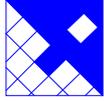




**MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL  
SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA**



**INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**



*FUNCATE - Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais*



**PROJETO DE TRANSPOSIÇÃO DE  
ÁGUAS DO RIO SÃO FRANCISCO PARA  
O NORDESTE SETENTRIONAL  
PROJETO BÁSICO**

**TRECHO II – EIXO NORTE  
R15 – DOSSIÊ DE LICITAÇÃO  
TOMO V – MONTAGEM**



*FUNCATE - Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais*

**TRECHO II – EIXO NORTE  
R15 – DOSSIÊ DE LICITAÇÃO  
TOMO V – MONTAGEM**

# **PROJETO TRANSPOSIÇÃO DE ÁGUAS DO RIO SÃO FRANCISCO PARA O NORDESTE SETENTRIONAL**

## **MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL**

### **Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica**

**Ministro de Estado da Integração Nacional: Fernando Luiz Gonçalves Bezerra**

Secretário de Infra-Estrutura Hídrica: Rômulo de Macedo Vieira

Coordenador Geral: João Urbano Cagnin

## **INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**

Diretor Interino: Volker W. J. H. Kirchhoff

## **FUNCATE – Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais**

Gerente: José Armando Varão Monteiro

Coordenador Técnico: Antônio Carlos de Almeida Vidon

Coordenador Técnico Adjunto: Ricardo Antônio Abrahão

Brasília, abril de 2001

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais - FUNCATE

Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional; Trecho II – Eixo Norte - R15 – Dossiê de Licitação – Tomo V – Montagem – São José dos Campos: Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais – FUNCATE, 2001.

38 p

1. Transposição de Águas; Engenharia.
- I. Trecho II – Eixo Norte – R15 – Dossiê de Licitação – Tomo V – Montagem

CDU 556.5:62

**FUNCATE:**

Av. Dr. João Guilhermino, 429, 11º Andar – Centro

São José dos Campos – SP

CEP: 12210-131

Telefone: (0XX 12) 325 1399 Fax: (0XX 12) 341 2829



**FUNCATE**

**Fundação de Ciência,  
Aplicações e Tecnologia  
Espaciais**

Projeto						Data	
Verificação						Data	
Aprovação						Data	
Aprovação						Data	
Código FUNCATE						Data	
EN.B/II.RF.OR.0006							
Rev.	Data	Folha	Descrição	Aprovação	FUNCATE		
					Data	Aprovação	

**PROJETO DE TRANSPOSIÇÃO DE ÁGUAS  
DO RIO SÃO FRANCISCO PARA O  
NORDESTE SETENTRIONAL  
*PROJETO BÁSICO***

**TRECHO II - EIXO NORTE  
R15 - DOSSIÊ DE LICITAÇÃO  
TOMO V - MONTAGEM**

# PROJETO TRANSPOSIÇÃO DE ÁGUAS DO RIO SÃO FRANCISCO PARA O NORDESTE SETENTRIONAL

## Equipe

**José Armando Varão Monteiro: Gerente**

**Antônio Carlos de Almeida Vidon: Coordenador Técnico**

**Ricardo Antônio Abrahão: Coordenador Técnico Adjunto**

**Akira Ussami: Chefe da Equipe de Geotecnia:**

*Geverson Luiz Machado – Engenheiro Civil*  
*Gislaine Terezinha de Matos – Engenheira Civil*  
*Newton Bitencourt Santos – Engenheiro Civil*

**Nobutugu Kaji: Chefe da Equipe de Geologia**

*Aloysio Accioly de Senna Filho – Geólogo*  
*Fábio Canzian – Geólogo*  
*José Frederico Büll – Geólogo*  
*Wilson Roberto Mori – Geólogo*  
*Fernando Bispo de Jesus – Técnico de Campo*  
*José Antonio Santos Subrinho – Técnico de Campo*

**Anibal Young Eléspuru: Chefe da Equipe de Hidráulica e Hidrologia**

*Giovanni Magnus Dantas Amaro – Engenheiro Civil*  
*Rafael Guedes Valença – Engenheiro Civil*  
*Sérgio Bianconcini – Engenheiro Civil*

**José Carlos Degaspere: Chefe da Equipe de Estrutura**

**José Ricardo Junqueira do Val: Chefe da Equipe de Orçamento e Planejamento**

*Roberto Lira de Paula – Engenheiro Civil*

**Ricardo Carone: Chefe da Equipe de Engenharia Mecânica**

**Sidnei Collange: Chefe da Equipe de Engenharia Elétrica**

**Sandra Schaaf Benfica: Chefe da Equipe de Produção**

*Aleksander Szulc – Projetista*  
*Antonio Muniz Neto – Projetista*  
*Carla Costa R. Pizzo Atvars – Projetista*  
*Florencio Ortiz Martinez – Projetista*  
*João Luiz Bosso – Projetista*  
*Leandro Eboli – Projetista*  
*Rubens Crepaldi – Projetista*  
*Ricardo Sanches - Desenhista*  
*Mônica de Lourdes Sampaio – Auxiliar Técnica*

## Infra Estrutura e Apoio

*Ana Julia Cristofani Belli – Secretária*  
*Maria Luiza Chiarello Miragaia – Secretária*  
*Célia Regina Pandolphi Pereira – Assistente Adm. Especializada*  
*Carlos Roberto Leite Marques – Assistente Administrativo*  
*Juliana Cristina Ribeiro da Silva – Técnica de Informática*  
*Jacqueline Oliveira de Souza – Auxiliar Administrativo*  
*Marcelo Pereira Almeida – Auxiliar Administrativo*  
*Priscila Pastore M. dos Santos – Auxiliar Administrativo*  
*Juliano Augusto do Rosário – Mensageiro*  
*Maria Aparecida de Souza – Servente*

## Consultores

*Francisco Gladston Holanda*  
*Luiz Antonio Villaça de Garcia*  
*Luiz Ferreira Vaz*  
*Nick Barton*



### APRESENTAÇÃO

O presente documento se constitui no Relatório R15 – DOSSIÊ DE LICITAÇÃO, parte integrante do **Projeto Básico do Trecho II – Eixo Norte**, referente ao PROJETO DE TRANSPOSIÇÃO DE ÁGUAS DO RIO SÃO FRANCISCO PARA O NORDESTE SETENTRIONAL, elaborado pela FUNCATE através do contrato INPE/FUNCATE nº 01.06.094.0/99.

O Projeto de Transposição está sendo desenvolvido com base no Convênio nº 06/97-MPO/SEPPE – celebrado entre o MINISTÉRIO DE INTEGRAÇÃO NACIONAL-MI e o MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA-MCT e seu INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS-INPE.

O **Projeto Básico do Trecho II – Eixo Norte** compõe-se dos seguintes relatórios:

- R1 Descrição do Projeto
- R2 Critérios de Projeto
- R3 Sistemas de Adução e Geração nos Reservatórios Jati e Atalho
- R4 Sistema Adutor – Canais, Aquedutos, Tomadas de Usos Difusos, Túneis e Estruturas de Controle
- R5 Barragens e Vertedouros
- R6 Bases Cartográficas
- R7 Sistema de Drenagem
- R8 Geologia e Geotecnia
- R9 Estudos Hidrológicos e Sedimentológicos
- R10 Sistemas de Supervisão, Controle e Telecomunicações
- R11 Modelo Hidrodinâmico e Esquema Operacional
- R12 Sistema Elétrico
- R13 Canteiros e Sistema Viário
- R14 Cronograma e Orçamentos
- R15 Dossiê de Licitação
  - TOMO I – Descrição dos Lotes
  - TOMO II – Especificação Civil e Normas de Medição e Pagamento
  - TOMO III – Especificação Elétrica
    - Parte 1 – Especificação Técnica Geral
    - Parte 2 – Sistema de Transmissão de Fonia e Dados
    - Parte 3 – Cabos de Fibra Ótica
    - Parte 4 – Sistema de Comunicação Via Satélite
    - Parte 5 – Sistema Digital de Supervisão e Contrôlo
  - TOMO IV - Especificação Mecânica
    - Parte 1 – Equipamentos Hidromecânicos
    - Parte 2 – Equipamentos de Levantamento
    - Parte 3 – Conduto
    - Parte 4 – Válvulas Dispersoras
    - Parte 5 – Uso Difuso
  - TOMO V - Montagem
- R16 Memoriais de Cálculo
- R17 Caderno de Desenhos



<b>ÍNDICE .....</b>	<b>PG.</b>
<b>MONTAGEM ELETROMECAÂNICA .....</b>	<b>1</b>
<b>1 . OBJETO E OBJETIVO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 . SERVIÇOS DE MONTAGEM INCLUÍDOS NO FORNECIMENTO .....</b>	<b>1</b>
2.1 Conjuntos Moto-Bombas e Equipamentos Associados .....	1
2.2 Equipamentos Hidromecânicos .....	1
2.3 Válvulas Dispersoras .....	1
2.4 Equipamentos de Elevação e Transporte .....	2
2.5 Conduitos Forçados .....	2
2.6 Peças Metálicas Diversas .....	2
2.7 Pintura .....	2
2.8 Sistema de Distribuição 13,8 kV .....	2
2.9 Montagem Elétrica das Estruturas de Controle, Estruturas de Derivação e Tomadas D'água de Uso Difuso .....	2
2.10 Demais Serviços, Materiais, Equipamentos e Sistemas Incluídos no Fornecimento .....	3
2.11 Desenhos de Referência .....	4
<b>3 . EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E SERVIÇOS EXCLUÍDOS DO FORNECIMENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>4 . GENERALIDADES .....</b>	<b>5</b>
<b>5 . SERVIÇOS DE MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO .....</b>	<b>6</b>
5.1 Objetivo .....	6
5.2 Mobilização .....	7
5.3 Instalações da CONTRATADA .....	7
5.3.1 Generalidades .....	7
5.3.2 Edificações da CONTRATADA .....	7
5.3.3 Áreas para Montagem .....	7
5.4 Locação da Obra .....	7
5.5 Desmobilização .....	7
<b>6 . EQUIPAMENTOS HIDROMECAÂNICOS E DE LEVANTAMENTO E VÁLVULAS DISPERSORAS .....</b>	<b>8</b>
6.1 Objetivo .....	8
6.2 Generalidades .....	8
6.3 Seqüência de Montagem .....	8
6.4 Tolerâncias Dimensionais de Forma e de Posição na Montagem .....	8
6.5 Procedimentos de Montagem .....	8
6.6 Soldas em Aço Carbono .....	8
6.7 Soldas em Aço Inoxidável .....	9
6.8 Aperto de Parafusos .....	10
6.9 Tubulações e seus Acessórios .....	11
6.10 Controle da Qualidade .....	11
6.11 Protocolos Dimensionais .....	12
6.12 Decapagem .....	12
<b>7 . CONDUTOS FORÇADOS .....</b>	<b>13</b>
7.1 Objetivo .....	13
7.2 Generalidades .....	13



## Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

7.3 Execução .....	14
7.4 Pintura.....	15
7.5 Controle .....	15
7.5.1 Generalidades.....	15
7.5.2 Certificação .....	16
<b>8 . BOMBAS E EQUIPAMENTOS ASSOCIADOS .....</b>	<b>16</b>
8.1 Objetivo.....	16
8.2 Generalidades .....	16
8.3 Montagem .....	16
8.3.1 Ferramentas e Dispositivos Especiais.....	16
8.3.2 Equipamentos de Elevação e Transporte.....	17
8.3.3 Soldagem.....	17
8.3.4 Montagem e Instalação .....	17
<b>9 . MOTORES E EQUIPAMENTOS ASSOCIADOS .....</b>	<b>18</b>
9.1 Objetivo.....	18
9.2 Generalidades .....	18
9.3 Montagem .....	18
9.4 Alinhamento e Nivelamento .....	18
9.5 Sistemas de Instrumentação e Dispositivos de Proteção do Motor.....	18
9.6 Ensaios dos Motores .....	18
9.7 Instrumentação dos Motores .....	19
<b>10 . SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO 13,8 KV .....</b>	<b>19</b>
<b>11 . SISTEMAS DE PROTEÇÃO, CONTROLE E SUPERVISÃO E DE AUXILIARES ELÉTRICOS. 19</b>	<b>19</b>
11.1 Objetivo.....	19
11.2 Generalidades .....	19
11.3 Equipamentos a serem Instalados.....	19
11.3.1 Sistema de Controle e Supervisão .....	19
11.3.2 Quadros de Corrente Alternada e de Corrente Contínua (se aplicável).....	20
11.3.3 Equipamentos de Comunicação.....	20
11.3.4 Sensores de Sistemas Auxiliares Mecânicos .....	20
11.4 Instalação .....	20
11.4.1 Cubículos e Painéis.....	20
11.4.2 Transformadores de Distribuição.....	20
11.4.3 Baterias (se aplicável).....	20
11.4.4 Sensores de Sistemas Auxiliares Mecânicos .....	21
<b>12 . INSTALAÇÕES ELÉTRICAS .....</b>	<b>21</b>
12.1 Objetivo.....	21
12.2 Escopo dos Serviços .....	21
12.3 Fios, Cabos e Acessórios .....	22
12.3.1 Geral .....	22
12.3.2 Instalação.....	22
12.4 Eletrodutos, Caixas e Acessórios .....	23
12.4.1 Geral .....	23
12.4.2 Instalação de Eletrodutos e Caixas Embutidas.....	24
12.4.3 Instalação de Eletrodutos Expostos .....	26
12.4.4 Instalação de Caixas Expostas.....	26



