyer de 2.000 ml.
- Proveta de vidro graduada de 500 ml.
- Micropipetas de 200, 1.000 e 5.000 μL.
- Tubos de DQO (padrão HACH®).
- Tubos de centrifugação do tipo Falcon, de 50 ml.
- Sulfato de prata Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> P.A.
- Ácido sulfúrico concentrado H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> P.A.
- Sulfato de Mercúrio H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> P.A.
- Dicromato de Potássio K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> P.A.
- Hidrogenoftalato de potássio (KHP) C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>(COOH)COOK (202,22 g/mol) P.A.





# 18

# SISTEMA PRELIMINAR DE GRADEAMENTO



#### 18.1 OBJETIVO

O presente documento visa definir as exigências mínimas da Iguá Saneamento sobre as características técnicas e de operação para a aquisição de gradeamentos grosseiros, médios e finos para as Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), Estações de Tratamento de Água (ETAs) e Estações Elevatórias de Esgoto (EEEs) da companhia.

#### **18.2 GRADEAMENTO**

Gradeamento de estações de tratamento ou elevatórias integram o sistema preliminar no qual resíduos sólidos maiores (gradeamento grosso) e resíduos sólidos menores (gradeamento fino) são retidos por meio de barreiras físicas, de tal forma que todos os materiais em suspensão ficam obstruídos pelo equipamento.

Essa primeira filtragem faz com que o efluente esteja livre dos resíduos sólidos descartados na rede de esgoto. O sistema é, invariavelmente, composto de arranjos de gradeamentos com diferentes espaçamentos entre as barras de retenção ou ainda em associação com outros equipamentos para a remoção desses sólidos para fora do canal de tratamento.

#### 18.2.1 Tipos de gradeamento

#### **GRADEAMENTO GROSSEIRO**

São denominados gradeamentos grosseiros os equipamentos com espaçamentos entre barras, perfurações ou telas com dimensão igual ou superior a 30 mm (para a passagem de sólidos). Pode ser fornecido em "Gradeamento Estático Manual" ou "Gradeamento Multirrastelos". Outras tecnologias ofertadas deverão passar pela análise do corpo de Engenharia da Iguá Saneamento.

#### **GRADEAMENTO MÉDIO E FINO**

São denominados gradeamentos médios os equipamentos com espaçamentos entre as barras, perfurações ou telas contidas no intervalo inferior a 30 mm e superior a 15 mm (dimensão da passagem de sólidos). Os gradeamentos finos, por sua vez, têm espaçamentos inferiores a 15 mm.

Os gradeamentos médios e finos podem ser fornecidos como gradeamentos estáticos manuais, multirrastelos, gradeamentos de ganchos e telas perfuradas. A oferta de outras tecnologias deverá ser submetida à avaliação do corpo de Engenharia da Iguá Saneamento.

#### 18.2.2 Modelos de gradeamento

#### GRADEAMENTO ESTÁTICO MANUAL

O equipamento gradeamento estático manual é constituído por corpo de sustentação, sapatas e barras de retenção, e utilizado para a retirada de detritos do canal. Ele deverá ser utilizado na retenção de sólidos num determinado canal, onde "barras gradeadas" farão a retenção dos detritos. Sua limpeza será executada por meio de



rastelo manual (rodo de limpeza) fornecido em 304L ou AISI 316L e com cabo de sustentação em alumínio, para a diminuição de carga e a facilitação da movimentação do operado.

O equipamento deverá passar pelo processo de decapagem e passivação, que garante maior resistência à corrosão. Não poderá haver contaminação (óxido) proveniente de armazenamento ou de ferramentas de corte utilizadas anteriormente em material rico em carbono.

### ESCOPO E ITENS DE FORNECIMENTO DE GRADEAMENTO MANUAL Corpo/estrutura fixa

Composto por perfis laterais de aço inoxidável, em AISI 304L ou AISI 316L, autoportantes (mediante a apresentação de projeto). Atua como uma moldura de suporte à malha e de sustentação do equipamento. As sapatas são integradas ao corpo, assim como as grades de barras de retenção.

A espessura das chapas construtivas deverá ser entre 1/4" a 3/16", para que resistam aos esforços oriundos das ações de utilização do equipamento. Não deverá haver irregularidades, como deflexões, repuxos ou flexo-torções decorrentes do uso do equipamento.

A elaboração do projeto estrutural deverá ser validada por um memorial de cálculo, a ser enviado para a Iguá Saneamento. Nele, deverão ser demonstradas, minimamente, as cargas inqueridas, o dimensionamento por deflexão, a tensão e a flexo-torção, garantindo-se a resistência do equipamento.

Irregularidades, rugosidades e desalinhamentos, assim como deformações aparentes de repuxo de solda ou de uniões, serão itens de não conformidade e recusa do gradeamento.

#### **Grade de barras**

Deverá ser executada em perfis de aço inoxidável AISI 304L ou AISI 316L, de seção retangular, e parafusada à estrutura (corpo) da grade. Sua espessura mínima deverá estar contida entre 1/4" e 3/16". O distanciamento entre os referidos perfis retangulares irá determinar o espaçamento do gradeamento em 6 mm, retirando-se sólidos iguais ou de dimensões superiores do canal.

#### Rastelo manual

Deverá ser fornecido com o gradeamento um rastelo manual, constituído em AISI 304L e haste em alumínio, a fim de diminuir o peso do item. O rastelo manual deverá propiciar a limpeza das grades de barras do piso de operação do equipamento.

#### **Fixadores**

Parafusos, chumbadores e arruelas deverão ser em aço inoxidável AISI 304 ou AISI 316, e a porca sextavada, sempre, em AISI 316, para aumentar a resistência mecânica dos filetes. Os chumbadores poderão ser de aplicação química, com pistola e aplicador, dimensionados, e com seu registro disposto em acervo técnico enviado à Iguá Saneamento para aprovação.

#### Plaqueta de identificação

O equipamento deverá possuir uma plaqueta de identificação permanente com, no mínimo, informações de marca, modelo, número de série, capacidade de transporte, peso e garantia.





Layout ilustrativo do gradeamento manual estático

#### **GRADEAMENTO MULTIRRASTELOS**

Serve para a retirada de detritos do tipo rastelar, com barras que obstruem a passagem de sólidos do canal. Seu objetivo principal é a remoção das partículas sólidas do efluente para preservar os equipamentos subsequentes da linha de tratamento. A operação desse tipo de gradeamento implica a passagem de efluente através de um conjunto de barras espaçadas, no qual são contidos quaisquer detritos com dimensão igual ou superior ao do espaçamento das referidas barras.

O material sólido retirado pelo gradeamento será elevado pelas movimentações de diversos rastelos, com fixação em correntes laterais e roletes (movimentados por pares de engrenagens em cada lado do equipamento), para que os detritos sejam direcionados ao bocal de saída superior (bocal de saída), de onde serão destinados para a rosca transportadora de coleta ou a caçamba de descarte.

O movimento dos rastelos será promulgado por um motorredutor com fator de serviço (fs) igual ou superior a 1,2, disposto na parte superior do equipamento. Ao direcionar os detritos coletados para bocal de saída na parte superior do equipamento para retirada do processo, um rodo de limpeza irá retirar os particulados ainda presentes nos rastelos que, em seguida, retornarão, novamente, ao fundo do canal, completando sua orbita circular.

A concepção com engrenagens superiores e pistas de rolamento na parte inferior será igualmente aceita, mediante o envio de projeto para aprovação pelo corpo de Engenharia da Iguá Saneamento.

O sistema de limpeza do tipo braço articulado, presente próximo ao bocal de saída, deverá ser projetado para atender à retirada de detritos e à substituição da placa de contato com os sólidos presentes no tratamento, incluindo-se, também, a possibilidade de ajustes de posicionamento.



O corpo do equipamento deverá ser elaborado com características que garantam a resistência a abrasão do meio, assim como ações inerentes à função do gradeamento que possam danificar o corpo do equipamento e a sua estrutura. Estruturas tubulares adicionais no interior do equipamento (para estabilidade e rigidez) não serão aceitas, o que significa a necessidade de robustez do equipamento, exclusivamente, no corpo/estrutura fixa.

Deverá haver o monitoramento contínuo das principais características operacionais das grades, conforme descrição a seguir:

- Níveis nos canais a montante, para a medição da perda de carga.
- Indicativo de operação.
- Monitoramento do torque de operação.

A operação da grade poderá ser realizada das seguintes formas:

- Por acionamento manual diretamente no painel de comando ou por via remota.
- Por acionamento automático, no qual um temporizador (de tempo regulável e intervalo máximo de 60 minutos) irá operar o equipamento. O tempo de permanência ligado deverá ser comandado por outro temporizador regulável (com operação de 5 minutos). Em módulo automático, o equipamento entrará em operação por nível absoluto a montante de grade para se evitar o transbordamento do canal) ou por diferencial de nível, limitando-se a perda de carga no equipamento. Para essa operação em automático, deverão ser incluídos no escopo de fornecimento 2 sensores de nível do tipo ultrassônico, instalados para controle de nível do equipamento. O equipamento deverá passar pelo processo de decapagem e passivação, para garantir maior resistência à corrosão. Não poderá haver contaminação (óxido) proveniente de armazenamento ou de ferramentas de corte utilizadas anteriormente em material rico em carbono.

#### **ESCOPO E ITENS DE FORNECIMENTO GRADEAMENTO MULTIRRASTELOS**

A grade deverá ser fornecida com todos os componentes necessários para o seu funcionamento, conforme descrição a seguir:

#### Corpo/estrutura fixa

Composto por perfis laterais de aço inoxidável 304L ou 316L, autoportantes (mediante a apresentação de projeto). Atua como uma moldura de suporte à malha e de sustentação do equipamento. As sapatas deverão ser integradas ao corpo do equipamento, assim como as estruturas sustentadoras de mancais, as telas, o acionamento, o conjunto de engrenagens, o sistema de limpeza e o bocal de saída.

A espessura das chapas não poderá ser inferior a 1/8", para que resistam aos esforços de utilização do equipamento. Também não deverá haver irregularidades provenientes do uso de dimensional e de material incorreto, como deflexões, repuxos ou flexo-torções oriundos das ações de funcionamento do equipamento.

A elaboração do projeto estrutural deverá ser validada por um memorial de cálculo, a ser enviado à Iguá Saneamento. Nele, deverão ser demonstradas, minimamente, as cargas inqueridas, o dimensionamento por deflexão, a tensão e a flexo-torção, garantindo-se a espessura da estrutura e se respeitando a dimensão mínima de 1/4".



Irregularidades, rugosidades e desalinhamentos da calha do helicoide, assim como deformações aparentes de repuxo de solda ou de uniões, serão itens de não conformidade e recusa do equipamento.

#### Grade de barras

Deverá executada em perfis de aço inoxidável AISI 304L ou 316L, de seção retangular, e parafusada à estrutura (corpo) da grade. A espessura mínima não poderá ser inferior a 1/4". O distanciamento entre os referidos perfis retangulares irá determinar o espaçamento do gradeamento, conforme o projeto e a necessidade da Iguá Saneamento.

#### Conjunto de rastelos de limpeza

São responsáveis por tirar os resíduos filtrados e levá-los até a calha de descarga. A quantidade de rastelos deverá ser determinada pelo fabricante, de modo a garantir a eficiência operacional do equipamento, com limpeza da grade a cada 15 segundos, no máximo. Deverão, também, ser construídos em AISI 304L ou AISI 316L, com espessura mínima não inferior a 1/2".

Os dentes dos rastelos (cortes) deverão ser confeccionados para que se encaixem nas grades e, assim, possam limpar efetivamente a frente e os lados das barras, sem nenhum tipo de interferência ou desgaste.

#### Placa morta

Trata-se de chapa montada nas guias laterais da máquina para impedir que os sólidos removidos pelo rastelo caiam depois da grade fixa. A placa deverá ocupar o espaço entre o topo da grade fixa e o ponto de descarga dos sólidos retirados, com execução em aço inoxidável AISI 304/316L.

#### Soleira

É necessária para o posicionamento da grade fixa ao fundo do canal, com execução em aço inoxidável AISI 304L ou AISI 316L.

#### Conjunto de movimentação

Composto por correntes dispostas em roletes para a movimentação dos rastelos, com fixação por meio de elos no conjunto girante. As correntes deverão ser montadas em dois pares fabricados em AISI 420 (placas e eixos maciços), com posicionamento na lateral (cada corpo) do gradeamento. A movimentação deverá ocorrer por pares de engrenagens dispostos nas partes superior e inferior. Concepções com pista de roletes na parte inferior serão aceitas mediante a aprovação dos projetos pela Iguá Saneamento.

Os roletes de deslocamento do conjunto girante deverão ser em UHMW ou em material similar capaz de promover a movimentação sem atritos demasiados na estrutura da máquina. Os elos deverão ser fixados a esse conjunto, para que resistam às ações e aos esforços do processo, à turbulência do efluente e ao funcionamento do gradeamento em canal.

Os roletes/elos deverão ser fixados por cupilha, arruela-trava ou elemento similar, para que se garanta o pleno funcionamento do conjunto. A deterioração prematura da montagem desses elementos será de responsabilidade da contratada e de seu escopo, com manutenção sem ônus para a Iguá Saneamento e extensão do prazo de garantia do referido material.



A posição vertical do eixo motor deverá ser ajustável para regular a tensão das duas correntes laterais. Os mancais do eixo das rodas dentadas superiores terão rolamentos lubrificados por graxa, com lubrificadores automáticos por pressão convenientemente localizados no nível de operação. Os rolamentos deverão ter tampa de proteção nos mancais, para vedação contra os gases provenientes do efluente.

#### **Engrenagem (roda dentada)**

Deverá ser projetada em AISI 304L ou 316L, para que possa ser facilmente substituída caso haja algum dano. Assim, não deverá ser soldada ao eixo. As engrenagens estarão dispostas na partes superior e inferior do gradeamento, e constituídas apenas por pista de roletes (em detrimento da roda denta, na parte inferior do equipamento).

#### Malha da grade

Conjunto de barras com distância útil (área de passagem) entre os elementos. Deverá ser construída em aço inoxidável 304L ou 316L, para que haja a retenção dos sólidos com movimento rotacional ascendente constante, com transporte do detrito retido para fora do canal.

#### Elementos de vedação

Itens que garantem a vedação entre o corpo da máquina e as paredes laterais no canal do efluente (vedação lateral), para que não ocorra perda do efluente a ser gradeado. As borrachas deverão ser em nitrílica, NBR ou EPDM.

#### Bocal de saída

Direcionador destinado a promover a saída dos detritos gradeados para a rosca transportadora de coleta. A integração do bocal de saída do gradeamento e da entrada da rosca transportadora deverá ser feita em consonância com as características dos itens, independentemente de eles serem de um mesmo fornecedor ou de fornecedores distintos.

#### Plaqueta de identificação

O equipamento deverá ter uma plaqueta de identificação permanente com, no mínimo, informações sobre o fabricante, o ano de fabricação, o modelo, o número de série, a capacidade de transporte, o peso e a garantia. O conjunto de acionamento deverá possuir plaqueta própria com as informações de marca, modelo, número de série, potência, rotação de entrada e saída, redução, torque nominal, peso e garantia.

#### Mecanismo de limpeza

Trata-se de braço ou estrutura articulada com placa de borracha e/ou plástico de engenharia para a realização da retirada final dos detritos dos rastelos e destinação ao bocal de saída. A placa de raspagem deverá ter capacidade de troca e/ou de ajuste na remoção dos sólidos transportados. O retorno do braço de limpeza, após a passagem dos rastelos, não poderá gerar impacto ou barulho excessivos na máquina. Também não deverá utilizar dispositivos como amortecedores de impacto ou contrapesos.



#### **Fixadores**

São parafusos, chumbadores e arruelas, que deverão ser em aço inoxidável AISI 304, com porca sextavada em AISI 316, a fim de aumentar a resistência mecânica dos filetes.

#### Medidores de nível ultrassônicos

O gradeamento deverá contar com 2 medidores ultrassônicos, para aferição do tipo diferencial de nível do líquido a montante e a jusante do equipamento. Além da medição contínua do diferencial de nível, deverão fornecer o nível nos canais. A precisão terá de ser de +/- 2 mm + 0,117% da distância medida. *Range* da distância de medição será de 0 m a 2 m. Deverá ser considerado no escopo da proposta o fornecimento dos medidores, com suportes de instalação em aço inoxidável em AISI 304L para o sensor e o transmissor.

Os fabricantes aceitos, conforme *vendor list* da Iguá Saneamento são os seguintes: Conaut, Endress Hauser e Nivetec. A alimentação, a proteção e a integração de sinais desses equipamentos deverão estar previstos no painel da contratada. Também deverão ser previstas proteções de surto para sinal e força dos medidores.

#### Graus de proteção

As grades mecanizadas deverão ter equipamentos resistentes a líquidos com presença de sólidos e classe de proteção mínima IP 65 (resistente às intempéries e à prova de inundações) para todos os acionamentos. O grau de proteção sobre torque se dará por meio de dispositivos apropriados à explosão do tipo ATEX II 2G Ex ma II T6, com cabo de conexão de 10 m.

#### Painéis do equipamento

Os painéis das grades deverão ser fornecidos para que operem em conjuntos de gradeamento. Serão responsáveis pelo acionamento e controle dos motores. Também deverão ser fornecidos os periféricos necessários à limpeza, ao controle, à proteção etc. O fornecedor deverá entregar desenho orientativo para avaliação, assim como folha de dados de cada acionamento e todas as configurações, em consonância com a diretriz de elétrica e automação da Iguá Saneamento (DT-COR-AUT-001).

#### **GRADEAMENTO DE GANCHOS**

É o gradeamento de retirada de sólidos, com detenção de detritos realizada por ganchos unidos, de forma a caracterizar uma esteira contínua de filtragem do efluente. A retenção dos detritos deverá ser feita pelos ganchos da esteira, com os sólidos sendo conduzidos do fundo do canal para o compartimento da rampa de descarga (situados no cabeçote do equipamento). A descarga do material gradeado se dará no percurso dos ganchos (através da geometria dos ganchos e do percurso) e do conjunto de limpeza por escova rotativa.

Os ganchos deverão ser concebidos para que resistam às cargas hidráulicas dos canais de gradeamento, garantindo-se a retenção de sólidos nos espaçamentos solicitados pela Iguá Saneamento.

O corpo do equipamento deverá ser elaborado com características que garantam resistência à abrasão do meio e às ações inerentes ao desempenho do gradeamento que possam danificar o corpo do equipamento e a estrutura.



Estruturas tubulares adicionais no interior do equipamento, para estabilidade e rigidez, não serão aceitas. A robustez do equipamento deverá estar baseada, exclusivamente, no corpo/estrutura fixa.

O funcionamento poderá ser acionado por duas formas: pelo temporizador ajustável ou por um sensor diferencial de nível tipo radar, instalado a montante e jusante da grade. Esse sensor fará uma leitura do nível absoluto da grade (ajustado em campo), acionando os motorredutores de acionamento do cinturão filtrante e da escova rotativa. A bomba-d'água de alta pressão também deverá ser ligada nessa etapa, iniciando-se, assim, o processo de lavagem dos resíduos filtrados pela tela.

Na seção superior do equipamento, o cinturão filtrante realizará movimento curvo para direcionar os detritos peneirados na posição para descarte. O sistema de lavagem, abastecido por bomba de alta pressão, poderá ser desligado automaticamente por seu sistema de proteção, que atua a partir de uma chave de nível instalada no reservatório de água de lavagem. Com isso, o sistema será desligado caso se verifique a existência de um baixo nível de água no reservatório.

As principais características operacionais das grades deverão ser continuamente monitoradas, considerando-se os itens a seguir:

- Níveis nos canais a montante, para medição de perda de carga.
- Indicativo de operação.
- Monitoramento do torque de operação.

A operação da grade, por sua vez, poderá ser realizada de modo manual ou automático, das seguintes formas:

- Acionamento manual diretamente no painel de comando ou por via remota.
- Acionamento automático, no qual temporizador com tempo regulável e intervalo máximo de uma hora irá operar o equipamento. O tempo de permanência ligado deverá ser comandado por outro temporizador regulável, com tempo operação de 5 minutos. Em modulo automático, o equipamento entrará em operação por nível absoluto a montante de grade, de maneira a se evitar o transbordamento do canal, ou por diferencial de nível, limitando-se a perda de carga no equipamento. Para a operação em automático, o escopo de fornecimento deverá incluir 2 sensores de nível do tipo ultrassônico, instalados para controle de nível do equipamento.

O sistema de lavagem deverá ser abastecido por bomba de alta pressão. Ele poderá ser desligado automaticamente pelo sistema de proteção, que atua a partir de uma chave de nível instalada no reservatório de água de lavagem. Com isso, o sistema será desligado caso se verifique a existência de um baixo nível de água no reservatório.

O equipamento deverá passar pelo processo de decapagem e passivação, a fim de conferir maior resistência à corrosão. Não poderá haver contaminação (óxido) proveniente de armazenamento ou de ferramentas de corte utilizadas anteriormente em material rico em carbono.