<b>12.5 Sistema de Iluminação.....</b>	<b>26</b>
<b>12.6 Tomadas Elétricas.....</b>	<b>27</b>
<b>12.7 Sistema de Aterramento .....</b>	<b>27</b>
12.7.1 Geral .....	27
12.7.2 Material .....	27
12.7.3 Instalação.....	28
<b>12.8 Sistema de Comunicações Internas .....</b>	<b>28</b>
<b>12.9 Compatibilidade Eletromagnética.....</b>	<b>28</b>
<b>12.10 Equipamentos Elétricos Diversos.....</b>	<b>29</b>
12.10.1 Geral.....	29
12.10.2 Motores .....	29
<b>13 . PEÇAS METÁLICAS DIVERSAS .....</b>	<b>29</b>
<b>13.1 Objetivo.....</b>	<b>29</b>
<b>13.2 Materiais .....</b>	<b>29</b>
<b>13.3 Qualidade de Execução .....</b>	<b>30</b>
13.3.1 Generalidades.....	30
13.3.2 Metais Ferrosos .....	30
13.3.3 Alumínio .....	31
13.3.4 Soldagem Elétrica .....	31
13.3.5 Pintura.....	31
<b>14 . PROTEÇÃO DE SUPERFÍCIES .....</b>	<b>31</b>
<b>14.1 Objetivo.....</b>	<b>31</b>
<b>14.2 Pintura.....</b>	<b>31</b>
14.2.1 Generalidades.....	31
<b>14.3 Preparo de Superfícies .....</b>	<b>32</b>
<b>14.4 Pintura – Aplicação das Tintas.....</b>	<b>32</b>
<b>14.5 Equipamentos e Materiais .....</b>	<b>32</b>
<b>14.6 Equipe de Pintura.....</b>	<b>33</b>
<b>14.7 Esquemas de Pintura.....</b>	<b>33</b>
<b>14.8 Testes de Aderência .....</b>	<b>33</b>
14.8.1 Geral .....	33
14.8.2 Pintura Completa.....	33
14.8.3 Retoque .....	34
14.8.4 Demão Suplementar .....	34
<b>14.9 Inspeções e Responsabilidades .....</b>	<b>34</b>
<b>14.10 Garantia .....</b>	<b>34</b>
<b>15 . SOLDAGEM .....</b>	<b>34</b>
<b>15.1 Objetivo.....</b>	<b>34</b>
<b>15.2 Preparação .....</b>	<b>34</b>
<b>15.3 Acabamento e Limpeza.....</b>	<b>35</b>
<b>15.4 Normas.....</b>	<b>35</b>
<b>15.5 Qualificação de Soldadores e Operadores.....</b>	<b>35</b>
<b>15.6 Ensaio Não Destrutivos .....</b>	<b>35</b>
15.6.1 Geral .....	35
15.6.2 Inspeção Visual.....	35
15.6.3 Gamagrafias.....	36
15.6.4 Outros Ensaio Não Destrutivos.....	36
<b>15.7 Reparos.....</b>	<b>36</b>



## Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

---

<b>15.8 Eletrodos para Solda .....</b>	<b>36</b>
<b>15.9 Pré-aquecimento das Chapas .....</b>	<b>37</b>
<b>15.10 Materiais e Equipamentos para o Pré-aquecimento das Chapas .....</b>	<b>37</b>



### **MONTAGEM ELETROMECÂNICA**

#### **1 . OBJETO E OBJETIVO**

O objeto desta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA é o Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional e o seu objetivo é a descrição geral dos serviços de montagem eletromecânica dos equipamentos e fornecimento de materiais gerais destinados às estruturas a serem construídas no Trecho II, Eixo Norte.

A presente ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA define as exigências da CONTRATANTE para o fornecimento de mão-de-obra, materiais, equipamentos, instalações e tudo o mais que se fizer necessário no canteiro de Obra para executar a descarga, armazenagem, transporte, pré-montagem, montagem, instalação, gamagrafia e pintura dos equipamentos, sistemas e materiais a seguir relacionados, bem como apoio à operação dos equipamentos nos testes e ensaios de aceitação, sob a supervisão dos Fabricantes e da CONTRATANTE.

#### **2 . SERVIÇOS DE MONTAGEM INCLUÍDOS NO FORNECIMENTO**

Estão incluídos no Fornecimento as atividades e os serviços de montagem, dos seguintes equipamentos, sistemas e materiais:

##### **2.1 Conjuntos Moto-Bombas e Equipamentos Associados**

- Nas Estações de Bombeamento de Uso Difuso, conjuntos moto-bombas do tipo eixo vertical, de poço úmido, conforme especificados no Tomo IV – Parte 5.

##### **2.2 Equipamentos Hidromecânicos**

- Nas Tomadas d'Água das futuras Usinas Hidroelétricas:
  - Grades metálicas removíveis para as aduções das Tomadas d'Água;
  - Comportas Vagão para fechamento de emergência e isolamento do túnel a jusante.
- Nas Estações de Bombeamento de Uso Difuso:
  - Grades metálicas removíveis para as aduções das Estações de Bombeamento;
  - Comportas Ensecadeiras para isolamento dos poços úmidos.
- Nas Estruturas de Controle de Superfície:
  - Comportas Segmento acionadas por servomotores óleo-hidráulicos para controle dos níveis dos reservatórios;
  - Comportas Ensecadeiras para isolamento e manutenção das comportas segmento.
- Nas Tomadas d'Água de Uso Difuso de Canal:
  - Grades metálicas removíveis para as aduções das Tomadas d'Água;
- Nas Tomadas d'Água de Derivação:
  - Grades metálicas removíveis para as aduções das Tomadas d'Água;
  - Comportas ensecadeiras para isolamento e manutenção do conduto a jusante.

Os equipamentos hidromecânicos encontram-se descritos e especificados no Tomo IV – Parte 1 e Parte 5.

##### **2.3 Válvulas Dispersoras**



## Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

---

- Válvulas dispersoras e complementos para as Barragens de Jati e Atalho e para as Tomadas d'Água de Derivação, conforme descritos e especificados no Tomo IV – Parte 4.

### 2.4 Equipamentos de Elevação e Transporte

- Pórticos Rolantes das Tomadas d'Água das futuras Usinas Hidroelétricas, completos, com alimentação elétrica e acessórios, caminho de rolamento, batentes e equipamentos de controle;

Os equipamentos de levantamento e transporte encontram-se descritos e especificados no Tomo IV – Parte 2.

### 2.5 Conduitos Forçados

- Conduitos forçados, acessórios e complementos para as futuras Usinas Hidroelétricas, conforme descritos e especificados no Tomo IV – Parte 3;
- Conduitos forçados, acessórios e complementos para as Estruturas de Derivação e de Uso Difuso, conforme descritos e especificados no Tomo IV – Parte 5.

### 2.6 Peças Metálicas Diversas

- Aço estrutural (passarelas, corrimãos, guarda-corpos, escadas, vigas, reforços, quadros, molduras, tampas, grelhas, etc., conforme apresentado nos desenhos anexos a essa ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA);
- Postes e acessórios de alumínio fundido;
- Fixadores de alumínio (tirantes, parafusos e porcas);
- Chumbadores, porcas e arruelas de aço galvanizado;
- Chapas metálicas galvanizadas;
- Parafusos, porcas e barras de aço resistente à corrosão;
- Parafusos, porcas e arruelas de aço de alta resistência.

### 2.7 Pintura

Jateamento, pintura e retoques de todos os equipamentos e sistemas previstos, acima relacionados, a serem executados na Obra.

### 2.8 Sistema de Distribuição 13,8 kV

- Estrutura de linha de distribuição em 13,8 kV para alimentação das Estruturas de Controle, Tomadas D'Água de Uso Difuso e Estruturas de Derivação;

### 2.9 Montagem Elétrica das Estruturas de Controle, Estruturas de Derivação e Tomadas D'água de Uso Difuso

Nas estruturas de controle, estruturas de derivação e tomadas d'água de uso difuso deverão ser montados os seguintes equipamentos e sistemas:

- Sistema de comando, controle e supervisão (apresentado no relatório 11);
- Sistema de telecomunicação (apresentado no relatório 11);
- Transformador de distribuição 13.800-380/220 V;
- Sistema de distribuição de corrente alternada
- Sistema de distribuição de corrente contínua (se aplicável)



## Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

---

- Sistema de iluminação;
- Sistema de fiação e vias de cabos;
- Sistema de aterramento;
- Sistema de proteção atmosférica.

A quantidade de cada tipo de estrutura de controle, estruturas de derivação, tomadas d'água de uso difuso e os equipamentos e sistemas a serem montados estão indicados nos desenhos e especificações técnicas de referência.

### **2.10 Demais Serviços, Materiais, Equipamentos e Sistemas Incluídos no Fornecimento**

Salvo onde expressamente mencionado em contrário no Contrato, a CONTRATADA deverá fornecer toda mão-de-obra, materiais, suprimentos, instalações, ferramentas, instrumentos, equipamentos de montagem, administração, supervisão e tudo o mais que for necessário para a execução satisfatória do Contrato. Isto inclui, sem a eles se limitar, os seguintes itens:

1. Apresentação, para aprovação, dos processos e métodos para a montagem e instalação dos equipamentos, sistemas e materiais sob este Contrato.
2. Apresentação, para aprovação, do cronograma de execução dos serviços e suas atualizações periódicas, conforme estipulado nos Documentos de Contrato.
3. Preparação e manutenção, das áreas de fabricação e armazenamento da CONTRATADA.
4. Construção de todos os depósitos e galpões necessários para armazenar apropriadamente todos os equipamentos permanentes listados até bem como, todos os materiais de construção, equipamentos e ferramentas.
5. Construção de todas as edificações temporárias, tais como, oficinas e escritórios que julgar necessários.
6. Descarga, armazenamento, guarda e controle dos materiais, sistemas e equipamentos permanentes, após a entrega pela CONTRATANTE, no canteiro da Obra.
7. Inspeção dos materiais, sistemas e equipamentos permanentes após a sua chegada no canteiro da Obra e/ou entrega pela CONTRATANTE, comunicando por escrito à CONTRATANTE, quaisquer danos ou deficiências observadas.
8. Carregamento e transporte dos materiais e equipamentos permanentes, dos locais de armazenamento na obra para as áreas de montagem.
9. Fornecimento de (1) um ou mais guindastes móveis, com capacidades nominais a serem fixadas pela CONTRATADA, para a realização das montagens dos pórticos das Tomadas d'Água das futuras Usinas Hidroelétricas, respectivos condutos forçados, e todos os demais equipamentos previstos nos itens 2.2 a 2.7, desta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA.
10. Executar as instalações de apoio e fornecer os materiais e equipamentos de uso temporário, necessários à realização dos testes e ensaios dos equipamentos e sistemas.
11. Fornecimento, instalação e remoção de todos os suportes e reforços temporários, que se tornem necessários para suportar firmemente no lugar os equipamentos, sistemas e materiais permanentes, e impedir a deformação durante o transporte na Obra, montagem, instalação, soldagem e concretagem.
12. Fornecimento e aplicação dos materiais necessários, para o travamento das peças fixas de segundo estágio ou para o travamento de quaisquer outros equipamentos, e que não serão recuperados.



## Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

---

13. Fornecimento de todos os eletrodos e mão-de-obra necessários para a soldagem dos suportes e reforços, temporários ou não, durante a montagem e instalação dos materiais, sistemas, peças fixas e equipamentos permanentes.
14. Fornecimento de toda a mão-de-obra necessária para a junção de componentes dos sistemas, peças fixas e equipamentos permanentes a serem montados e ou soldados no campo, conforme estipulado nas respectivas Especificações Técnicas.
15. Fornecimento de todos os gases necessários à execução de soldas executadas por processos cujo arco seja protegido por atmosfera gasosa.
16. Fornecimento de todos os fluxos necessários à execução de soldas executadas por processos de arco submerso.
17. Fornecimento dos eletrodos de corte (carvão) necessários.
18. Fornecimento de todos os equipamentos, materiais e mão-de-obra necessário para o pré-aquecimento das chapas para a soldagem e conexões com os condutos, se aplicável.
19. Fornecimento dos materiais de consumo, incluindo, porém não se limitando, a compostos de vedação, lubrificantes de rosca, estopa, composto anti-aderente, solda branca e outros materiais do gênero.
20. Fornecimento das engraxadeiras, bombas de graxa e outras ferramentas necessárias para a lubrificação inicial das peças ou para o enchimento inicial dos sistemas hidráulicos a óleo.
21. Realização de ensaios não destrutivos, utilizando gamagrafia, ultra-som, partículas magnéticas (*magnaflux*) e líquido penetrante (*dye test*) em todas as soldas de campo.
22. Mão-de-obra auxiliar para os ensaios de campo e de comissionamento dos equipamentos, sempre que solicitado pela CONTRATANTE.
23. Fornecimento das tintas e diluentes, previstos nas especificações para serem executados no campo, granalha de aço, preparação de superfície e execução de pintura, onde especificado.
24. Realização de testes nos sistemas de tubulações.

### 2.11 Desenhos de Referência

Os desenhos relacionados a seguir complementam e fazem parte desta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA:

- EN.B/II.DS.EL.0001 - Serviços Auxiliares de CA – Legenda;
- EN.B/II.DS.EL.0002 a EN.B/II.DS.EL.0005 e EN.B/II.DS.EL.0008 — Tomadas de Uso Difuso - Serviços Auxiliares de CA – Diagrama Unifilar 13.800/380 V - QDUD;
- EN.B/II.DS.EL.0006 e EN.B/II.DS.EL.0008 – Reservatórios - Serviços Auxiliares de CA – Diagrama Unifilar 13.800/380 V - QDRE;
- EN.B/II.DS.ME.0006 – Usos Difusos – Tomada d`Água Para 0,1 m<sup>3</sup>/s De Canal Em Corte – Arranjo Geral.
- EN.B/II.DS.ME.0007 – Usos Difusos – Tomada d`Água Para 0,2 m<sup>3</sup>/s De Canal Em Corte – Arranjo Geral.
- EN.B/II.DS.ME.0008 – Usos Difusos – Tomada d`Água Para 0,5 m<sup>3</sup>/s De Canal Em Corte – Arranjo Geral – Plantas.



## Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

---

- EN.B/II.DS.ME.0009 – Usos Difusos – Tomada d'Água Para 0,1 m<sup>3</sup>/s De Canal Em Corte – Arranjo Geral – Cortes.
- EN.B/II.DS.ME.0010 – Usos Difusos – Tomada d'Água Para 0,1 m<sup>3</sup>/s, 0,2 m<sup>3</sup>/s, e 0,5 m<sup>3</sup>/s De Canal Em Aterro – Arranjo Geral.

### 3 . EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E SERVIÇOS EXCLUÍDOS DO FORNECIMENTO

Estão excluídos do Fornecimento os seguintes itens:

- Obras civis;
- Peças fixas do 1º estágio de concretagem

### 4 . GENERALIDADES

A CONTRATADA deverá empregar métodos para a montagem e dispor de meios e/ou dispositivos para transporte dos equipamentos a instalar, que não interfiram com os equipamentos que a Empreiteira Civil utilizará para lançamento de concreto.

Todo equipamento ou sistema permanente, a ser montado nas Estações de Bombeamento e demais estruturas hidráulicas, será entregue à CONTRATADA pela CONTRATANTE e deverá ser descarregado, armazenado e estocado no almoxarifado e áreas de estocagem da CONTRATADA. A CONTRATADA deverá providenciar alimentação elétrica na tensão de 220 V, fase-neutro, para alimentação das resistências de aquecimento dos equipamentos de estufa para eletrodos, enquanto estes estiverem sob sua responsabilidade, antes da montagem. A CONTRATADA será responsável pelo projeto, construção, manutenção e remoção, de todos os depósitos e instalações temporários.

Serão fornecidos à CONTRATADA certas ferramentas especiais, dispositivos de levantamento, macacos, amarras e suportes de montagem, a serem usados na montagem. Não será permitido à CONTRATADA usar quaisquer ferramentas de manutenção fornecidas pelo Fabricante. Todas as outras ferramentas, eslingas, dispositivos de levantamento, medidores, instrumentos, chumbadores, dispositivos para centrar, aranhas, andaimes, equipamentos e materiais diversos necessários aos serviços de montagem, deverão ser fornecidos pela CONTRATADA. Sempre que forem considerados necessários, para efeito de rigidez ou resistência, os dispositivos para centrar, incluindo aranhas e similares, torres e andaimes tubulares, deverão ser de aço.

Por ocasião da entrega à CONTRATADA, os equipamentos, sistemas e respectivos mecanismos já terão sido, dentro das possibilidades, pré-montados pelos Fabricantes, suas dimensões verificadas na medida do praticável, seus componentes marcados para a montagem e, onde aplicável, ensaiados quanto à operação correta.

A CONTRATADA deverá executar nos equipamentos e sistemas as ajustagens de campo que se façam necessárias, para assegurar sua operação satisfatória após a instalação.

Os materiais, métodos e padrão técnico de execução empregados na instalação e montagem deverão estar em estrita concordância com a presente ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA e com as instruções dos fabricantes, em especial quanto às tolerâncias de montagem indicadas.

As tolerâncias de montagem a serem obedecidas serão indicadas pelo Fabricante do equipamento.

Os Fabricantes dos equipamentos de maior porte, proverão os serviços de Supervisores de Montagem experientes, os quais orientarão a CONTRATADA em concordância com a CONTRATANTE, quanto aos métodos, processos e precauções a serem seguidos na montagem, instalação e ensaios dos referidos equipamentos e sistemas.



## Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

---

A CONTRATANTE fornecerá os lubrificantes do tipo e qualidade adequados para as peças móveis dos equipamentos, bem como os fluídos hidráulicos para uso nos sistemas de pressão. A CONTRATADA deverá lubrificar meticulosa e efetivamente todas as peças do equipamento, onde necessário, da maneira recomendada pelos Fabricantes e deverá introduzir os fluídos hidráulicos nos sistemas de pressão, de acordo com as instruções dos Fabricantes.

Todas as engraxadeiras, bombas de graxa e outras ferramentas não fornecidas com o equipamento, mas necessárias para a lubrificação inicial das peças ou para o enchimento inicial dos sistemas hidráulicos a óleo, deverão ser fornecidas pela CONTRATADA e permanecerão de sua propriedade.

Todas as juntas, ligações e vedações em que possam ocorrer vazamentos devido à inexatidão ou esforços de montagem, deverão ser testados quanto à estanqueidade do óleo ou água, antes da pintura das superfícies adjacentes a tais juntas, na presença da CONTRATANTE.

A pintura e retoques dos diversos componentes e acessórios deverão ser efetuados pela CONTRATADA de acordo com as instruções aplicáveis descritas nas respectivas Especificações Técnicas. Todas as soldas necessárias deverão ser executadas pela CONTRATADA de acordo com as instruções dos Fabricantes e procedimentos estabelecidos de comum acordo com o Fornecedor dos equipamentos.

A CONTRATADA deverá fornecer todos os serviços de gamagrafia, ultra-som e líquido penetrante, para verificação da qualidade dos cordões de solda.

A CONTRATANTE coordenará os ensaios finais de montagem com acompanhamento do Fabricante e apoio da CONTRATADA. A CONTRATADA deverá fornecer toda a mão-de-obra, materiais e equipamentos necessários, para dar apoio à equipe de ensaios e de comissionamento da CONTRATANTE e dos Fabricantes. Deverá também montar suportes, andaimes e dispositivos para a fixação de instrumentos de ensaios e medições, quando necessário.

A CONTRATADA deverá fornecer e instalar, quando necessário, toda a fiação, chaves, fusíveis e outros dispositivos de proteção temporários, inclusive aterramentos, necessários para conduzir energia elétrica ao ponto de aplicação, corretamente e com segurança para os ensaios.

Os ensaios serão executados durante um número suficiente de ciclos ou períodos de tempo, para comprovar à CONTRATANTE que todos os equipamentos e sistemas foram instalados segundo as especificações, e se encontram em estado de operação satisfatória. O equipamento que deixar de satisfazer às exigências, em virtude de instalação imprópria, quebra ou outro dano que, na opinião da CONTRATANTE, seja imputável à CONTRATADA, deverá ser corrigido, reparado ou substituído, por conta da CONTRATADA, por equipamento novo, a contento da CONTRATANTE. Os ensaios deverão ser conduzidos de acordo com as especificações particulares para cada item ou como determinado pela CONTRATANTE.

Após a conclusão dos ensaios, a CONTRATADA deverá remover toda a fiação, acessórios e materiais pertinentes temporários, a contento da CONTRATANTE.

As especificações descritas para um equipamento, sistema ou sua parte estendem-se aos equipamentos ou partes do mesmo tipo.

## **5 . SERVIÇOS DE MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO**

### **5.1 Objetivo**

Este item abrange os serviços preliminares (mobilização) necessários à execução dos serviços de montagem eletromecânica e que deverão ser realizados pela CONTRATADA, bem como os serviços de desmobilização a serem efetuados e condições de entrega das instalações no local da Obra, quando do término dos serviços.



### **5.2 Mobilização**

A CONTRATADA deverá tomar as providências relativas à mobilização, imediatamente após a assinatura do Contrato, de forma a poder dar efetivo início às obras dentro dos prazos contratuais.

### **5.3 Instalações da CONTRATADA**

#### **5.3.1 Generalidades**

Todas as edificações de canteiro de obras, necessárias para a execução do presente Fornecimento, deverão ser construídas pela CONTRATADA.

As edificações requeridas para alojamento do seu pessoal, envolvido no presente Fornecimento, deverão ser providenciadas pela CONTRATADA, às suas custas e fora da área da obra.

#### **5.3.2 Edificações da CONTRATADA**

Serão definidos, a nível de obra, os locais e as dimensões necessários para a instalação no canteiro de todas as edificações que a CONTRATADA venha a construir.

Os almoxarifados deverão ser em número e dimensões apropriados para acomodar plenamente e de acordo com a boa técnica todo e qualquer equipamento, sistema ou material, que na opinião da CONTRATANTE, possa vir a ter sua utilização e/ou desempenho prejudicado pela exposição às intempéries. Neste particular, fica estabelecido que qualquer material, equipamento ou sistema que tiver sido danificado por razões atribuíveis a impropriedades no armazenamento, deverá ser reparado ou substituído, a contento da CONTRATANTE, em tempo hábil e sem ônus para a mesma.

Os almoxarifados e pátios de armazenamento deverão ser equipados com dispositivos apropriados de combate a incêndio.

#### **5.3.3 Áreas para Montagem**

Serão definidas a nível de obra.

### **5.4 Locação da Obra**

A CONTRATANTE fornecerá somente os controles básicos para a implantação da Obra. A CONTRATADA será responsável pelo estabelecimento e construção de todos os outros marcos e levantamentos necessários e pelo fornecimento de todos os gabaritos, plataformas, equipamentos, materiais e mão de obra, requeridos para os trabalhos de locação e controle, a partir das linhas base e pontos de referência estabelecidos pela CONTRATANTE.

Será de responsabilidade da CONTRATADA o assentamento e a manutenção de todos os marcos de referência até que seja autorizada a remoção dos mesmos.

### **5.5 Desmobilização**

Após a conclusão dos serviços previstos no presente Contrato, a CONTRATADA deverá tomar todas as providências necessárias para a desmobilização, efetuando a limpeza e devolução à CONTRATANTE das áreas utilizadas.



### **6 . EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS E DE LEVANTAMENTO E VÁLVULAS DISPERSORAS**

#### **6.1 Objetivo**

Este item abrange a execução de todo o trabalho relativo à instalação dos equipamentos hidromecânicos (grades, comportas vagão, ensecadeiras e segmento), válvulas dispersoras, equipamentos de levantamento (pórticos rolantes) e respectivas peças fixas de segunda concretagem, devidamente discriminados nesse mesmo relatório, Tomo IV, Especificação Mecânica - Partes 1, 2 e 4 os quais serão adquiridos pela CONTRATANTE e entregues na Obra à CONTRATADA para montagem.

#### **6.2 Generalidades**

Para execução dos serviços de montagem das grades, comportas, válvulas dispersoras, pontes e pórticos, deverão ser obedecidos os respectivos manuais de montagem, elaborados pelo Fabricante e aprovados pela CONTRATANTE.

Estes manuais, implementados com a assistência técnica do supervisor do Fabricante, fornecerão a estrutura básica de instruções durante a montagem.

Todas as informações contidas nos desenhos e manuais, bem como outras fornecidas pelos supervisores, no decorrer da montagem, deverão ser consideradas como confidenciais.

Como condições mínimas para os serviços, determina-se:

#### **6.3 Seqüência de Montagem**

A seqüência de montagem de cada componente deverá estar de acordo com os respectivos manuais de montagem ou indicações do respectivo supervisor.

Em linhas gerais, cada componente deverá ser pré-montado fora do local de instalação, certificadas as suas dimensões principais e processadas todas as montagens, usinagens e soldagens possíveis.

Qualquer irregularidade deverá ser imediatamente comunicada à fiscalização da CONTRATANTE, que deverá acionar o respectivo supervisor ou, dependendo do caso, a Engenharia da CONTRATANTE.

#### **6.4 Tolerâncias Dimensionais de Forma e de Posição na Montagem**

As tolerâncias de montagem de cada componente deverão estar de acordo com os respectivos desenhos executivos, manuais de montagem ou instruções dos respectivos supervisores.

Em linhas gerais, as tolerâncias serão aquelas comumente adotadas em equipamentos semelhantes, envolvendo cilíndricidade, paralelismo, perpendicularismo, concentricidade, coaxialidade, linearidade e localização.

#### **6.5 Procedimentos de Montagem**

Os procedimentos durante a execução dos serviços de montagem deverão estar rigorosamente de acordo com os manuais de montagem dos equipamentos ou indicações do respectivo supervisor.

Em linhas gerais deverão ser adotados os seguintes procedimentos, salvo se indicado expressamente em contrário pelos manuais de montagem ou pelos respectivos supervisores:

#### **6.6 Soldas em Aço Carbono**

Por “aço carbono” entende-se todo tipo de aço contendo até:



## Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

---

- Carbono 1,70% máx
- Manganês 1,65% máx
- Silício 0,60% máx

Elementos de liga tais como Cr, Ni e Mo não estão presentes nestes aços.

Aços intitulados de: doce, de baixo, médio e alto teor de carbono, ao manganês, etc, estão incluídos nesta classificação geral. Os processos, procedimentos e cuidados durante a soldagem desses aços, podem ser tratados em termos gerais, embora em alguns casos cuidados especiais devam ser tomados.

Para as soldagens de campo, em aço carbono, estamos prevendo a utilização de eletrodos tipo AWS-E-7018. A preparação das juntas a serem soldadas obedecerão rigorosamente às especificações do fabricante, no tocante ao tipo, ângulo e abertura de raiz, conforme o caso. O processo de preparação dos chanfros, isto é, com talhadeira pneumática, com maçarico de oxicorte, com esmeril ou com qualquer outra máquina especial para esse fim, será de acordo com o especificado pelo fabricante. As juntas e zonas adjacentes deverão estar rigorosamente limpas, sendo necessário remover todos os óxidos, carepas, óleos, graxas, sujeiras, ferrugens e outras substâncias estranhas à superfície das peças a serem soldadas. Para tal, deverá ser usado um solvente químico e/ou escovas de aço ou palha de aço e discos abrasivos. No caso de soldas de passes múltiplos, proceder-se à limpeza cuidadosa entre os passes a fim de assegurar uma solda livre de escórias ou oxidações de qualquer natureza.

Os eletrodos deverão ser armazenados em estufas a 60-70°C anteriormente ao seu uso. No caso de soldas de campo serão mantidas estufas menores nas proximidades dos locais de trabalho. No caso de utilizar-se eletrodos com revestimento básico (baixo teor de hidrogênio), eles deverão ser recozidos a 200°C pelo período de uma hora e após serão armazenados em estufas de 80 a 100°C até o momento de sua utilização. Os mesmos cuidados serão tomados no caso de fluxos para processos que o utilizem em separado. Os arames de solda, no caso de processos como MIG, TIG, arco submerso, electroslog, etc, deverão ser guardados em locais livre de umidade.

Serão seguidas rigorosamente as especificações do fabricante no tocante as temperaturas de pré e pós aquecimento para a soldagem. Para o controle de temperatura do pré-aquecimento serão usados bastões térmicos.

Toda vez que for detectado um defeito, acima dos níveis de aceitação especificados pelo fabricante, o mesmo deverá ser reparado. Para tal, usar-se-á discos abrasivos, talhadeiras pneumáticas, eletrodos de carvão ou qualquer outro processo compatível para remoção de tal defeito. Em seguida, proceder-se-á a re-soldagem da área afetada.

### 6.7 Soldas em Aço Inoxidável

Por “aço inoxidável” entende-se uma série de aços com resistência à corrosão que contenham um teor mínimo de 11% de cromo. Exemplos:

- a. 12-14%Cr; 1/2% Mo; 0,3% Al
- b. 13% Cr; 1-6% Ni
- c. 18% Cr; 8% Ni
- d. 18% Cr; 8% Ni; 4% Mo
- e. 19% Cr; 9% Ni
- f. 19% Cr; 10% Ni



- g. 25% Cr; 12% Ni
- h. 25% Cr; 20% Ni

Para as soldagens em campo, em aço inox, estamos prevendo a utilização de eletrodos tipo AWS-E-309.

A preparação das juntas a serem soldadas, caso não preparadas em fábrica, obedecerão rigorosamente as do fabricante no tocante ao tipo, ângulo e abertura de raiz, conforme o caso. O processo de preparação dos chanfros será somente executado por meio mecânicos, isto é, talhadeira pneumática, discos abrasivos, etc, ou qualquer outro especificado pelo fabricante. As juntas e zonas adjacentes deverão estar rigorosamente limpas, sendo necessário remover todos os óxidos, carepas, óleos, graxas, sujeiras ou outras substâncias estranhas à superfície das peças a serem soldadas. Para tal, deverá ser usado um solvente químico apropriado e/ou escovas de aço inoxidável e discos abrasivos. No caso de soldas de múltiplos passes, proceder-se-á a limpeza cuidadosa entre os passes a fim de assegurar uma solda livre de escórias ou oxidações de qualquer natureza.

Os eletrodos manuais deverão ser armazenados em estufas apropriadas à 80-100°C até o momento de sua utilização. Serão mantidas estufas nas proximidades dos locais de trabalho assim como serão fornecidos “cochichos” apropriados aos soldadores, de modo que eles possam transportar os eletrodos até à obra, mantendo-os aquecidos à temperatura especificada. Cuidados semelhantes serão tomados em relação ao fluxo das máquinas automáticas. Os arames e varetas no caso dos processos MIG, arco submerso e TIG deverão ser guardados em locais secos.

Geralmente, os aços inoxidáveis, do tipo austenítico, dispensam quaisquer tratamento térmico de pré e pós-soldagem. Apenas no caso de 12-14% Cr; 1/2% Mo e 0,3% Al, aconselha-se um pré-aquecimento da ordem de 200-350°C, seguido de um resfriamento lento até 100°C e um revenimento imediato a 700-800°C. Em outros casos, poderá proceder-se a um tratamento de solubilização em aços inoxidáveis que tenham sofrido problema de sensitização (precipitação de carbonetos de cromo), o que consiste em elevar a temperatura do aço a 100°C seguido de um resfriamento rápido. Entretanto, serão seguidas rigorosamente as especificações do fabricante com respeito aos tratamentos térmicos que as juntas a serem soldadas deverão sofrer.

Em casos de juntas de metais dissimilares (inox com outro tipo de aço), cuidados especiais deverão ser tomados a fim de evitar problemas causados pelos diferentes coeficientes de expansão térmica dos dois metais, difusão de elementos de liga de aço inox para o outro aço e composição química indesejada do metal de solda. Diversas soluções se aplicam, entre elas, a utilização de eletrodos de liga à base de Ni; utilização do eletrodo 25% Cr, 12% Ni ou do eletrodo 25% Cr, 20% Ni, ou ainda, técnica de “almofadamento” de cada lado do chanfro com um eletrodo altamente austenítico (por exemplo: 18-8 ou 25-20).

Toda vez que for detectado um defeito acima dos padrões de aceitação, especificados pelo fabricante, este deverá ser reparado. Para tal usar-se-á discos abrasivos, talhadeiras pneumáticas, etc, para remover-se o tal defeito. Em seguida, proceder-se-á à re-soldagem da área afetada.

### **6.8 Aperto de Parafusos**

As uniões parafusadas deverão ser limpas antes do aperto.

O torque e a seqüência de aperto dos parafusos, bem como as providências para travamento, se necessário, deverão ser aquelas definidas nos manuais de montagem ou indicadas pelo respectivo supervisor.



Caso não haja indicações sobre tais procedimentos, estas deverão ser solicitadas à CONTRATANTE.

### 6.9 Tubulações e seus Acessórios

Para a montagem de tubulações, suportes e demais acessórios serão utilizados os fluxogramas, plantas baixas, cortes e desenhos de suporte apresentados pelo projeto.

As tubulações poderão ser parcialmente pré-fabricadas fora do local de instalação (*pipe-shop*) objetivando agilizar sua montagem. Entretanto, o projeto destes *spools* será de responsabilidade da CONTRATADA.

O corte das tubulações de aço carbono poderá ser efetuado com maçarico, serras ou discos abrasivos, conforme o caso ou conveniência da CONTRATADA.

Para tubos de inox, o corte poderá ser efetuado com serra mecânica (tubos de grandes diâmetro), ou máquina de corte abrasivo (tubos de pequeno diâmetro).

A execução dos chanfros para solda poderá ser feita com maçarico (caso de tubo em aço carbono), ou com lixadeira (caso de tubos em aço inox). Sua abertura deverá atender às exigências estabelecidas nos desenhos, manuais, ou instruções do Supervisor.

Deverão ser tomados cuidados especiais para a limpeza interna das tubulações ou *spools*, antes de sua montagem.

As tubulações deverão ser testadas hidrosticamente quando de sua montagem, o que poderá ser feito parcial ou integralmente. O tempo de teste deverá ser suficiente para o exame de todas as soldas, porém não inferior a 15 (quinze) minutos. Tais testes deverão ser registrados conforme descritos adiante.

Antes dos sistemas entrarem em operação, todos os suportes deverão ser regulados e ajustados. Com as linhas em carga dinâmica, deverá ser verificada a existência de vibrações e providenciados os respectivos ajustes.

Todas as tubulações de óleo hidráulico, após a conclusão de todas as soldas de montagem existentes, deverão sofrer limpeza interna através de processo químico (decapagem), conforme descrito adiante.

### 6.10 Controle da Qualidade

Para o controle da qualidade das soldas em geral, de acordo com o definido nos desenhos ou manuais de montagem, deverão ser observados os seguintes procedimentos durante a execução dos ensaios destrutivos previstos:

- Líquido Penetrante

As áreas a serem examinadas, e adjacências, deverão estar livres de ferrugem, areia, fluxo e salpico de solda, pintura ou outro material estranho. As soldas com escamas deverão ser esmerilhadas para não mascarar os testes.

As superfícies podem ser limpas com o uso de detergentes, solventes, vapor, removedor de tinta ou outras soluções, sendo que o jato abrasivo não é permitido. Após a limpeza, as superfícies devem ser secas de maneira a não permanecer água ou restos de solvente existentes. A temperatura do material examinado não pode ser inferior a 10°C, nem superior a 50°C.

Os procedimentos para a execução dos ensaios serão conforme padrão ASME V, sendo os critérios para aceitação conforme definido pelo projeto.

Este tipo de ensaio é previsto para todas as soldas executadas no campo.



## Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

---

### - Partículas Magnéticas

Deverá ser utilizado somente quando a peça ou solda estiverem completamente prontas. A superfície deve ser preparada usinando-se ou esmerilhando-se as irregularidades ou depressões.

Serão aceitos métodos do tipo “PROD” (pontas livres) ou do tipo “YOKE” (manual), devendo o exame ser conduzido com suficientes sobreposições (no mínimo, longitudinal e transversal), garantindo 100% da varredura.

Os procedimentos para a execução de ensaios serão conforme padrão ASME V, sendo os critérios para aceitação conforme definido em projeto.

### - Ultra–Som

As áreas deverão estar limpas, uniformemente lisas e sem defeitos ou irregularidades que venham a interferir com o movimento do cabeçote. Em margens de solda, deverá haver perfeita concordância entre esta e o metal base. Quando for requerido o acoplamento sobre o cordão de solda, o reforço do mesmo deverá ser totalmente removido, ficando a superfície faceada com o metal base.

Poderão ser utilizados óleo, glicerina, goma de celulose ou vaselina, como acoplantes.

Os procedimentos para a execução de ensaios serão aqueles do padrão ASME V, sendo os critérios para aceitação conforme definido em projeto.

### - Demais Controles

Os controles dimensionais deverão estar de acordo com o estabelecido nos manuais de montagem, ou por instruções diretas dos supervisores, sendo que as dimensões finais deverão ser registradas e fornecidas à Engenharia da CONTRATANTE, através de sua fiscalização.

## 6.11 Protocolos Dimensionais

Todo e qualquer levantamento dimensional final de instalação de cada componente, deverá ser registrado em um protocolo, devendo ser uma cópia encaminhada posteriormente para a Engenharia da CONTRATANTE, através de sua fiscalização.

Este protocolo deverá descrever todas as condições finais de implantação de cada componente, como por exemplo: identificação do componente, cota de implantação (em vários pontos, certificando a tolerância especificada), dimensões principais finais, função de cada componente, e respectiva conclusão (aceitação/não conformidade). Deverá ser assinado pela fiscalização de obra e respectivo supervisor.

## 6.12 Decapagem

Todas as tubulações de óleo serão submetidas à limpeza interna através de processo químico (decapagem), operação esta que deverá ser executada após a conclusão de todas as soldas de montagem existentes.

O processo de limpeza, sempre que possível, será o de imersão, e deverá obedecer, basicamente, à seguinte seqüência:

- Pré-montagem das tubulações;
- Limpeza externa (caso haja proteção);
- Limpeza com esmeril (caso onde haja penetração de solda);
- Teste de pressão;



## Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

---

- Desengraxamento (caso as superfícies se apresentam oleosas ou com sinais de verniz);
- Decapagem;
- Lavagem (rápida com água, devido à limitação de tempo entre a decapagem e a neutralização);
- Neutralização (até no máximo 3 minutos após a conclusão de decapagem);
- Proteção externa (para melhor proteção, uma camada de primer);
- Proteção interna (após o resfriamento dos tubos, através de um filme de óleo, de preferência, o mesmo a ser utilizado na respectiva linha);
- Despacho para montagem definitiva.

Após a montagem das tubulações no local definitivo, deverá ser feita uma circulação com o óleo que será usado no sistema, para a remoção de qualquer sujeira que tenha ficado por ocasião da montagem. Para esta circulação, devem ser escolhidos trechos ou circuitos que permitam a instalação de filtros provisórios (fornecimento da empreiteira), para a inspeção e constatação da total limpeza dos mesmos.

Caso o processo de imersão não seja comprovadamente possível, as três fases do processo (desengraxamento, decapagem e neutralização) deverão ser aplicadas, distintamente, enchendo-se cada tubo ou *spool* com as respectivas soluções. Entretanto, cuidados especiais deverão ser tomados para que o neutralizante tenha rápido contato com toda a superfície interna, evitando a oxidação das bordas do tubo.

### 7 . CONDUTOS FORÇADOS

#### 7.1 Objetivo

Este item abrange a execução de todo o trabalho relacionado com a montagem na Obra dos condutos forçados e equipamentos associados, devidamente discriminados nesse mesmo relatório, Tomo IV, Especificação Mecânica - Partes 3 e 5, os quais serão adquiridos pela CONTRATANTE e entregues na Obra à CONTRATADA para a montagem.

#### 7.2 Generalidades

De modo geral, os condutos forçados e equipamentos associados deverão ser movimentados e montados pela CONTRATADA, de acordo com os Desenhos Executivos e instruções do Fabricante e, também, com a presente ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA.

Todas as soldas necessárias deverão ser executadas pela CONTRATADA, de acordo com as instruções dos Fabricantes e como disposto no item 15 desta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA.

A CONTRATADA deverá radiografar as soldas, conforme determinado pelos desenhos executivos e instruções do fabricante.

As radiografias deverão ser efetuadas de acordo com as exigências do código ASME.

A CONTRATADA deverá executar ainda a instalação da proteção catódica, conforme projeto executivo e recomendações do Fabricante.

Todos os serviços de movimentação de terra deverão ser executados pela Empreiteira Civil. Esses serviços encontram-se especificados nesse mesmo Relatório, Tomo III – Parte 1.



### 7.3 Execução

Os eixos das tubulações deverão ser locados com estacas de 5 em 5m, com base nos elementos de projeto (posição, cotas, etc.). Nenhuma alteração poderá ser introduzida, sem ordem escrita da CONTRATANTE.

Uma vez locado e nivelado o eixo da tubulação e colocadas estacas de amarração e RN fora da área de trabalho, será iniciada a escavação para o assentamento dos tubos, a ser efetuada pela Empreiteira Civil de acordo com as dimensões e detalhes indicados no Projeto Executivo.

O leito de fundação deverá ser preparado conforme o projeto, que indica a execução de berços quando julgados necessários.

Cuidados especiais deverão ser tomados quando da colocação da tubulação em sua posição final a saber:

- Os tubos e peças especiais deverão ser manuseados pelas extremidades não revestidas, com o uso de patolas de superfícies de contato curvadas, com raio igual ao do tubo ou peça e num arco mínimo de 15°, ou por meio de correias conforme Especificação AWWA-C-203.
- Os tubos não deverão ser colocados diretamente sobre o terreno. Deverão ser colocados sobre blocos adequados ao lado da trincheira;
- As superfícies revestidas dos tubos não poderão servir de apoio. Os tubos deverão ser colocados sobre dormentes, apoiados nas extremidades em que não são revestidos; e
- Os tubos não deverão ser arrastados ao longo do fundo da vala. Deverão ser içados conforme recomendação acima.

A CONTRATADA se responsabilizará por qualquer dano causado aos tubos e peças especiais. Após os serviços de montagem, a CONTRATADA deverá realizar, na presença da CONTRATANTE, os serviços de inspeção de todo o conduto forçado para verificação de toda a superfície dos tubos. A CONTRATADA deverá reparar quaisquer danos causados à capa protetora durante a instalação, sem nenhum custo adicional para a CONTRATANTE.

A operação de ensablamento consistirá em deixar os tubos contíguos soldados.

Deverão ser cumpridas as seguintes recomendações:

- Os eixos dos trechos de tubo devem estar em alinhamento perfeito, para a execução dos primeiros pontos de solda;
- Os raios de sol não deverão incidir de maneira que produzam uma deformação no tramo do tubo, devido a um aquecimento não uniforme do trecho em questão; e
- Deverão ser empregados procedimentos corretos de soldas e operadores competentes, de maneira a se obter uma junta que seja tão resistente quanto o aço do próprio tubo.

Terminada a instalação e antes de cobrir as juntas, deverá ser realizada a prova hidrostática da linha. A pressão de prova será 150% da pressão de trabalho de Projeto.

Para a estabilidade da tubulação durante a prova, poderão ser feitos blocos de concreto ou aterros provisórios. No primeiro caso a prova será feita dez dias após a execução dos blocos. A CONTRATADA apresentará com antecedência o projeto da prova hidrostática, indicando o procedimento detalhado e o equipamento a ser utilizado, para aprovação por parte da CONTRATANTE.

Se surgirem fugas d'água durante a prova, deverão ser marcadas para os devidos reparos por solda.



O reaterro será executado segundo as indicações dos documentos do projeto pela Empreiteira Civil.

### 7.4 Pintura

Para as exigências básicas de proteção e pintura, consultar o item 14 – “Proteção de Superfícies”.

O revestimento do conduto no campo se restringirá aos serviços de revestimento das juntas soldadas e eventuais reparos no revestimento original.

A pintura anticorrosiva será exatamente igual a pintura original de fábrica, ou seja, de acordo com a especificação a seguir:

- Preparação da Superfície: limpeza ao metal branco com jato abrasivo, conforme SSPC-SP-5;
- Revestimento Interno: será constituído por:
  - Primer
  - Esmalte betuminoso, com espessura  $3/32" \pm 1/32"$ .
- Revestimento externo: será constituído por:
  - Primer
  - Esmalte betuminoso, com espessura  $3/32" \pm 1/32"$ ;
  - Véu de fibra de vidro reforçado, com espessura aproximada de 0,018"
  - Esmalte betuminoso, com espessura mínima de  $1/32"$ ;
  - Filtro de linter celulose de fabricação Ondalit ou similar, conforme ASTM D-227-56;
  - Caiação.

### 7.5 Controle

#### 7.5.1 Generalidades

O controle da obra será exercido pela CONTRATADA, sob supervisão da CONTRATANTE, que se orientará pelo Projeto Executivo e por esta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA.

Todo o trabalho de testes estará sujeito a inspeções e poderão vir a ser executados por elementos designados pela CONTRATANTE.

Estes serviços deverão ser executados em conformidade com esta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA, bem como códigos e normas nacionais ou internacionais.

Para o desempenho destas tarefas, os elementos designados pela CONTRATANTE deverão ter livre acesso a todos os locais ligados à execução dos trabalhos abrangidos por este Fornecimento.

No desempenho de suas funções, os elementos designados pela CONTRATANTE deverão inspecionar todos os trabalhos, materiais e equipamentos utilizados.

A CONTRATADA deverá avisar à CONTRATANTE, com a devida antecedência, o início de cada fase dos trabalhos deste Fornecimento.

Caberá à CONTRATADA proporcionar à CONTRATANTE todas as facilidades necessárias a segurança e conveniência da CONTRATANTE, em todos os locais onde suas tarefas possam ter lugar.



## Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

---

Inspeção ou falta de inspeção de qualquer parte dos trabalhos, e a presença ou ausência dos elementos da CONTRATANTE durante a execução de qualquer dos trabalhos, não cancelará quaisquer requisitos desta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA ou isentará a CONTRATADA de suas obrigações contratuais.

Os trabalhos e os materiais defeituosos poderão ser rejeitados, tenham ou não sido inspecionados previamente pela CONTRATANTE, mesmo estando de acordo com esta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA, na época de uma inspeção anterior.

### 7.5.2 Certificação

Toda a matéria prima a ser incorporada ao Fornecimento deverá possuir os certificados de testes e ensaios de composição química e de propriedades físicas, comprobatórias de sua qualidade conforme as Especificações citadas.

Não serão aceitos certificados cuja correspondência com o lote de matéria prima não foi devidamente comprovada.

Os certificados deverão ser emitidos pelo fabricante das matérias primas, por entidades oficiais, como o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), ou por entidades particulares idôneas, sendo que neste último caso a retirada de amostra deverá ser efetuada com a devida identificação na presença da CONTRATANTE.

## 8 . BOMBAS E EQUIPAMENTOS ASSOCIADOS

### 8.1 Objetivo

Este item abrange a execução de todo o trabalho relacionado com a montagem na Obra das bombas e equipamentos associados abaixo discriminados, os quais serão adquiridos pela CONTRATANTE e entregues na Obra à CONTRATADA para a montagem.

- 7 (sete) conjuntos moto-bombas, tipo poço úmido de eixo vertical, tendo cada conjunto uma capacidade de 0,1 m<sup>3</sup>/s e uma altura manométrica de 15 mca, conforme especificado nesse relatório, Tomo IV- Parte 5;
- Caixas e painéis de bornes das bombas.

### 8.2 Generalidades

As bombas serão fornecidas completamente manufaturadas e serão transportadas e entregues na Obra à CONTRATADA, em peça única, ou em partes desmontadas de acordo com suas dimensões e gabaritos de transporte. De modo geral, as bombas deverão ser movimentadas e montadas pela CONTRATADA, de acordo com os Desenhos Executivos e instruções do Fabricante e, também, de acordo com a presente ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA.