#### ESCOPO E ITENS DE FORNECIMENTO GRADEAMENTO DE GANCHOS

A grade deverá ser fornecida com todos os componentes necessários para o seu funcionamento, conforme descrição a seguir:

#### Corpo/estrutura fixa

Composto por perfis laterais de aço inoxidável 304L ou 316L, autoportantes (mediante a apresentação de projeto). Atua como uma moldura de suporte à malha e de sustentação do equipamento. As sapatas deverão ser integradas ao corpo do equipamento, assim como as estruturas sustentadoras de mancais, as telas, o acionamento, o conjunto de engrenagens, o sistema de limpeza e o bocal de saída.

A espessura das chapas não poderá ser inferior a 1/8", para que resistam aos esforços de utilização do equipamento. Também não deverá haver irregularidades provenientes do uso de dimensional e de material incorreto, como deflexões, repuxos ou flexo-torções oriundos das ações de funcionamento do equipamento.

A elaboração do projeto estrutural deverá ser validada por um memorial de cálculo, a ser enviado à Iguá Saneamento. Nele, deverão ser demonstradas, minimamente, as cargas inqueridas, o dimensionamento por deflexão, a tensão e a flexo-torção, garantindo-se a espessura da estrutura e se respeitando a dimensão mínima de 1/4".

Irregularidades, rugosidades e desalinhamentos da calha do helicoide, assim como deformações aparentes de repuxo de solda ou de uniões, serão itens de não conformidade e e causa de recusa do equipamento.

#### Mecanismo de retenção dos detritos (cinturão filtrante)

Composto por ganchos fabricados em *nylon* + fibra de vidro, que deverão ser montados como esteira contínua sobre uma corrente fabricada em aço inoxidável AISI 304L/316L. Também faz parte do equipamento um conjunto de esticamento da corrente (com fusos roscados, engrenagens, eixo tubular e ponteiras maciças flangeadas) acoplado em mancais, com rolamentos autocompensadores blindados.

#### Mecanismo de limpeza da esteira

Formado por um conjunto acionador de transmissão do tipo correntes, com eixo maciço fabricado em aço inoxidável AISI 304L/316L e montado em mancal rolamentado autocompensador blindado, com fixação de escova do tipo rotativa, e cerdas fabricadas em plástico de engenharia.

#### Sistema de lavagem dos ganchos

Apresenta bomba de alta pressão, tubulação de interligação entre a bomba e a grade para pressurização dos bicos aspersores (localizados no topo do equipamento) e assepsia do cinturão filtrante.

#### Conjunto de movimentação

Composto por correntes dispostas em roletes para a movimentação dos rastelos, com fixação por meio de elos no conjunto girante. As correntes deverão ser montadas em 2 pares fabricados em AISI 420, 1 em cada lateral (cada corpo) do gradeamento. A movimentação deverá ocorrer por pares de engrenagens dispostos nas partes superior e inferior. O engrenamento inferior deverá ter mancal ou tubo distanciador estrutural do equipamento.

Os roletes de deslocamento do conjunto girante deverão ser em UHMW ou material similar capaz de promover a movimentação sem atritos demasiados na estrutura



da máquina. Os elos deverão ser fixados a esse conjunto, para que resistam às ações e aos esforços do processo, à turbulência do efluente e ao funcionamento do gradeamento em canal.

O conjunto deverá ser fixado por cupilha, arruela-trava ou elemento similar, para que se garanta o pleno funcionamento dos roletes/elos. A deterioração prematura da montagem desses elementos será de responsabilidade da contratada e de seu escopo, com manutenção sem ônus para Iguá Saneamento e extensão do prazo de garantia do referido material.

A posição vertical do eixo motor deverá ser ajustável para regular a tensão das duas correntes laterais. Os mancais do eixo das rodas dentadas superiores terão rolamentos lubrificadas por graxa, com lubrificadores automáticos por pressão convenientemente localizados no nível de operação. Os rolamentos deverão ter tampa de proteção nos mancais, para vedação contra os gases provenientes do efluente.

#### **Engrenagem (roda dentada)**

Deverá ser projetada em AISI 304L ou 316L, para que possa ser facilmente substituída caso haja algum dano. Assim, não deverá ser soldada ao eixo. As engrenagens estarão dispostas na partes superior e inferior do gradeamento, e constituídas apenas por pista de roletes (em detrimento da roda dentada, na parte inferior do equipamento).

#### Elementos de vedação

Itens que garantem a vedação entre o corpo da máquina e as paredes laterais no canal do efluente (vedação lateral), para que não ocorra perda de efluente a ser gradeado. As borrachas deverão ser em nitrílica, NBR ou EPDM.

#### Bocal de saída

Direcionador que promove a saída dos detritos gradeados para a rosca transportadora de coleta. A integração dos bocais de saída do gradeamento e de entrada da rosca transportadora deverá ser feita em consonância as características dos itens, independentemente de eles serem de um mesmo fornecedor ou de fornecedores distintos.

#### Plaqueta de identificação

O equipamento deverá ter uma plaqueta de identificação permanente com, no mínimo, informações sobre o fabricante, o ano de fabricação, o modelo, o número de série, a capacidade de transporte, o peso e a garantia. O conjunto de acionamento deverá possuir plaqueta própria com as informações de marca, modelo, número de série, potência, rotação de entrada e saída, redução, torque nominal, peso e garantia.

#### **Fixadores**

São parafusos, chumbadores e arruelas, que deverão ser em aço inoxidável AISI 304, com porca sextavada em AISI 316, a fim de aumentar a resistência mecânica dos filetes.

#### Medidores de nível ultrassônicos

O gradeamento deverá contar com 2 medidores ultrassônicos, para aferição do tipo diferencial de nível do líquido a montante e a jusante do equipamento. Além da medição contínua do diferencial de nível, deverão fornecer o nível nos canais.



A precisão terá de ser de +/- 2 mm + 0,117% da distância medida. O *range* da distância de medição será de 0 m a 2 m. Deverá ser considerado no escopo da proposta o fornecimento dos medidores, com suportes de instalação em aço inox em AISI 304L para o sensor e o transmissor.

Os fabricantes aceitos, conforme *vendor lis*t da Iguá Saneamento são os seguintes: Conaut, Endress Hauser e Nivetec. A alimentação, proteção e integração de sinais destes equipamentos devem estar previstos no painel da contratada. Devem ser previstas proteções de surto para sinal e força destes medidores.

#### Graus de proteção

As grades mecanizadas deverão ter equipamentos resistentes a líquidos com presença de sólidos e a classe de proteção mínima IP 65 (Resistente às intempéries e à prova de inundações) para todos os acionamentos. Grau de proteção contra sobre torque através de dispositivos apropriado explosão ATEX II 2G Ex ma II T6. Cabo conexão 10 m.

#### Painéis do equipamento

Os painéis das grades deverão ser fornecidos de forma a operar em conjuntos de gradeamento e acionarão e controlarão os motores, bem como os periféricos necessários para limpeza, controle, proteção etc. O fornecedor deverá entregar desenho orientativo para avaliação assim como folha de dados de cada acionamento e todas as configurações em consonância com a diretriz de elétrica e automação da Iguá Saneamento (DT-COR-AUT-001).



Layout ilustrativo do gradeamento de ganchos



#### **GRADEAMENTO DE TELAS PERFURADAS**

Gradeamento de retirada de sólidos finos em que a detenção de detritos é realizada através de placas perfuradas, configurando.-se um cinturão filtrante do efluente.

A retirada dos sólidos é feita através das telas perfuradas, a partir de onde os detritos retidos são conduzidos do fundo do canal para o compartimento da rampa de descarga, situados no cabeçote do equipamento. A descarga do material gradeado se dá no percurso que os ganchos fazem através da geometria dos ganchos e do percurso, assim como do conjunto de limpeza por escova rotativa.

As placas perfuradas deverão resistir às cargas hidráulicas dos canais de gradeamento, assim, como garantir a retenção de sólidos nos espaçamentos solicitados pela Iguá Saneamento (diâmetro dos furos).

O corpo do equipamento deverá ser elaborado com características que permitam a resistência à abrasão do meio, assim como ações inerentes à função do gradeamento que possam danificar o corpo do equipamento e sua estrutura. Estruturas tubulares adicionais no interior do equipamento para estabilidade e rigidez não serão aceitas, sendo necessária a robustez do equipamento presente exclusivamente no corpo/estrutura fixa.

As principais características operacionais das grades deverão ser continuamente monitoradas, conforme os itens a seguir:

- Níveis nos canais a montante, para medição de perda de carga.
- Indicativo de operação.
- Monitoramento do torque de operação.

A operação da grade poderá ser realizada de forma manual ou automática, das seguintes formas:

- Acionamento manual, diretamente no painel de comando ou por via remota.
- Acionamento automático, no qual temporizador com tempo regulável e intervalo máximo de uma hora irá operar o equipamento. O tempo de permanência ligado deverá ser comandado através de um outro temporizador regulável com tempo operação de 5 minutos. Em modulo automático o equipamento entrará em operação por nível absoluto a montante de grade, de maneira a evitar o transbordamento do canal ou por diferencial de nível, limitando a perda de carga no equipamento. Para esta operação em automático, deverá estar incluso no escopo de fornecimento dois sensores de nível tipo ultrassônico, instalados para controle de nível do equipamento.

O sistema de lavagem é abastecido por bomba de alta pressão e poderá ser desligado automaticamente pelo sistema de proteção, que atua a partir de uma chave de nível instalada no reservatório de água de lavagem. O sistema será desligado caso se verifique baixo nível de água no reservatório.

O equipamento deverá passar pelo processo de decapagem e passivação, a fim de conferir maior resistência à corrosão. Não poderá haver contaminação (óxido) proveniente de armazenamento ou ferramentas de corte utilizadas anteriormente em material rico em carbono.



### ESCOPO E ITENS DE FORNECIMENTO GRADEAMENTO TELAS PERFURADAS

A grade deve ser fornecida com todos os componentes necessários para o seu funcionamento, conforme conforme a descrição a seguir:

## Corpo/estrutura fixa

Composto por perfis laterais de aço inoxidável 304L ou 316L, autoportantes (mediante a apresentação de projeto). Atua como uma moldura de suporte à malha e sustentação do equipamento. As sapatas deverão ser integradas ao corpo do equipamento, assim como as estruturas sustentadoras de mancais, as telas, o acionamento de engrenagens, o sistema de limpeza e o bocal de saída.

A espessura das chapas não poderá ser inferior a 1/8", para que resistam aos esforços de utilização do equipamento. Também não deverá haver irregularidades provenientes do uso de dimensional e de material incorreto, como deflexões, repuxos ou flexo-torções oriundos das ações de funcionamento do equipamento.