### 8.3 Montagem

#### 8.3.1 Ferramentas e Dispositivos Especiais

As ferramentas e dispositivos especiais serão fornecidas à CONTRATADA.

Todas as outras ferramentas, cabos e dispositivos de levantamento, medidores, instrumentos, chumbadores, dispositivos para centrar, aranhas adicionais, andaimes, equipamentos e materiais diversos necessários ao serviço, deverão ser fornecidos pela CONTRATADA. Os dispositivos para centrar, incluindo aranhas e similares, torres e plataformas para medição, deverão ser de aço e com rigidez adequada.



## Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

---

### 8.3.2 Equipamentos de Elevação e Transporte

De modo geral, os equipamentos de levantamento necessários à montagem deverão ser providos pela CONTRATADA, sem ônus para a CONTRATANTE.

### 8.3.3 Soldagem

Todas as soldas necessárias deverão ser executadas pela CONTRATADA, de acordo com as instruções dos Fabricantes e como disposto no item 15 desta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA.

A CONTRATADA deverá radiografar as soldas, conforme determinado pelos desenhos executivos e instruções do fabricante.

As radiografias deverão ser efetuadas de acordo com as exigências do código ASME.

### 8.3.4 Montagem e Instalação

#### 8.3.4.1 Generalidades

A montagem de cada bomba, conjunto moto-bomba e todos os seus acessórios deverá seguir rigorosamente as instruções do Fornecedor das Bombas e Moto-bombas, conforme estabelecido no Manual de Montagem emitido por este Fornecedor.

#### 8.3.4.2 Partes Embutidas

A instalação de tubos de drenagem, chumbadores e peças metálicas para embutimento no segundo estágio de concretagem deverá ser apropriadamente coordenada com os serviços de concretagem da estrutura das Estações de Bombeamento. Tais peças deverão estar rigidamente fixadas durante a concretagem, a fim de garantir que o impacto e/ou empuxo do concreto não cause distorção ou deslocamento.

#### 8.3.4.3 Ligação das Bombas com os Conduitos Forçados

A CONTRATADA deverá efetuar esta interligação de acordo com os desenhos de projeto da Bomba e do Conduto Forçado.

#### 8.3.4.4 Fiação

Toda a fiação e ligações elétricas deverão ser instaladas de acordo com as disposições aplicáveis nas respectivas Especificações Técnicas.

#### 8.3.4.5 Ensaio

Depois de concluída a instalação de todo o equipamento fornecido pela CONTRATANTE, como especificado e a contento da CONTRATANTE, cada grupo operável deverá ser ensaiado pela CONTRATANTE, com apoio da CONTRATADA, durante o comissionamento das unidades.

#### 8.3.4.6 Instrumentação das bombas

Todos os equipamentos e a instrumentação dos sistemas auxiliares mecânicos das bombas deverão ser montados e entregues em perfeitas condições de funcionamento, obedecendo-se a todas as particularidades de cada equipamento e instrumento, instruções dos Fabricantes, calibração, ajustagem e verificação adequada da concentricidade, verticalidade, nivelamento e alinhamento. Cuidados especiais deverão ser tomados nos acoplamentos com as tubulações, quanto à concentricidade e paralelismo das faces, de modo que fiquem livres de tensões. Os equipamentos dinâmicos deverão apresentar, através de sua fixação, estabilidade, ausência de vibrações prejudiciais e posicionamento estável. Os equipamentos estáticos deverão apresentar posicionamento estável, rigidez e solidariedade com a estrutura.



### 9 . MOTORES E EQUIPAMENTOS ASSOCIADOS

#### 9.1 Objetivo

Os motores a serem utilizados nas Estações de Bombeamento de Uso Difuso são motores de pequeno porte, assíncronos, 30 kW, 380 V, trifásicos, 60Hz, e serão transportados prontos para serem instalados nos flanges das bombas.

#### 9.2 Generalidades

A CONTRATADA deverá coordenar, com acompanhamento da CONTRATANTE, a montagem e a instalação dos motores com as bombas e outros equipamentos associados.

Os seguintes serviços também fazem parte do escopo de trabalhos da CONTRATADA:

- montagem dos dispositivos de içamento do motor;
- alinhamento do conjunto do motor em relação ao conjunto da bomba;
- acoplamento entre o eixo do motor e o eixo da bomba;
- assistência aos representantes dos Fabricantes na verificação da estabilidade dinâmica do rotor do motor e execução de todos os ajustes necessários, de modo que o motor opere sob qualquer condição de carga normal sem vibração prejudicial ou ruído inadmissível.

Os quadros e cubículos dos motores e dos demais itens do equipamento serão completamente fabricados, montados com fiação interna – como regra geral - completa, pintados e ensaiados na fábrica. Estes quadros e cubículos deverão ser instalados pela CONTRATADA, que deverá também efetuar a interligação de todos os terminais, em complementação à instalação dos fios e cabos requerida.

#### 9.3 Montagem

A montagem final do motor, dos componentes e dos demais itens englobados no fornecimento dos motores, deverá ser executada pela CONTRATADA. Todas as fases de montagem serão realizadas sob a supervisão do Fabricante, conforme as instruções dos manuais elaborados pelo fabricante.

#### 9.4 Alinhamento e Nivelamento

Todo o equipamento deverá ser ajustado, nivelado e alinhado, antes de ser fixado permanentemente no local definitivo. As tolerâncias deverão estar de acordo com as instruções dos Fabricantes. Nenhum equipamento deverá ser fixado permanentemente até que tenha sido verificado e aceito pela CONTRATANTE.

#### 9.5 Sistemas de Instrumentação e Dispositivos de Proteção do Motor

A CONTRATADA deverá montar e instalar os painéis de instrumentação e dispositivos de proteção dos motores, completos.

Os painéis serão fornecidos pelo Fabricante completamente montados.

#### 9.6 Ensaio dos Motores

Durante a instalação dos motores, a CONTRATADA deverá fornecer pessoal de apoio para os ensaios exigidos pela CONTRATANTE para demonstrar que todo o equipamento está sendo corretamente montado e instalado.



Após a instalação, todos os circuitos e equipamentos deverão ser ensaiados e verificados quanto a aterramento, curto-circuito e funcionamento adequados. Perante o supervisor de montagem, todos os relés, medidores e instrumentos deverão ser calibrados, ensaiados, regulados e aferidos a contento da CONTRATANTE.

Ainda como especificado e a contento da CONTRATANTE, cada grupo operável deverá ser ensaiado pela CONTRATADA, na medida do possível, durante os vários períodos de ensaios, sem carga e a plena carga, conforme as Especificações Técnicas.

### **9.7 Instrumentação dos Motores**

Todos os equipamentos e a instrumentação dos sistemas auxiliares elétricos dos motores deverão ser montados e entregues em perfeitas condições de funcionamento, obedecendo-se a todas as particularidades de cada equipamento e instrumento, instruções dos Fabricantes, calibração, ajustagem e verificação adequada da concentricidade, verticalidade, nivelamento e alinhamento. Cuidados especiais deverão ser tomados nos acoplamentos com as tubulações quanto à concentricidade e paralelismo das faces de modo que fiquem livres de tensões. Os equipamentos dinâmicos deverão apresentar, através de sua fixação, estabilidade, ausência de vibrações prejudiciais e posicionamento estável, e os equipamentos estáticos, posicionamento estável, rigidez e solidariedade com a estrutura.

## **10 . SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO 13,8 KV**

A alimentação em 13,8 kV será utilizada de linhas de distribuição de concessionárias locais deverá ser prevista a montagem dos equipamentos necessários.

## **11 . SISTEMAS DE PROTEÇÃO, CONTROLE E SUPERVISÃO E DE AUXILIARES ELÉTRICOS**

### **11.1 Objetivo**

Este item estabelece os requisitos para execução dos serviços de instalação dos equipamentos do sistema de proteção, controle e supervisão, módulos de rack de telecomunicações e dos sistemas auxiliares elétricos.

### **11.2 Generalidades**

O sistema de controle e supervisão será do tipo digital, distribuído, com retaguarda convencional para algumas funções. A comunicação entre equipamentos do sistema digital será efetuada através de rede, com suporte físico em fibra óptica e eventualmente cabo coaxial.

O sistema de proteção elétrica será composto por equipamentos com tecnologia digital e eletrônica analógica, com oscilografia associada e gerenciamento para supervisão remota.

Todos os painéis e cubículos cobertos por esta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA serão completamente fabricados e montados com fiação interna completa, pintados e ensaiados na fábrica dos respectivos fornecedores. Serão embarcados desmontados em seções para transporte. Todo componente desmontado para transporte e entregue separadamente deverá ser recolocado na sua posição pela CONTRATADA.

### **11.3 Equipamentos a serem Instalados**

A CONTRATADA deverá instalar nas estruturas os seguintes painéis e cubículos:

#### **11.3.1 Sistema de Controle e Supervisão**

- painéis de supervisão e controle das estruturas de controle;
- painéis de supervisão e controle das tomadas d'água de uso difuso;



## Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

---

- painéis de supervisão e controle das estruturas de derivação;

### 11.3.2 Quadros de Corrente Alternada e de Corrente Contínua (se aplicável)

- quadros de corrente alternada 380/220 Vca conforme diagramas unifilares;
- quadros de corrente contínua (se aplicável).

### 11.3.3 Equipamentos de Comunicação

- conjunto de painéis de comunicações da rede local (painéis de conexões, *hubs*, concentradores, *gateways*, *modems*, transceptores, etc.), que se fizerem necessários de acordo com o projeto do fornecedor da LAN.

### 11.3.4 Sensores de Sistemas Auxiliares Mecânicos

- conjunto de sensores para os sistemas de auxiliares mecânicos composto de: medidores de nível, de pressão, de fluxo, etc.

## 11.4 Instalação

### 11.4.1 Cubículos e Painéis

A instalação dos cubículos, painéis e demais equipamentos deverão seguir as recomendações dos manuais de instalação dos Fabricantes, que serão entregues pela CONTRATANTE.

Genericamente, a instalação deverá seguir os seguintes passos:

- transporte no âmbito da Obra e desembalagem;
- assentamento e fixação dos equipamentos nas fundações construídas pela Empreiteira Civil;
- interligação dos barramentos das seções e execução do isolamento dos mesmos, quando aplicável;
- conexão da fiação interna e interligação da fiação das seções, quando aplicável;
- execução de todos os aterramentos e conexões à malha de terra;
- ligação de todos os terminais em complementação à instalação dos fios e cabos.
- execução dos retoques de pintura, quando aplicável.

### 11.4.2 Transformadores de Distribuição

Os transformadores serão embarcados completos, e transportados até a Obra sob a responsabilidade do Fabricante.

### 11.4.3 Baterias (se aplicável)

As baterias ficarão sob a responsabilidade da CONTRATADA, desde a data em que forem recebidas na Obra até sua aceitação pela CONTRATANTE. A CONTRATADA deverá observar as recomendações do Fabricante quanto ao armazenamento das mesmas.

A instalação das baterias deverá seguir as recomendações do manual de instalação, elaborado pelo fabricante, que será entregue pela CONTRATANTE.

As baterias serão fornecidas no estado úmida – carregadas, para serem instaladas em prateleiras metálicas de dois degraus.

Genericamente, a instalação das baterias deverá seguir os seguintes passos:



## Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

---

- transporte no âmbito da Obra e desembalagem;
- montagem das prateleiras e chumbagem no local definitivo através dos isoladores;
- instalação dos elementos de bateria na prateleira, com conexão dos elementos;
- execução da carga da bateria de acordo com as instruções do fabricante.

### 11.4.4 Sensores de Sistemas Auxiliares Mecânicos

A instalação elétrica de sensores dos sistemas de auxiliares mecânicos, cabos, conexões de cabos, etc.

## 12 . INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

### 12.1 Objetivo

Este item estabelece as exigências para execução das instalações elétricas, cujos materiais deverão ser fornecidos pelo CONTRATADO.