A elaboração do projeto estrutural deverá ser validada por um memorial de cálculo, a ser enviado à Iguá Saneamento. Nele, deverão ser demonstradas, minimamente, as cargas inqueridas, o dimensionamento por deflexão, a tensão e a flexo-torção, garantindo- se a espessura da estrutura e se respeitando a dimensão mínima de 1/4".

Irregularidades, rugosidades e desalinhamentos da calha do helicoide, assim como deformações aparentes de repuxo de solda ou de uniões, serão itens de não conformidade e causa de recusa do equipamento.

## Tela filtrante (tela perfurada)

Conjunto fabricado em AISI 304L/316L, em que o diâmetro dos furos deverá ter a dimensão da retenção dos sólidos a serem contidos pelo cinturão filtrante que, pelo movimento constante rotacional ascendente, destinará os detritos ao transporte para forta do canal.

## Mecanismo de limpeza da esteira

Composto por um conjunto acionador de transmissão do tipo correntes, com eixo maciço fabricado em aço inoxidável AISI 304L/316L, montado em mancal rolamentado autocompensador blindado, com fixação de escova do tipo rotativa, com cerdas fabricadas em plástico de engenharia.

## Sistema de lavagem das telas

Composto por bomba de alta pressão e por tubulação de interligação entre a bomba e a grade que pressuriza bicos aspersores localizados no topo do equipamento que faz a assepsia do cinturão filtrante.

## Conjunto de movimentação

São correntes dispostas em roletes para movimentação dos rastelos, que deverão ser fixadas por elos ao conjunto girante. As correntes deverão ser montadas em 2 pares fabricados em AISI 420 (placas e os eixos maciços), um em cada lateral (cada corpo) do gradeamento. Sua movimentação deverá ocorrer por pares de engrenagens dispostos nas partes superior e inferior, onde o engrenamento inferior deverá ter mancal ou tubo distanciador estrutural do equipamento.

Os roletes de deslocamento do conjunto girante deverão ser em UHMW ou em material similar capaz de promover a movimentação sem atritos demasiados com a estrutura da máquina. Os elos deverão ser fixados a esse conjunto para que resistam



às ações aos esforços do processo, à turbulência do efluente e, igualmente, ao funcionamento do gradeamento em canal.

Os roletes/elos deverão ser fixados por cupilha, "arruela-trava" ou elemento similar que garanta o pleno funcionamento do conjunto. A deterioração prematura da montagem desses elementos será de responsabilidade da contratada e de seu escopo, com manutenção sem ônus para a Iguá Saneamento, e com extensão do prazo de garantia do referido material.

A posição vertical do eixo motor deverá ser ajustável para regular a tensão das duas correntes laterais. Os mancais do eixo das rodas dentadas superiores possuem rolamentos lubrificados por graxa, e possuem lubrificadores automáticos por pressão convenientemente localizadas no nível de operação. Os rolamentos possuem tampa de proteção nos mancais de modo que haja uma vedação contra os gases provenientes do efluente.

## **Engrenagem (roda dentada)**

Deverá ser projetada em AISI 304L ou 316L, para que possa ser facilmente substituída caso haja algum dano. Assim, não deverá ser soldada ao eixo. As engrenagens estarão dispostas na partes superior e inferior do gradeamento, e constituídas apenas por pista de roletes (em detrimento da roda dentada, na parte inferior do equipamento), mediante aprovação da Iguá Saneamento.

## Elementos de vedação

Itens que garantem a vedação entre o corpo da máquina e as paredes laterais no canal do efluente (vedação lateral) para não ocorrer perda de efluente a ser gradeado. As borrachas deverão ser em nitrílica, NBR ou EPDM.

#### Bocal de saída

Direcionador destinado a promover a saída dos detritos gradeados para a rosca transportadora de coleta. A integração do bocal de saída do gradeamento e da entrada da rosca transportadora deverá ser feita em consonância com as características dos item, independentemente de eles serem de um mesmo fornecedor ou de fornecedores distintos.

## Plaqueta de identificação

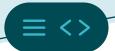
O equipamento deverá ter uma plaqueta de identificação permanente com, no mínimo, informações sobre o fabricante, o ano de fabricação, o modelo, o número de série, a capacidade de transporte, o peso e a garantia. O conjunto de acionamento deverá possuir plaqueta própria com as informações de marca, modelo, número de série, potência, rotação de entrada e saída, redução, torque nominal, peso e garantia.

## **Fixadores**

São parafusos, chumbadores e arruelas, que deverão ser em aço inoxidável AISI 304, com porca sextavada em AISI 316, a fim de aumentar a resistência mecânica dos filetes.

## Medidores de nível ultrassônicos

O gradeamento deverá contar com 2 medidores ultrassônicos, para aferição do tipo diferencial de nível do líquido a montante e a jusante do equipamento. Além da medição contínua do diferencial de nível, deverá fornecer o nível nos canais. A precisão terá de ser de +/- 2 mm + 0,117% da distância medida.



Range da distância deverá ser de 0 m a 2 m. Deverá ser considerado no escopo da proposta o fornecimento dos medidores, suportes de instalação em aço inoxidável em AISI 304L para o sensor e o transmissor.

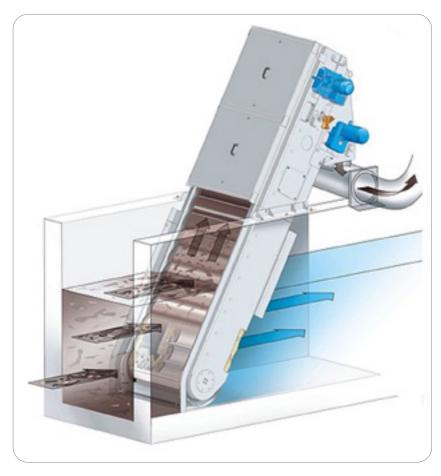
Os fabricantes aceitos, conforme *vendor list* da Iguá Saneamento, são os seguintes: Conaut, Endress Hauser e Nivetec. A alimentação, proteção e integração de sinais desses equipamentos deverão estar previstos no painel da contratada. Também deverão ser previstas proteções de surto para sinal e força dos medidores.

## Graus de proteção

As grades mecanizadas deverão ter equipamentos resistentes a líquidos, com presença de sólidos e classe de proteção mínima IP 65 (resistente às intempéries e à prova de inundações) para todos os acionamentos. O grau de proteção sobretorque se dará por meio de dispositivos apropriados à explosão do tipo ATEX II 2G Ex ma II T6, com cabo de conexão de 10 m.

## Painéis do equipamento

Os painéis das grades deverão ser fornecidos para que operem em conjuntos de gradeamento. Serão responsáveis pelo acionamento e controle dos motores. Também deverão ser fornecidos os periféricos necessários à limpeza, ao controle, à proteção etc. O fornecedor deverá entregar desenho orientativo para avaliação, assim como folha de dados de cada acionamento e todas as configurações, em consonância com a diretriz de elétrica e automação da Iguá Saneamento (DT-COR-AUT-001).



Layout ilustrativo do sistema gradeamento de telas perfuradas



## 18.3 FOLHA DE DADOS DE GRADEAMENTOS

Os gradeamentos para ETEs, ETAs e EEEs da Iguá Saneamento deverão ter em suas folhas de dados, minimamente (mas não somente), as informações descritas a seguir:

GRADEAMENTO		
Descritivo	Valor/referência	Unidade
Tipo de fluido	-	-
Vazão nominal (por grade)	-	I/s
Material	-	-
Espaçamento do gradeamento	-	-
Ângulo de instalação	=	Graus
Perda de carga decorrente do gradeamento	-	mm
Profundidade do canal	=	mm
Largura do canal	=	mm
Potência (quando aplicável)	=	kw
Tensão (quando aplicável)	=	Vac
Frequência (quando aplicável)	-	Hz
Fator de serviço (quando aplicável)	-	fs
Fabricante do acionamento (quando aplicável)	-	-
Inversor de frequência (quando aplicável)	_	pç
Quantidade de grades	-	cj



# 18.4 SISTEMA ELÉTRICO E DE AUTOMAÇÃO PARA GRADEAMENTO MECANIZADO (não aplicável para gradeamento manual)

Deverá ser fornecido um painel elétrico de comando para as grades mecanizadas. Ele deverá estar completo, com todos os componentes necessários para operação automatizada. As principais características técnicas deverão ser a seguintes:

Tensão: 380Vac entre fases.

• Frequência: 60 Hz.

• IP mínimo: 65.

• Material: aço inoxidável.

O painel deverá ser fornecido com todos os acessórios para instalação, consideradas as dimensões físicas disponíveis no local. As seguintes características deverão ser apresentadas na proposta técnica.

## Para cada grade

• Uma seletora local-remoto.

## Para cada acionamento

- Uma seletora manual-0-automático.
- Botoeiras de "liga" e "desliga".
- Leds de "ligado", "desligado" e "em falha".

Deverá ser prevista uma IHM para o painel principal (fabricante Schneider Electric), com dimensões e referência compatíveis com a solução a ser implementada.

Para os motores presentes na instalação, deverão ser previstos relés de monitoramento de sobretorque da Schneider Electric. Eles deverão atuar sempre que os equipamentos apresentarem sobrecarga e/ou travamento mecânicos nos circuitos de comando da partida, com sinalização para o Controlador Lógico Programável (CLP).

Deverá ser previsto 1 CLP para os controles e a programação de todos os equipamentos informados, com as lógicas de atuação, os comandos, os alarmes, a leitura de variáveis etc. O CLP deverá ser do fabricante Schneider Electric (minimamente, da linha M221 e código TM221CE40T).

Para os motores de cada grade, deverão ser previstos inversores de frequência com IHM na porta do painel (fabricante Schneider Electric, família Process, ATV630).

Todos os arquivos eletrônicos editáveis dos programas dos CLPs e das IHMs, nas suas últimas versões e sem senhas, deverão ser apresentados pela contratada, à unidade da Iguá Saneamento, na entrega definitiva da obra.

O funcionamento do equipamento poderá ser preestabelecido por meio de temporização ou de controle de nível. O painel deverá mostrar na IHM, no mínimo, as seguintes informações: horas de operação, sinais de falha e níveis de operação a montante e a jusante. Deverão ser incluídos, também, o meio de comunicação e a possibilidade de alteração/ajuste dos set-points via SCADA da ETE.



## 18.5 SINALIZAÇÕES E TELECOMANDOS NO SCADA/ SUPERVISÓRIO DO GRADEAMENTO MULTIRRASTELOS

#### **Alarmes**

- Alarme de falha de cada equipamento.
- Alarme de discordância de cada equipamento.

## Sinalizações/status

Para cada acionamento:

- Status "ligado" e "desligado".
- Seleção "manual" e "automático".

## Para o painel elétrico:

• Status local/remoto.

### **Telecomandos**

- Reset de falhas (retorna à posição "Não", via ladder, por temporização).
- Seleção local/remoto painel elétrico.
- Telecomando "liga" e "desliga" para cada motor elétrico.

Complementarmente, deverão existir ajustes, via telecomando, na velocidade do inversor de frequência da grade mecanizada e, também de *set-point* de atuação das grades. Para isso, deverão ser possíveis a leitura e a escrita nos próprios CLPs das máquinas (pelo CLP local da planta). A programação das máquinas deverá atender aos requisitos de comando, hierarquia de comando e revezamentos previstos neste documento.

## **18.6 DOCUMENTOS TÉCNICOS**

Após a confirmação do pedido da Iguá Saneamento, deverá ser fornecido desenho de locação, corte e detalhes, com informações que contemplem dados dimensionais, espessuras do material de confecção, dados do acionamento e fabricante, folha de dados de itens comerciais construtivos. Também deverão ser fornecidos o *layout* de referência da instalação, o detalhamento do conjunto de ligação (com o acionamento/motorredutor), a especificação e os detalhes de subconjuntos e o desenho de conjunto do equipamento, com informações sobre os elementos e fixadores.

Após a revisão prévia à aprovação, esse material deverá ser parte do *databook* do equipamento, assim como do plano de manutenção e lubrificação do gradeamento e dos diagramas e documentos inerentes à concepção elétrica do mecanismo.

Serão obrigatórios do fornecimento para os gradeamentos os seguintes itens: memoriais de cálculo, desenhos de montagem contemplando os elementos e as dimensões, o diagrama e o *layout* do painel elétrico (para gradeamentos mecanizados com acionamento), folha de dados e plano de inspeção e testes. Todos eles deverão ser enviados à Iguá Saneamento para conhecimento e aprovação, antes da confecção do equipamento. O não cumprimento dessa etapa do processo levará a empresa proponente à desclassificação, independentemente do aceite comercial da proposta.



Para gradeamentos motorizados com painel elétrico, deverão ser disponibilizadas as informações necessárias à parametrização do sistema de acionamento e à proteção do equipamento (quando da sua entrega). Também deverão ser entregues o manual de operação e o plano de manutenção e lubrificação do equipamento.

Juntamente com as propostas técnica e comercial, a proponente deverá apresentar os seguintes itens:

- Proposta de fornecimento, com prazo de entrega e garantia.
- Identificação dos modelos e das marcas de elementos mecânicos, elétricos e eletromecânicos (quando isso for aplicável).
- Identificação de todas as características que não atendam à especificação básica, bem como a indicação das características do elemento proposto para análise de atendimento ou não. Tais diferenças somente serão aceitas caso tenham características equivalentes ou superiores às dos elementos especificados após aprovação da equipe da Iguá Saneamento.

Após aprovação do pedido, deverão ser enviadas ao corpo de Engenharia da Iguá Saneamento todas as informações complementares, visando possibilitar a análise técnica do objeto proposto e dos itens descritos aqui, anteriormente.

## 18.7 INSPEÇÃO E ENSAIOS

Antes de sua entrega, o equipamento deverá passar por teste em fábrica, com a elaboração, ao final, de relatório assinado por técnico qualificado para aprovação prévia da Iguá Saneamento.

As soldas deverão apresentar cordão uniforme e sem poros e falhas, como trincas, penetração incompleto e respingos. As junções soldadas deverão ter acabamento superficial e estarem sem carepas.

O teste em fábrica do equipamento deverá considerar os seguintes itens:

- Integridade, se todos materiais e documentos exigidos acompanham o produto e se o material atende à especificação.
- Constituição e projeto, conforme projeto aprovado pelo corpo técnico da Iguá Saneamento.
- Certificado de matéria-prima do material que compõe o equipamento.
- Aspectos visuais e de qualidade e acabamento do produto.
- Comissionamento do material a ser entregue.
- Quantitativo do referido fornecimento.
- Testes de automação, atuação das proteções, telecomandos etc.



## **18.8 GARANTIAS**

As garantias a serem concedidas abrangerão todos os serviços prestados pela contratada. Dentre os diversos temas observados, destacam-se os seguintes:

- Na instalação e no *start-up* do equipamento, garantia da segurança dos envolvidos (equipes próprias, subcontratados, público em geral etc.). Para tanto, deverão ser providenciados os equipamentos de segurança (EPIs e EPCs), a sinalização, o isolamento e as atividades formais de SSO necessárias, incluindo a emissão de laudos e de relatórios mensais (PCMSO, PPRA e DDS).
- Respeito às legislações ambientais e às especificidades das licenças ambientais.
- Refazimento, sem ônus à contratante, das avarias encontradas na área por consequência das atividades desse escopo ou oriundas do transporte do equipamento.
- Utilização, apenas, de materiais/equipamentos inspecionados e liberados para aplicação.
- Cumprimento das normas de segurança (técnicas ou das legislações federal, estadual e municipal).
- Refazimento, sem ônus à contratante, das estruturas que não alcançarem os padrões de qualidade de execução estabelecidos nas Instruções Técnicas (ITs) e no Manual de Engenharia da Iguá (MEI).
- Assistência técnica de boa qualidade durante o prazo de garantia.
- Em caso do não cumprimento dos prazos estipulados, a contratada deverá aumentar o número de equipes para o devido atendimento, sem ônus à contratante.
- Limpeza regular das áreas de obras e manutenção do canteiro de obras quando da contratação da montagem dos gradeamentos.
- Apresentação, pela empresa contratada, de comprovante de recolhimento da Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), no CREA, de todo o corpo técnico.

# 18.9 CONDIÇÕES DE PÓS-FORNECIMENTO E TRANSPORTE

Após a aprovação do pedido pela Iguá Saneamento, será obrigatório que o proponente faça uma visita ao campo, para aferição dos dimensionais da instalação. Além disso, após as aquisições, deverá haver supervisão nas etapas de montagem e *start-up* dos equipamentos.

A montagem será realizada por empresa terceira contratada pela Iguá Saneamento ou por mão de obra da proponente, desde que isso esteja especificado no processo de orçamento e de aquisições.



A proponente deverá explicitar, ainda, os seguintes itens relacionados ao processo de supervisão e comissionamento:

- Quantidade de dias de colaborador para o comissionamento/start-up/montagem.
- Quantidade de colaboradores para realização do comissionamento/start-up/montagem.

No caso de montagem executiva, deverá ser elaborada planilha descritiva contendo o número de funcionários, o maquinário e o plano de instalação dos colaboradores.

As garantias a serem concedidas, no geral, referem-se aos serviços prestados pela contratada, com destaque para as seguintes iniciativas:

- Na instalação e no *start-up* do equipamento, garantia da segurança dos envolvidos (equipes próprias, subcontratados, público em geral etc.). Para tanto, deverão ser providenciados os equipamentos de segurança (EPIs e EPCs), a sinalização, o isolamento e as atividades formais de SSO necessárias, incluindo a emissão de laudos e de relatórios mensais (PCMSO, PPRA e DDS).
- Respeito às legislações ambientais e às especificidades das licenças ambientais.

O recebimento, pela Iguá Saneamento, não excluirá a responsabilidade da contratada pela solidez e pela segurança dos serviços e do fornecimento, bem como pela perfeita execução do contrato, dentro dos limites estabelecidos pela lei e/ou pelo contrato.

O produto será considerado entregue somente após o comissionamento e o acompanhamento de montagem dos gradeamentos. Caso seja solicitada operação assistida, a proponente deverá atender ao prazo vigente em contrato e às devidas obrigações legais asseguradas na fase de contratação dos serviços.

Os equipamentos deverão ser entregues na planta e no local indicados pela Iguá Saneamento e, resguardada alguma indicação contratual, tal condição deverá estar no escopo da proponente e nos valores descritos na fase de contratação e orçamento.



# 

SISTEMA PRELIMINAR
COMPACTO DE
TRATAMENTO
DE EFLUENTES



## 19.1 OBJETIVO

O presente documento define as exigências mínimas da Iguá Saneamento sobre as características técnicas e de operação visando à aquisição de Sistema Preliminar Compacto de Tratamento de Efluentes para as Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) da companhia.

# 19.2 SISTEMA PRELIMINAR COMPACTO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES

O Sistema Preliminar Compacto de Tratamento irá realizar a separação de sólidos e areia do efluente das estações de tratamento. A entrada do fluido ocorrerá a partir de uma caixa metálica, num local onde deverá ser instalada a peneira rotativa. O objetivo será possibilitar a entrada do efluente pela abertura frontal da área filtrante. Ao passar pela tela, o material sólido permanecerá retido.

Quando a quantidade de material retido começar a obstruir a tela, o nível hidráulico a montante se elevará, levando ao acionamento de um sistema de controle de nível, que fará o cilindro filtrante girar, colocando, automaticamente, uma nova área filtrante limpa na região do fluxo.

Com o giro do cilindro filtrante, a parte suja da tela poderá ser limpa, por meio de escovas e de jatos de água. Como resultado, o material sólido cairá em um coletor provido de rosca transportadora, que moverá os sólidos, por um duto, para fora da peneira, quando haverá o descarregado em caçamba de coleta, para destinação a aterro especializado.

Após o gradeamento, o líquido seguirá para uma caixa desarenadora em forma de canal, com secção transversal e adequada para facilitar a decantação. Durante o deslocamento do efluente ao longo do canal, a areia sedimentará, e será direcionada para o transportador helicoidal horizontal presente na extremidade inferior do referido tanque.

Periodicamente, o transportador deverá ser acionado automaticamente, realizando o deslocamento da areia sedimentada contra a corrente, para que a parte orgânica agregada seja removida.

No final do transportador horizontal, a areia será depositada em um coletor. Após essa etapa, será dirigida para fora do sistema por outro transportador helicoidal (instalado obliquamente inclinado a 35 graus em relação a horizontal). Com isso, ocorrerá a desidratação dos sólidos, que serão destinados à caçamba coletora de descarte de resíduos.

O efluente isento de sólidos grosseiros deverá ser destinado a uma lagoa de aeração, com seu nível hidráulico controlado por vertedor localizado na saída da caixa desarenadora. Caso a contratação seja feita com separador de gordura, os sopradores de ar industriais e a tubulação presente na caixa de desarenação promoverão, igualmente, a flotação do sobrenadante, para que haja a coleta por rapadores dispostos em um conjunto de correntes e roletes, com acionamento por motorredutor específico para a movimentação do sistema de retirada de gordura.



O ciclo de tratamento seguirá até ocorrer a necessidade de limpeza do peneiramento, que, por nível hidráulico ou temporizador, irá realizar a assepsia do equipamento por meio de bomba. Isso alimentará, com alta pressão, os bicos de limpeza dispostos pelo tambor da peneira rotativa.