### 12.2 Escopo dos Serviços

O escopo dos serviços abrangidos por este item inclui mas não se limita ao fornecimento e instalação dos seguintes sistemas nas Estações de Bombeamento, nas Subestações, nos Reservatórios e nas Tomadas de Uso Difuso:

- Sistema de aterramento que abrange o fornecimento e a execução das malhas de aterramento, lançamento de condutores de aterramento enterrados no solo, embutidos no concreto de segundo estágio ou aparentes, instalação de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas, conexões e ligações diversas visando o aterramento de equipamentos e partes metálicas e o atendimento de requisitos de compatibilidade eletromagnética (CEM).
- Sistema de vias de cabos, que abrange eletrodutos, calhas, leitos, suportes para cabos em canaletas, caixas de passagem e todos os seus acessórios.
- Sistema de cablagem, que abrange o fornecimento e a instalação de todos os cabos do aproveitamento, de média e baixa tensão, de corrente alternada e contínua, de proteção, controle e instrumentação, de comunicação digital para controle e de aterramento, que serão lançados e instalados no sistema de vias de cabos.
- Sistema de iluminação e tomadas, que abrange o fornecimento e a instalação de todas as luminárias e seus acessórios, do quadro de distribuição para iluminação e tomadas e os circuitos alimentadores e distribuidores, de todos os ambientes e áreas a serem iluminadas no aproveitamento. Estão incluídos neste sistema tanto a iluminação de emergência, quanto a iluminação normal em corrente alternada e todas as tomadas de energia, de todos os tipos.
- Sistema de comunicações internas, que abrange o fornecimento e a instalação das tomadas de telefone, dos eletrodutos, da fiação, dos quadros de distribuição, dos painéis (Central Telefônica, MUX, etc.). Estão incluídos neste sistema os telefones analógicos, digitais, fiação e eletrodutos. As formas de instalação deverão seguir as exigências da CONTRATANTE para este sistema.

A Empreiteira Civil instalará todos os eletrodutos, caixas, cabos e placas de aterramento embutidos no concreto primário.

A CONTRATADA instalará todos os embutidos no concreto de segundo estágio, alvenaria e acabamento.



Todo serviço de instalação elétrica deverá ser realizado de acordo com as disposições das últimas edições das normas aplicáveis da ABNT e, onde estas forem omissas, com as do “National Electrical Code” (NEC).

### **12.3 Fios, Cabos e Acessórios**

#### 12.3.1 Geral

A CONTRATADA deverá fornecer e instalar todos os fios e cabos isolados, necessários à interligação das partes componentes dos sistemas de força, controle, supervisão, proteção e comunicação (cabo óptico dielétrico), incluindo conectores, emendas, garras, calços e meios de identificação, a fim de permitir a ligação de todos os terminais dos diversos painéis e equipamentos, como tratado nos demais itens desta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA e como indicado nos Desenhos Executivos.

#### 12.3.2 Instalação

Os fios e cabos deverão ser instalados em eletrodutos, dutos corrugados (helicoidais), leitos, perfilados e canaletas, conforme mostrado nos Desenhos Executivos.

Os fios e cabos deverão ser manuseados com cuidado para evitar dobramentos e danos à isolamento e às capas externas. Os cabos não deverão ser curvados em raio menor do que aquele recomendado pelos Fabricantes ou determinado pela CONTRATANTE.

Os trechos dos fios e cabos deverão ser contínuos de terminal a terminal, tanto quanto permitido pelos comprimentos comerciais disponíveis. Se houver necessidade de emendas, estas deverão ser feitas em caixas de passagem, caixas de inspeção ou outras caixas apropriadas para esta finalidade. Todas as emendas e conexões terminais dos cabos deverão ser executadas de acordo com as instruções dos Fabricantes dos cabos. Os “kits” de emendas dos cabos e as ferramentas especiais necessárias para executá-las serão fornecidos pela CONTRATANTE.

Deverá ser deixada folga suficiente em cada trecho para permitir contração e expansão do fio ou cabo. As extremidades dos fios ou cabos deverão ser cortadas com folga suficiente para efetuar-se a ligação a terminais ou para executarem-se emendas.

Deverá ser aplicado talco industrial em todos os fios e cabos antes destes serem puxados nos eletrodutos e dutos corrugados; deverá também ser soprado talco dentro dos eletrodutos e dutos corrugados antes que o fio ou cabo seja puxado, para facilitar a instalação. Não poderão ser usadas graxas ou derivados de petróleo para esse fim. As bobinas de fio ou cabo deverão ser instaladas em locais convenientes, de modo que o fio ou cabo possa ser puxado da bobina para dentro do duto sem danificar a isolamento.

As extremidades do fio ou cabo deverão ser protegidas contra penetração de umidade durante a instalação. O cabo deverá ser puxado pelo duto por meio de garras trançadas, ligadas ao arame guia ou cabo de puxamento. A tensão de puxamento, medida por dinamômetro, não deverá exceder o valor recomendado para o fio ou cabo.

Todo o equipamento, dispositivos e materiais para puxar os cabos deverão ser fornecidos pela CONTRATADA. Quando mais de um fio ou cabo for puxado através de um duto, não deverá ser ultrapassada a velocidade de 7,5 metros por minuto. Quando somente um fio ou cabo for puxado através de um duto, a velocidade de puxamento poderá ser aumentada até 18 metros por minuto.

Os fios e cabos expostos deverão ser limpos de todo o talco usado no lançamento que possa ter ficado sobre os mesmos, após o puxamento.



Os cabos instalados nos leitos deverão ser, onde praticável, desenrolados ao lado do leito e cuidadosamente colocados no lugar. Nos leitos, os cabos de força não deverão estar dispostos em mais de uma camada e deverão ser devidamente amarrados às travessas com cordão tratado fornecidos pela CONTRATADA e aprovados pela CONTRATANTE.

Deverão ser instalados calços, garras ou grampos de cabos para suportar trechos de cabos verticais ou inclinados, conforme indicado nos Desenhos Executivos ou conforme necessário.

Os cabos singelos ou fios, de um mesmo circuito instalados em caixa de passagem, caixa terminal, canaletas ou leitos, deverão ser esmeradamente dispostos e amarrados uns aos outros e a seus apoios, com cordão tratado, formando chicotes. Os cabos também deverão formar chicotes ao passarem de leitos ou canaletas para a entrada de painéis.

A amarração dos chicotes no interior dos painéis deverá ser executada com cinta plástica. Todo o material e ferramentas para as amarrações deverão ser fornecidos pela CONTRATADA e aprovados pela CONTRATANTE.

As fitas plásticas isolantes utilizadas deverão satisfazer a especificação da norma NBR-5037, “Fitas Adesivas Sensíveis a Pressão para Fins de Isolação Elétrica”, e as fitas isolantes tipo auto-fusão a especificação D-3391 da American Society for Testing and Materials (ASTM). As fitas isolantes deverão ser fornecidas pela CONTRATADA e estarão sujeitas à aprovação da CONTRATANTE.

Todo fio ou cabo que for encontrado danificado ou em desacordo com os desenhos (bitola, tipo, etc.) deverá ser removido e substituído pela CONTRATADA, às suas custas.

A CONTRATADA deverá instalar meios de identificação permanentes em todos os cabos. A identificação dos cabos deverá estar de acordo com os Desenhos Executivos. Os meios de identificação serão fornecidos pela CONTRATANTE.

A CONTRATADA deverá instalar todos os conectores e terminais necessários, bem como aterrar as blindagens dos cabos e executar as conexões de acordo com as recomendações do projeto.

A CONTRATADA deverá realizar ensaio com *megger* do isolamento de toda fiação, após a instalação e a sua identificação, e antes de sua conexão aos terminais correspondentes.

### **12.4 Eletrodutos, Caixas e Acessórios**

#### 12.4.1 Geral

A CONTRATADA deverá fornecer e instalar todos os eletrodutos, caixas, conexões e acessórios embutidos no concreto de segundo estágio e expostos, de acordo com os Desenhos Executivos ou como determinado pela CONTRATANTE.

Todas as ferragens necessárias, incluindo parafusos, suportes, chumbadores, peças embutidas, grampos, contraporcas, buchas, arruelas, luvas e meios de identificação, deverão ser fornecidas pela CONTRATADA. Os eletrodutos terão diâmetro interno com variação de 20 a 100 mm.

Para fins desta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA, serão denominadas como caixas: as caixas de passagem, caixas de junção, caixas de tomadas e caixas terminais, bem como invólucros de botoeiras, chaves de partida, controladores, painéis de distribuição, painéis e subpainéis de iluminação e outros invólucros completos ou parciais, não mencionados especificamente nesta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA.



### 12.4.2 Instalação de Eletrodutos e Caixas Embutidas

Durante a instalação deverão ser tomadas as precauções adequadas para proteger os eletrodutos contra danos, devendo as suas extremidades serem vedadas com buchas plásticas conforme projeto. Depois de concluída a instalação, os eletrodutos que terminarem por meio de luvas deverão ser vedados com um bujão de aço galvanizado e os não terminados com luvas deverão ser tampados com buchas plásticas, conforme projeto. As tampas deverão ser mantidas, exceto durante a inspeção, até que os condutores sejam instalados.

Concluída a concretagem e removidas as formas, todos os eletrodutos deverão, em toda a sua extensão, ser limpos com uso de ar comprimido seco e sem vapor de óleo e pela passagem de passador com diâmetro 6 mm menor que o diâmetro interno do eletroduto, deixando-os secos e desobstruídos de detritos, sendo então imediatamente retampados.

Cada trecho de eletroduto entre caixas ou equipamentos deverá ter a sua continuidade elétrica assegurada.

As roscas deverão ser do tipo paralelas BSP e atender aos detalhes mostrados nos desenhos executivos. As faces cortadas dos eletrodutos deverão ser perpendiculares ao eixo, as extremidades escareadas para remover rebarbas e cantos vivos e as roscas feitas com cossinetes adequados. O comprimento das roscas expostas, depois de os eletrodutos terem sido completamente roscados dentro da luva ou conexão, não deverá exceder o indicado nos Desenhos Executivos. A rosca deverá ser coberta com uma demão grossa de tinta de proteção, fornecida pela CONTRATADA, para assegurar a estanqueidade da junta e impedir a entrada de argamassa durante a concretagem.

Os eletrodutos deverão ser suficientemente espaçados para permitir que as armaduras do concreto fiquem adequadamente embutidas no concreto, evitando a formação de vazios. Os eletrodutos deverão estar rigidamente escorados e fixados para evitar movimentação e para manter a posição exata, como indicado nos Desenhos Executivos ou como determinado pela CONTRATANTE, durante e após a concretagem. Se necessário, deverão ser instalados, para este fim, suportes, metálicos ou não, adequados. A distância entre os eletrodutos e a face externa do concreto deverá ser de no mínimo 75 mm e a distância entre eletrodutos deverá ser de no mínimo 50 mm, exceto onde os eletrodutos entrarem nas caixas de passagem.

Nas travessias das juntas de contração, os eletrodutos deverão ser instalados perpendicularmente ao plano das mesmas, com as conexões de expansão previstas, as quais permitirão pequenos movimentos transversais e longitudinais.

Os eletrodutos que terminarem em painéis ou quadros ou em bases de equipamentos deverão ser fixados por gabaritos e terminar 50 mm para fora da superfície de concreto, ou como indicado nos Desenhos Executivos; deverão terminar em luvas tampadas, como detalhado nesta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA.

Não será permitida a emenda de eletrodutos por solda. Também não serão permitidas conexões soldadas em lugar das conexões roscadas especificadas. Os eletrodutos não poderão ser soldados à armadura do concreto ou a outros elementos estruturais.

Os eletrodutos deverão ser aterrados em todas as caixas terminais e caixas de passagem embutidas, como mostrado nos Desenhos Executivos ou como determinado pela CONTRATANTE.



## Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

---

Onde possível, os eletrodutos deverão ser curvados no local de instalação, com raio longo, conforme NBR-5410; em nenhum caso as curvas poderão ter raio menor que seis vezes o seu diâmetro nominal. Todas as curvas executadas no local de instalação deverão ser feitas com máquina curvadeira, que não modifique o contorno dos eletrodutos, não reduza seu diâmetro interno, nem danifique o revestimento protetor. As curvas deverão estar isentas de pregas, saliências ou superfícies ásperas. Não poderá ser aplicado aquecimento para a execução das curvas.

Nos lances horizontais, os eletrodutos deverão ter a declividade necessária para evitar o acúmulo de água de condensação ou infiltração.

A CONTRATADA deverá fornecer e instalar um arame guia, de aço galvanizado, bitola nº 12 BWG, em cada eletroduto, inclusive nos eletrodutos de reserva.