O equipamento terá um sistema de limpeza que atuará nas seguintes áreas:

- Na região da tela onde os sólidos são retidos, para limpeza e retirada do material solúvel misturado com os sólidos.
- Na região onde o material é compactado (caixa de drenagem), para reduzir a quantidade dos sólidos solúveis durante a compactação. O sistema de limpeza será composto por bomba alternativa, com pressão de operação de até 30 bar, e por válvula de comando, que vai direcionar a água de limpeza para a região da filtragem ou da compactação, incluindo-se os componentes necessários para a interligação hidráulica entre a bomba e a peneira.

Será obrigatório o fornecimento de uma plataforma de acesso aos motores e aos redutores dos acionamentos da peneira rotativa e das roscas transportadoras. Essa plataforma deverá ser protegida por guarda-corpo, com escada de acesso. O projeto deverá ser encaminhado ao corpo de Engenharia da Iguá Saneamento, para aprovação. Todos os materiais necessários à implementação da plataforma e do guarda-corpo serão fabricados em inox AISI 304L ou aço carbono, com proteção superficial por meio de jateamento e pintura protetiva.

## **ESCOPO E ITENS DE FORNECIMENTO**

As unidades compactas de tratamento preliminar deverão ser compostas pelos seguintes itens:

## Sistema de peneiramento do tipo tambor rotativo

A peneira rotativa deverá ter tambor com chapa perfurada e dimensional, conforme solicitação do projeto, compreendido entre 1 mm e 10 mm e vazão conforme solicitada pelo corpo de Engenharia da Iguá Saneamento. Os roletes poderão ser em polipropileno ou plástico de engenharia. Eles irão tracionar o tambor rotativo. A instalação deverá contemplar um ângulo de 35 graus.

O corpo do equipamento e as demais partes deverão ser, igualmente, em aço inoxidável AISI 304L ou 316L (caso isso seja solicitado), exceto os equipamentos auxiliares como bombas, motores e medidor ultrassônico, com passagem pelo processo de passivação e decapagem.

A tensão de trabalho será a de operação da planta, e informada no processo de orçamento e contratação. Todos os motores/motorredutores deverão atender ao grau de proteção IP 65. A calha do peneiramento, por sua vez, deverá ter *bypass* para fora do equipamento, no caso de entupimento ou de necessidade operacional.

## Sistema automático de limpeza

Esse sistema atuará na região da tela, onde os sólidos serão retidos para limpeza e retirada do material solúvel misturado com os sólidos, e, igualmente, na região onde o material será compactado (caixa de drenagem), para a redução da quantidade dos sólidos solúveis durante a compactação.



O sistema de limpeza deverá ser composto por bomba com pressão de operação de até 30 bar, válvulas de comando que direcionam a água de limpeza para a região da filtragem ou da compactação e pelos componentes necessários à interligação hidráulica entre a bomba e a peneira, como tubulações, abraçadeiras, suportes e miscelânias necessárias.

## Caixa desarenadora e transportadores helicoidais de retirada de areia

As dimensões da caixa aerada deverão obedecer à norma NBR 12.209:2011, respeitando-se uma velocidade de escoamento longitudinal entre 0,20 m/s e 0,25 m/s, e um tempo de detenção, que garantirá a eficiência do equipamento, indicado como referência entre 225 segundos e 180 segundos.

O desarenador deverá ser aerado (com volume de ar injetável por difusores regulado pelo inversor de frequência do soprador de ar), entre 0,25 m³ e 0,75 m³/mim.m, cujo valor ótimo deverá ser verificado ao longo da operação, conforme determina a NBR 12.209:2011.

As chapas de construção da caixa desarenadora não poderão ter espessura inferior a 1/8". A aferição das dimensões deverá estar contemplada em memorial de cálculo, sujeito à aprovação da Iguá Saneamento. Na saída da caixa desarenadora, o equipamento deverá ter um vertedor, com possibilidade de ajuste do nível hidráulico.

Irregularidades, rugosidades e desalinhamentos na caixa desarenadora, assim como deformações aparentes de repuxo de solda ou de uniões, serão itens de não conformidade e objeto de recusa do equipamento. Deverá ser previsto dreno inferior para esgotamento do tanque.

O sistema de remoção de areia deverá apresentar eficiência mínima entre 95% e 90%, e o flange de saída e entrada e os demais itens da caixa de sedimentação (ou desarenadora) deverão ser construídos em AISI 304L ou 316L. Terão, ainda, de passar pelo processo de decapagem e passivação, para que se garanta maior resistência à corrosão. Além disso, não poderá haver contaminação (óxido) proveniente de armazenamento ou de ferramentas de corte utilizadas anteriormente em material rico em carbono.

## Transportadores helicoidais de retirada de areia

Os transportadores helicoidais serão fabricados em aço inoxidável AISI 304L ou 316L com constituição mancalizada. Os motores para acionamento do helicoide deverão ter grau de proteção IP-65; e as chapas do helicoide não deverão ser inferior a 1/4".

Irregularidades, rugosidades e desalinhamentos da calha do helicoide, assim como deformações aparentes de repuxo de solda ou de uniões, serão itens de não conformidade e objeto de recusa do equipamento. Ele deverá passar pelo processo de decapagem e passivação, para que se garanta maior resistência à corrosão. Além disso, não poderá haver contaminação (óxido) proveniente de armazenamento ou de ferramentas de corte utilizadas anteriormente em material rico em carbono.

## Bocais de saída para peneiramento e transportadores helicoidais

Os bocais deverão ser capazes de destinar os detritos para as caçambas de coleta, sem obstrução. Terão de ser confeccionados em AISI 304L ou, quando isso for solicitado, em AISI 316L.



## Plaqueta de identificação

O equipamento deverá ter uma plaqueta de identificação permanente com, no mínimo, informações sobre o fabricante, o ano de fabricação, o modelo, o número de série, a capacidade de transporte, o peso e a garantia. O conjunto de acionamento deverá ter plaqueta própria, com as informações de marca, modelo, número de série, potência, rotação de entrada e saída, redução, torque nominal, peso e garantia.

#### **Fixadores**

São parafusos, chumbadores e arruelas, que deverão ser em aço inoxidável AISI 304, com porca sextavada em AISI 316, para que se aumente a resistência mecânica dos filetes. Será aceito o fornecimento de chumbadores mecânicos ou chumbadores químicos, desde que entregues de forma completa, com ampola ou bisnaga química. Deverá ser parte do memorial do cálculo o dimensionamento do chumbador escolhido pela contratada, e submetido à aprovação da Iguá Saneamento.

## Medidores de nível ultrassônicos

Cada peneira do Sistema Preliminar Compacto de Tratamento de Esgoto deverá contar com medidores ultrassônicos, para aferição do tipo diferencial de nível do líquido. Além da medição contínua do diferencial de nível, deverá ser fornecido o nível nos canais. A precisão terá de ser +/- 2 mm + 0,117% da distância medida. *Range* da distância de medição será de 0 m a 2 m.

Deverá ser considerado no escopo da proposta o fornecimento dos medidores e dos suportes de instalação (em aço inox em AISI 304L) para o sensor e transmissor. Fabricantes aceitos, conforme *vendor list* da Iguá Saneamento, são os seguintes: Conaut, Endress Hauser e Nivetec.

A alimentação, a proteção e a integração de sinais desses equipamentos deverão estar previstos no painel da contratada. Também deverão ser previstas proteções de surto para sinal e força dos medidores.

## Painéis do equipamento

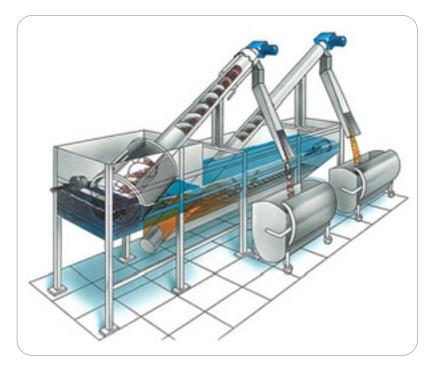
Os painéis dos equipamentos deverão acionar e controlar todos os motores, bem como os periféricos necessários para a limpeza, o controle e a proteção. O fornecedor deverá entregar desenho orientativo para avaliação, assim como a folha de dados de cada acionamento.

As roscas transportadoras de detritos (a ser adquirida do mesmo fornecedor ou de proponente diferente) deverão estar interligadas e automatizadas no painel elétrico de operação e no sistema de limpeza da peneira rotativa.

## Plataforma de acesso

O acesso aos motorredutores elevados (peneiras e roscas transportadoras) poderá ser fixo ou por meio de escada móvel, com guarda-corpo e plataforma. Deverá ser, preferencialmente, em AISI 304L ou, em casos aprovados pelo corpo de Engenharia da Iguá Saneamento, em aço inoxidável, com pintura protetiva.





Layout ilustrativo do Sistema Preliminar Compacto de Tratamento de Esgoto

## 19.2.1 Dados de operação e construtivos

Os Sistemas Preliminares Compactos de Tratamento de Esgoto para ETEs da Iguá Saneamento deverão ter em suas folhas de dados, minimamente (mas não somente), as informações descritas a seguir:

GRADEAMENTO POR TELAS PERFURADAS				
Descritivo	Valor / referência	Unidade		
Tipo de fluido	-	-		
Vazão nominal (por grade)	-	l/s		
Material	-	-		
Tratamento de superfícies	-	-		
Eficiência	-	%		



Granulometria	-	
Tempo de detenção	-	Segundos
Abertura da peneira rotativa	-	mm
Helicoide horizontal para retirada de areia	-	Graus
Helicoide inclinado para retirada de areia	-	Graus
Soprador de dutos de ar	-	mm
Tensão	-	Vac
Frequência	-	Hz
Fator de serviço (acionamento)	-	fs
Inversor de frequência	-	pç
Sistema de lavagem	-	cj
Escada de acesso	-	cj
Sistema de remoção de gordura	-	cj
Quantidade de equipamentos	-	cj



# 19.3 SISTEMA ELÉTRICO E DE AUTOMAÇÃO DO SISTEMA PRELIMINAR COMPACTO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES

Deverá ser fornecido um painel elétrico de comando para o Sistema Preliminar Compacto de Tratamento de Esgoto. Ele deverá contemplar os itens automação, controle e acionamento da peneira rotativa, transportadores helicoidais, medidores de nível e soprador completo, com todos os componentes necessários para uma operação automatizada, e atendendo, assim, à diretriz técnica da Iguá Saneamento DT-COR-AUT-001, cujas principais características técnicas deverão ser a seguintes:

• Tensão: 380Vac entre fases.

• Frequência: 60 Hz.

• IP mínimo: 65.

• Material: aço inoxidável.

O painel deverá ser fornecido com todos os acessórios para a instalação, consideradas as dimensões físicas disponíveis no local. As seguintes características deverão ser apresentadas na proposta técnica:

## Para cada grade

Uma seletora local-remoto.

### Para cada acionamento

- Uma seletora manual-0-automático.
- Botoeiras de "liga" e "desliga".
- Leds de "ligado", "desligado" e "em falha".

Deverá ser prevista uma IHM para o painel principal (fabricante Schneider Electric), com dimensões e referência compatíveis com a solução a ser implementada.

Para os motores presentes na instalação deverão ser previstos relés de monitoramento de sobretorque da Schneider Electric. Eles deverão atuar sempre que os equipamentos apresentarem sobrecarga e/ou travamento mecânicos nos circuitos de comando da partida, com sinalização para o Controlador Lógico Programável (CLP).

Deverá ser previsto um CLP para controles e a programação de todos os equipamentos informados, com as lógicas de atuação, os comandos, os alarmes, a leitura de variáveis etc. Este CLP deverá ser do fabricante Schneider Electric (minimamente, da linha M221 e código TM221CE40T).

Para os motores de cada grade, deverão ser previstos inversores de frequência com IHM na porta do painel (fabricante Schneider Electric, família Process, ATV630).

Todos os arquivos eletrônicos editáveis dos programas dos CLPs e das IHMs, nas suas últimas versões e sem senhas, deverão ser apresentados pela contratada à unidade da Iguá Saneamento, na entrega definitiva da obra.

O funcionamento do equipamento poderá ser preestabelecido por meio de temporização ou de controle de nível. O painel deverá mostrar na IHM, no mínimo, as seguintes informações: horas de operação, sinais de falha e níveis de operação a



montante e a jusante. Deverão ser incluídos, também o meio de comunicação e a possibilidade de alteração/ajuste dos *set-points* via SCADA da ETE.

A ETE Fartura contará com SCADA para supervisão e telecomandos. Nesse sentido, deverá ser considerada a integração total do CLP previsto na solução ao supervisório da planta, via CLP principal, por rede Ethernet/Modbus, considerando-se todas as leituras, os alarmes, os comandos etc.

Com a seletora do painel colocada em "remoto", deverão ser previstas as possibilidades de execução de telecomando.

A peneira rotativa, por sua vez, deverá ser controlada por inversor de frequência condizente com a potência do equipamento, e, também, o modelo e as características descritos na diretriz técnica DT-COR-AUT-001.

## 19.3.1 Sinalizações e telecomandos no SCADA/supervisório

## **Alarmes**

- Alarme de falha de cada equipamento.
- Alarme de discordância de cada equipamento.

## Sinalizações/status

Para cada acionamento:

- Status "ligado" e "desligado".
- Seleção "manual" e "automático".

Para o painel elétrico:

• Status local/remoto.

### **Telecomandos**

- Reset de falhas (retorna à posição "Não", via ladder, por temporização).
- Seleção local/remoto painel elétrico.
- Telecomando "liga" e "desliga" para cada motor elétrico.

Complementarmente, deverão existir ajustes, via telecomando, na velocidade do inversor de frequência da grade mecanizada, bem como no set-point de atuação das grades. Para isso, deverão ser possíveis a leitura e a escrita nos próprios CLPs das máquinas pelo CLP local da planta. A programação das máquinas deverá atender aos requisitos de comando, hierarquia de comando e revezamentos previstos neste documento.

## 19.4 DOCUMENTOS TÉCNICOS

Após a confirmação do pedido da Iguá Saneamento, deverá ser fornecido o desenho de locação, corte e detalhes, com informações que contemplem dados dimensionais, espessuras do material de confecção, dados do acionamento e fabricante, folha de dados de itens comerciais construtivos. Também deverão ser fornecidos o *layout* de referência da instalação, o detalhamento do conjunto de ligação (com o acionamento/motorredutor), a especificação e os detalhes de subconjuntos e o desenho de conjunto do equipamento, com informações sobre os elementos e fixadores.



Após a revisão prévia à aprovação, esse material deverá ser parte do *databook* do equipamento, assim como do plano de manutenção e lubrificação do gradeamento e dos diagramas e documentos inerentes à concepção elétrica do mecanismo.

Serão obrigatórios de fornecimento para o Sistema Preliminar Compacto de Tratamento de Esgoto os seguintes itens: memoriais de cálculo, desenhos de montagem contemplando todos os elementos e dimensões, diagrama e *layout* do painel elétrico, folha de dados, plano de inspeção e testes.

Todos eles deverão ser enviados à Iguá Saneamento para conhecimento e aprovação, antes da confecção do equipamento. O não cumprimento dessa etapa do processo levará a empresa proponente à desclassificação, independentemente do aceite comercial da proposta.

O painel elétrico deverá ser fornecido, de modo a disponibilizar as informações necessárias à parametrização do sistema de acionamento e à proteção do equipamento quando da sua entrega. Também deverão ser apresentados o manual de operação e o plano de manutenção e lubrificação do equipamento.

Juntamente com as propostas técnica e comercial, a proponente deverá apresentar os seguintes itens:

- Proposta de fornecimento, com prazo de entrega e garantia.
- Identificação dos modelos e das marcas de elementos mecânicos, elétricos e eletromecânicos (quando isso for aplicável).
- Identificação de todas as características que não atendam à especificação básica, bem como a indicação das características do elemento proposto para análise de atendimento ou não. Tais diferenças somente serão aceitas caso tenham características equivalentes ou superiores às dos elementos especificados após aprovação da equipe da Iguá Saneamento.

Após aprovação do pedido, deverão ser enviadas ao corpo de Engenharia da Iguá Saneamento todas as informações complementares, visando possibilitar a análise técnica do objeto proposto e dos itens descritos aqui, anteriormente.

## 19.5 INSPEÇÃO E ENSAIOS

Antes de sua entrega, o equipamento deverá passar por teste em fábrica, com a elaboração, ao final, de relatório assinado por técnico qualificado para aprovação prévia da Iguá Saneamento.

As soldas deverão apresentar cordão uniforme e sem poros e falhas, como trincas, penetração incompleto e respingos. As junções soldadas deverão ter acabamento superficial e estarem sem carepas.

O teste em fábrica do equipamento deverá considerar os seguintes itens:

- Integridade, se todos materiais e documentos exigidos acompanham o produto e se o material atende à especificação.
- Constituição e projeto, conforme projeto aprovado pelo corpo técnico da Iguá Saneamento.



- Certificado de matéria-prima do material que compõe o equipamento.
- Aspectos visuais e de qualidade e acabamento do produto.
- Comissionamento do material a ser entregue.
- Quantitativo do referido fornecimento.
- Testes de automação, atuação das proteções, telecomandos etc.

## **19.6 GARANTIAS**

As garantias a serem concedidas abrangerão todos os serviços prestados pela contratada. Dentre os diversos temas observados, destacam-se os seguintes:

- Na instalação e no *start-up* do equipamento, garantia da segurança dos envolvidos (equipes próprias, subcontratados, público em geral etc.). Para tanto, deverão ser providenciados os equipamentos de segurança (EPIs e EPCs), a sinalização, o isolamento e as atividades formais de SSO necessárias, incluindo a emissão de laudos e de relatórios mensais (PCMSO, PPRA e DDS).
- Respeito às legislações ambientais e às especificidades das licenças ambientais.
- Refazimento, sem ônus à contratante, das avarias encontradas na área por consequência das atividades desse escopo ou oriundas do transporte do equipamento.
- Utilização, apenas, de materiais/equipamentos inspecionados e liberados para aplicação.
- Cumprimento das normas de segurança (técnicas ou das legislações federal, estadual e municipal).
- Refazimento, sem ônus à contratante, das estruturas que não alcançarem os padrões de qualidade de execução estabelecidos nas nas Instruções Técnicas (ITs) e no Manual de Engenharia da Iguá (MEI).
- Assistência técnica de boa qualidade durante o prazo de garantia.
- Em caso do não cumprimento dos prazos estipulados, a contratada deverá aumentar o número de equipes para o devido atendimento, sem ônus à contratante.
- Limpeza regular das áreas de obras e manutenção do canteiro de obras quando da contratação da montagem dos gradeamentos.
- Apresentação, pela empresa contratada, de comprovante de recolhimento da Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), no CREA, de todo o corpo técnico.



## 19.7 COMISSIONAMENTO, MONTAGEM E SUPERVISÃO DE CAMPO

Depois da aprovação do pedido pela Iguá Saneamento, uma visita em campo será obrigatória ao proponente, para aferição dos dimensionais da instalação. Também será obrigatória, após as aquisições, a supervisão de montagem e do *start-up* dos equipamentos. A montagem no canal deverá ser feita por empresa terceira contratada pela Iguá Saneamento ou por mão de obra da proponente, desde que isso esteja especificado no processo de orçamento e aquisições.

A proponente deverá explicitar, ainda, os seguintes itens relacionados ao processo de supervisão e comissionamento:

- Quantidade de dias de colaborador para o comissionamento/start-up/montagem.
- Quantidade de colaboradores para realização do comissionamento/start-up/montagem.

No caso de montagem executiva, deverá ser elaboradora planilha descritiva contendo o número de funcionários, o maquinário e o plano de instalação dos colaboradores

As garantias a serem concedidas, no geral, referem-se aos serviços prestados pela contratada, com destaque para as seguintes iniciativas:

- Na instalação e no *start-up* do equipamento, garantia da segurança dos envolvidos (equipes próprias, subcontratados, público em geral etc.). Para tanto, deverão ser providenciados os equipamentos de segurança (EPIs e EPCs), a sinalização, o isolamento e as atividades formais de SSO necessárias, incluindo-se a emissão de laudos e de relatórios mensais (PCMSO, PPRA e DDS).
- Respeito às legislações ambientais e às especificidades das licenças ambientais.

# 19.8 CONDIÇÕES DE PÓS-FORNECIMENTO E TRANSPORTE

O recebimento, pela Iguá Saneamento, não excluirá, a responsabilidade da contratada pela solidez e pela segurança dos serviços e do fornecimento, bem como pela perfeita execução do contrato, dentro dos limites estabelecidos pela lei e/ou pelo contrato.

O produto será considerado entregue somente após o comissionamento e o acompanhamento de montagem dos gradeamentos. Caso seja solicitada operação assistida, a proponente deverá atender ao prazo vigente em contrato e às devidas obrigações legais asseguradas na fase de contratação dos serviços.

O equipamentos deverão ser entregues na planta e no local indicados pela Iguá Saneamento e, resguardada alguma indicação contratual, tal condição deverá estar no escopo da proponente e nos valores descritos na fase de contratação e orçamento.



# 20

PINTURA DE TUBULAÇÃO, TAMPAS E ACESSÓRIOS



## **20.1 OBJETIVO**

O presente documento visa definir as exigências mínimas relativas às especificações dos tratamentos de superfícies e de pintura, a serem consideradas para proteção de tubulações, conexões, válvulas e suportes metálicos e dos materiais contra ambientes corrosivos e oxidantes característicos das operações das Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), Estações de Tratamento de Água (ETAs) e Estações Elevatórias de Esgoto (EEEs) administradas pela Iguá Saneamento.

## 20.2 TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE E CONDIÇÕES GERAIS

O tratamento de superfícies deverá ser empregado em pinturas de tubos, conexões e suportes metálicos das linhas e dos processos das plantas da Iguá Saneamento.

Antes do preparo da superfície a ser pintada, será necessária uma inspeção visual do material, para a identificação dos pontos com vestígios de óleo, graxa, gordura e outros contaminantes que possam interferir no sistema de adesão da pintura.

Será de grande importância a identificação do grau de intemperismo da superfície, para que haja a correta remoção (níveis A, B, C ou D, de acordo com a norma ISO 8501-1 e processo de limpeza físico-química, conforme a NBR 15158).

O procedimento de tratamento de superfície para qualquer processo de pintura descrito no presente documento deverá ser o jateamento abrasivo padrão Sa 2  $\frac{1}{2}$ , conforme descrito na norma ISO 8501-1, e com perfil de rugosidade de 50  $\mu$ m a 100  $\mu$ m.

Caso haja uma impossibilidade técnica de ocorrer o jateamento abrasivo, devidamente justificada e aceita pela contratante, a preparação da superfície deverá ser realizada por ferramentas mecânico-rotativas como as do tipo wire bristle impact e rotary flap.

A contratada deverá adquirir as tintas de um dos seguintes fornecedores: WEG, Jotun, Vinci e Internacional. A utilização de outro fabricante deverá ter autorização prévia da contratante. Como ação, deverá ser feita limpeza entre demãos com água doce à pressão mínima de 3.000 psi. Caso haja a necessidade de retoques ou pequenos reparos na pintura existente, deverá ser repetido o procedimento de pintura de cada projeto de tubulação descrito no presente documento.

## Observação

Os responsáveis deverão estar atentos aos aspectos de compatibilidade entre as tintas usadas no retoque e aquelas utilizadas anteriormente.



# 20.3 PINTURA DE TUBULAÇÕES AÉREAS, SUBMERSAS, VÁLVULAS E TAMPAS EM AÇO CARBONO

A seguir, algumas orientações sobre como as tintas deverão utilizadas nos procedimentos de pintura:

#### Tinta de fundo

Aplicar duas demãos da tinta epóxi na espessura mínima de película seca de 100 µm por demão. Em seguida, deverá ser aguardado o tempo recomendado pelo fabricante para a repintura entre demãos. Para a situação de não se ter clareza sobre a especificação do fabricante, o intervalo para aplicação da segunda demão deverá ser de "seca ao toque", desde que operacionalmente possível, de até 120 horas.

### Tinta de acabamento

Aplicar uma demão de tinta de poliuretano acrílico/epóxi poliamida com espessura mínima de película seca de 120 µm.

# 20.4 PINTURA DE TUBULAÇÕES, TAMPAS E SUPERFÍCIES DE FERRO FUNDIDO

## **PREPARAÇÃO**

Para a realização do tratamento da superfície, a contratada deverá realizar a limpeza por ação físico-química (segundo as recomendações da NBR 15158) nas regiões contaminadas com óleo, graxa ou gordura. Após essa etapa, deverá ser feita a quebra de brilho por um dos seguintes processos:

- Jateamento abrasivo ligeiro com abrasivo inerte (100 psi) ou com ferramenta abrasiva adequada.
- Hidrojateamento com abrasivo (5 000 psi).
- · Lixamento manual leve.

Uma vez realizada a quebra do brilho, a contratada deverá realizar a pintura da peça. Para a sequência da pintura, deverão ser obedecidos os seguintes procedimentos, de acordo com o tipo de utilização das tintas:

## Tinta de fundo

Aplicar uma demão de tinta promotora de aderência de base epóxi, para que se forme sobre a superfície uma película com espessura mínima de 50 mm.

## Tinta de acabamento

Aplicar uma demão de tinta poliuretano acrílico/epóxi poliamida, com espessura mínima de película seca de 100 mm.



# 20.5 PINTURA E PROTEÇÃO PARA TUBULAÇÕES ENTERRADAS

A seguir, algumas orientações sobre como as tintas deverão utilizadas nos procedimentos de pintura:

#### Tinta de fundo

Como alternativa, aplicar duas demãos da tinta epóxi espessura mínima de película seca de 100 µm por demão. Em seguida, deverá ser aguardado o tempo recomendado pelo fabricante para a repintura entre demãos. Para a situação de não se ter clareza sobre a especificação do fabricante, o intervalo para aplicação da segunda demão deverá ser de "seca ao toque", desde que operacionalmente possível, de até 120 horas.

## **FITAS DE POLIETILENO**

As fitas deverão ser aplicadas continuamente em disposição helicoidal, removendo-se o filme antiaderente (quando existente), com uma tensão uniforme e sobreposição constante, a fim de que sejam evitadas rugas e bolsas de ar.

## APLICAÇÃO DA FITA ANTICORROSIVA

A fita deverá ser aplicada sobre o Primer (especificado pelo fabricante). A temperatura do duto deverá ser inferior a 50 °C. Sobre os cordões de solda circunferenciais e longitudinais, terá de ser aplicada uma fita anticorrosiva de 50 mm de largura, em toda extensão da solda, antes da aplicação do revestimento.

A fita deverá ser aplicada em uma única camada, com 53% de sobreposição. Durante a aplicação da fita, as emendas entre rolos deverão ser feitas das seguintes formas:

## Tubos com diâmetros nominais menores ou iguais a 200 mm (8")

Depois de terminado o rolo em uso, deverá ser levantada, aproximadamente, meia circunferência da fita aplicada no duto. Em seguida, a ponta do início do novo rolo deverá ser posicionada por baixo, para que se continue a aplicação da fita.

## Tubos com diâmetros nominais iguais ou maiores do que 250 mm (10")

Depois de terminado o rolo em uso, deverão ser levantados, aproximadamente, 300 mm da fita aplicada no duto. Em seguida, a ponta do início do novo rolo deverá ser posicionada por baixo, para que se continue a aplicação da fita.

## Aplicação da fita de proteção mecânica

A fita de proteção mecânica com adesivo deverá ser aplicada posicionada com sua linha de centro diretamente sobre a sobreposição da fita anticorrosiva, dispensando-se o uso de Primer. A fita deverá ser aplicada em uma única camada, com 53% de sobreposição.

A fixação das extremidades da fita de proteção mecânica, inclusive nas emendas, deverá ser feita com um anel circular de fita anticorrosiva de 50 mm de largura ou com a fita de proteção mecânica, numa operação executada com três voltas.



## **20.6 PINTURA DE ESTRUTURAS METÁLICAS E SUPORTES**

A seguir, algumas orientações sobre como as tintas deverão utilizadas nos procedimentos de pintura:

## Tinta de fundo

Aplicar duas demãos da tinta epóxi sem solventes tolerante a superfícies molhadas, conforme está especificado na norma Petrobras N-2680, e com espessura mínima de película seca de 150 µm por demão. O intervalo para aplicação da segunda demão deverá ser de "seca ao toque", desde que operacionalmente possível, de até 120 horas.

## Tinta de acabamento

Aplicar uma demão de tinta de poliuretano acrílico, conforme está especificado na norma N-2677, por meio de pistola sem ar ou trincha, com espessura mínima de película seca de 70 µm.

## 20.7 CORES-PADRÃO DE TUBULAÇÕES, TAMPAS E ACESSÓRIOS

TUBULAÇÕES	CORES DE REFERÊNCIA			
TAMPAS ACESSÓRIOS	SHERWIN WILLIAMS	INTERNATIONAL	PADRÃO	
Água bruta	Verde 600	Verde H-445	Munsell 10 GY 6/6	
Água clarificada	Verde 602	Verde C-382	Munsell 5 G 8/4	
Água de processo (ETA)	Verde 678	Verde X-99-U	Munsell 2,5 G 5/10	
Água de reúso (ETA)	Bege 751	Creme F-143	Munsell 10 YR 7/6	
Lodo (ETA)	Marrom 720	Marrom T-260	Munsell 2,5 YR 2/4	
Água de combate a incêndio	Vermelho 439	Vermelho-bombeiro	Munsell 6,43 R 4,52/12,55	
Coagulantes polímeros	Creme 775	Creme Claro U-89	Munsell 2,5 Y 9/4	
Ácidos/flúor	Laranja 350	Laranja C-244	Munsell 2,5 YR 6/14	
Alcalinizantes (cal, barrilha e hidróxido de sódio)	Púrpura 451	Púrpura M-32-T	Munsell 2,5 YR 6/14	
Cloro	Amarelo 300	Amarelo C-067	Munsell 2,5 Y 8/12	
Ar comprimido	Azul 500	Azul X-17-J	Munsell 2,5 PB 4/10	
Vácuo	Cinza 200	Cinza H-051	Munsell N8	
Gás liquefeito	Alumínio 800	Alumínio	Alumínio	



TUBULAÇÕES	CORES DE REFERÊNCIA			
TAMPAS ACESSÓRIOS	SHERWIN WILLIAMS	INTERNATIONAL	PADRÃO	
Esgoto bruto	Preto 700	Preto Y-999	Munsell N1	
Esgoto tratado	Bege 751	Creme F-143	Munsell 10 YR 7/6	
Lodo de esgoto	Marrom 720	Marrom T-260	Munsell 2,5 YR 2/4	
Salmoura	Branco 100	Branco 100	Branco 100	
Sulfato de alumínio	Laranja 350	Laranja C-244	Munsell 2,5 YR 6/14	
Drenagens externas	Verde 600	Verde H-445	Munsell 10 GY 6/6	
Água de serviço-esgoto	Bege 751	Creme F-143	Munsell 10 YR 7/6	
Válvulas/registros	Cor da tubulação	Cor da tubulação	Cor da tubulação	
Ventosas	Cor da tubulação	Cor da tubulação	Cor da tubulação	
Válvula de segurança e alívio	Alumínio 800	Alumínio	Alumínio 6	
Suporte de tubulação	Cinza 201	Cinza J-684	Munsell N6,5	
Tampa de acesso	Amarelo 300	Amarelo C-067	Munsell 5Y 8/12	

## Observação

As válvulas e os motores, quando fornecidos pelo fabricante em cores distintas do padrão acima estabelecido, deverão ter suas pinturas preservadas para que se mantenha a garantia do produto. Na reforma das instalações, as válvulas e os motores deverão ser pintados de acordo com o padrão e as cores estabelecidos.