Cada eletroduto deverá ser identificado nas extremidades expostas, antes da concretagem por meio de uma etiqueta circular de fibra ou material não ferroso, de no mínimo 25 mm de diâmetro, gravada com a designação do eletroduto mostrada nos Desenhos Executivos. As etiquetas de identificação deverão ser atadas ao eletroduto com arame de aço, de maneira que fiquem perfeitamente legíveis após a remoção das formas do concreto.

As caixas metálicas, arruelas, buchas, tampas e seus pertences, que serão embutidas no concreto, deverão ser firmemente fixados às formas, para que não se movimentem durante a concretagem. O método de fixação deverá facilitar a remoção das formas. As instalações embutidas deverão estar completas antes do início da concretagem, com todos os eletrodutos fixados e todas as ligações externas de terra necessárias devidamente ajustadas em suas posições. Todas as aberturas, através das quais possa vazar concreto, deverão ser calafetadas cuidadosamente. A própria caixa deverá ser convenientemente protegida contra um possível enchimento com concreto. As caixas deverão ser instaladas no nível, no prumo e adequadamente alinhadas, de maneira e apresentarem um bom acabamento. As caixas embutidas com volumes iguais ou superiores a 1.500 cm<sup>3</sup> e as caixas menores, terminando com menos de dois eletrodutos metálicas rígidos, deverão ser fixadas com suportes, que não sejam os seus próprios eletrodutos. As soldas, furos no aço, danos na galvanização do aço e aço não galvanizado, deverão ser limpos com escova de aço e retocados com tinta à base de zinco.

Todas as caixas deverão estar isentas de concreto, argamassa e outras matérias estranhas. As bordas frontais das caixas não deverão se projetar além da parede acabada, nem serem colocadas a mais do que 6 mm dentro da parede acabada, a menos que indicado de outro modo nos Desenhos Executivos. A localização das caixas de passagem deverá obedecer os Desenhos Executivos e não deverá se deslocar mais do que 10 mm do local indicado, em qualquer direção. A CONTRATADA deverá remover e reinstalar todas as caixas não apropriadamente instaladas ou que se desalinharem durante a concretagem, sem ônus para a CONTRATANTE, sempre que for exigido pela mesma.

A CONTRATADA deverá efetuar inspeções, coordenadas e presenciadas pela CONTRATANTE, em todos os eletrodutos, caixas, conexões e acessórios embutidos, para determinar se estão sendo instalados em conformidade com esta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA. Para estas inspeções a CONTRATADA deverá fornecer mão de obra, equipamentos, ferramentas e as tubulações de ar comprimido e dar todas as facilidades e a ajuda necessária, especializada ou não, sem custo adicional para a CONTRATANTE. Estas inspeções deverão verificar, no mínimo, a condição de desobstrução, limpeza, ausência de umidade interna e a continuidade elétrica dos eletrodutos, entre caixas de passagem ou terminais.

Após constatada a boa condição dos eletrodutos instalados, deverá ser verificado o arame guia, a correta identificação do eletroduto e o correto tamponamento em ambas as extremidades.



## Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

---

### 12.4.3 Instalação de Eletrodutos Expostos

Os eletrodutos expostos serão instalados em linhas retas paralelas às paredes, colunas ou vigas.

As derivações serão feitas por meio de caixas de derivação. Quando os eletrodutos forem agrupados, as derivações deverão ser feitas de maneira que apresentem uma aparência uniforme e simétrica.

Os eletrodutos deverão ser apoiados a no mínimo 300 mm de suas extremidades e ao longo do eletroduto os intervalos deverão ser aqueles prescritos na norma NBR-5410. Os eletrodutos deverão ser fixados ao concreto ou a perfisados metálicos por meio de grampos, braçadeiras ou fixadores tipo unha, galvanizados. Os grampos deverão ser fixados ao concreto por meio de chumbadores de expansão.

Deverão ser usados eletrodutos flexíveis, de pequeno comprimento, para ligação dos eletrodutos às caixas de ligação dos equipamentos sujeitos a vibração; para proporcionar a necessária flexibilidade, e em outros lugares onde eletrodutos rígidos não puderem ser convenientemente empregados. Deverão ser usadas conexões padrão para eletrodutos flexíveis para ligação dos mesmos aos eletrodutos rígidos e às caixas de derivação. Deverão ser usados eletrodutos flexíveis estanques a líquido nos locais úmidos ou expostos ao tempo, conforme indicado nos Desenhos Executivos ou de outra maneira instruído pela CONTRATANTE. Deverão ser usadas conexões estanques a líquido com os eletrodutos flexíveis estanques a líquido.

### 12.4.4 Instalação de Caixas Expostas

Onde indicado nos Desenhos Executivos, as caixas expostas deverão ser montadas sobre as paredes de alvenaria ou concreto (diretamente sobre as paredes ou delas afastadas) por meio de chumbadores de expansão, ou deverão ser montadas sobre cantoneiras ou em outros suportes estruturais chumbados ao piso, paredes, forros ou fundação de equipamentos. Quando, para instalar apropriadamente as caixas, se torne necessário remover o seu conteúdo, ou quando as caixas forem entregues separadamente de seus conteúdos, estes deverão ser recolocados antes da instalação ser considerada completa.

Todas as caixas deverão ser localizadas de maneira tal que as tampas e as aberturas fiquem facilmente acessíveis.

A CONTRATADA deverá remover e reinstalar todas as caixas não apropriadamente instaladas ou que se desalinharem durante a concretagem, sem ônus para a CONTRATANTE, sempre que exigido pela mesma.

## 12.5 Sistema de Iluminação

A CONTRATADA deverá fornecer e instalar todos os equipamentos e materiais do sistema de iluminação normal e de emergência, tanto interna quanto externa, das Estruturas de controle dos reservatórios, das tomadas d'água de uso difuso e das estruturas de derivação, compreendendo luminárias, postes, suportes, lâmpadas, interruptores e todos os acessórios e pertences, tais como reatores, relés, etc. A CONTRATADA deverá executar a ligação de todos os terminais, em complementação à instalação dos fios e cabos.



A CONTRATADA deverá fornecer e instalar todas as luminárias e projetores conforme indicado nos Desenhos Executivos, completas, com parafusos, extensões, braçadeiras, niples, guarnições, ou outro acabamento para luminárias em forro rebaixado e outros materiais que se fizerem necessários. A CONTRATADA deverá também fornecer e instalar os suportes, luminárias e lâmpadas para iluminação externa, bem como os postes. Os tipos de luminárias, locais, altura de montagem e potência das lâmpadas estarão indicados nos Desenhos Executivos. Todas as lâmpadas deverão ser instaladas pela CONTRATADA.

A instalação das luminárias e/ou projetores de cada área deverá ser executada após a montagem de todos os equipamentos da respectiva área, porém, antes da entrega para comissionamento da área.

A CONTRATADA deverá instalar aparelhos de controle fotoelétrico, conforme indicado nos Desenhos Executivos, orientados na direção sul.

A CONTRATADA deverá instalar e conectar todos os interruptores e respectivos espelhos. A altura dos interruptores de iluminação deverá ser de 1,30 m acima do piso, salvo se indicado de outra forma nos Desenhos Executivos.

### **12.6 Tomadas Elétricas**

A CONTRATADA deverá fornecer e instalar todas as tomadas elétricas nos locais indicados nos Desenhos Executivos ou como determinado pela CONTRATANTE. A CONTRATADA deverá executar todas as ligações das tomadas, em complementação à instalação dos eletrodutos, caixas, fios e cabos.

### **12.7 Sistema de Aterramento**

#### **12.7.1 Geral**

A Empreiteira Civil instalará todas as partes do sistema de aterramento que serão embutidas ou cobertas pelas estruturas de concreto de primeiro estágio. Esta parte inclui condutores de aterramento de cobre, hastes de terra, conexões exotérmicas, argamassa composta e todas as ferragens e acessórios necessários para completar a instalação.

A CONTRATADA deverá fornecer e instalar todas as partes restantes, inclusive as embutidas no concreto de segundo estágio, para assegurar um sistema completo de aterramento. A CONTRATANTE fornecerá todos os materiais necessários à execução do sistema de aterramento, incluindo ferramentas para solda exotérmica das conexões de aterramento, onde aplicáveis. Os materiais para execução das soldas exotérmicas deverão ser armazenados em estufas sob a responsabilidade da CONTRATADA. A CONTRATADA deverá fornecer o material e o equipamento necessários a execução de soldas com latão onde indicado nos Desenhos Executivos.

#### **12.7.2 Material**

Os condutores do sistema de aterramento serão cabos de cobre trefilado, têmpera meio-dura, com encordoamento Classe 2 e 3, nus. Quando necessário poderão ser empregados cabos isolados, do mesmo tipo que os empregados para os cabos de força de baixa tensão. Para fins de medição os cabos de aterramento isolados serão considerados como cabos de força de baixa tensão. Onde necessário serão utilizadas barras chatas de cobre.



### 12.7.3 Instalação

As conexões de cabos embutidos, do sistema de aterramento, deverão ser feitas por solda exotérmica. Os cabos deverão estar limpos de toda sujeira, graxa, umidade e oxidação antes que as ligações sejam feitas. As ligações soldadas com latão serão aceitas somente onde indicado nos Desenhos Executivos. As soldas exotérmicas deverão ser executadas somente por pessoal qualificado neste processo e a comprovação desta qualificação deverá ser submetida à aprovação da CONTRATANTE.

Cada estrutura e invólucro dos equipamentos elétricos principais deverão ter duas ligações ao sistema de aterramento. Todo item do equipamento auxiliar deverá ter uma conexão ao sistema de aterramento, salvo se indicado de outra forma nos Desenhos Executivos.

As ligações a equipamentos que precisem ser removidas nas manutenções deverão ser feitas com conectores de parafusar ou conforme indicado nos Desenhos Executivos.

As conexões às estruturas metálicas embutidas, metal embutido, trilhos de rolamento e outras partes metálicas deverão ser soldadas por método exotérmico. As conexões às superfícies galvanizadas deverão ser efetuadas por meio de conectores de parafusar, se assim for indicado nos Desenhos Executivos.

As estruturas metálicas embutidas deverão ser conectadas ao sistema de aterramento em pelo menos dois pontos. As ligações de terra deverão ser protegidas durante a operação de concretagem para evitar ruptura dos cabos ou das conexões soldadas.

Os cabos de terra embutidos em concreto de segundo estágio, deverão cruzar as juntas de contração ou construção em ângulos retos em relação às juntas e deverão ser instalados e protegidos de tal maneira que o movimento das estruturas não cause dano ao cabo.

Todo eletroduto metálico deverá ser ligado ao sistema de aterramento, quer mediante ligação a equipamentos que estejam diretamente aterrados ou fixados a suportes aterrados, quer por meio de ligações independentes de cobre. Poderão ser usadas buchas de aterramento.

As ligações dos cubículos de distribuição, quadros de distribuição, motores e equipamentos similares ao sistema de aterramento poderão ser feitas por derivações de cabo de cobre do sistema de aterramento trazidas para fora do concreto, desde que a localização dos equipamentos seja conhecida e as derivações possam ser corretamente locadas. Deverão ser instaladas placas ou blocos de aterramento para os equipamentos e extensões do sistema de aterramento futuros.

### 12.8 Sistema de Comunicações Internas

A CONTRATADA deverá fornecer e instalar todos os equipamentos e acessórios do Sistema de Comunicações Internas, conforme indicado nos desenhos executivos ou determinado pela CONTRATANTE. Em caso de omissão da CONTRATANTE deverão ser seguidas as normas Telebrás aplicáveis e no caso de omissão destas, o exposto nos itens das Especificações Técnicas no Tomo III – Partes 14 a 18.

### 12.9 Compatibilidade Eletromagnética

O controle, a supervisão e a proteção dos equipamentos eletromecânicos principais e auxiliares será realizado por equipamento eletrônico digital, com unidades distribuídas pelas diversas estruturas. Estes equipamentos digitais são extremamente sensíveis a interferências eletromagnéticas. Os diversos ambientes das Estações de Bombeamento, onde operarão equipamentos elétricos de porte e com tensões de operação elevadas, são, conseqüentemente, altamente “poluídos” quanto a interferências eletromagnéticas.



## Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

---

No projeto foram tomadas uma série de precauções e cuidados quanto a instalações de dutos elétricos, arranjo de cablagem, aterramentos, blindagens e outros. A CONTRATADA deverá seguir e executar minuciosamente, como previsto no projeto, todos os detalhes e as recomendações necessárias para evitar interferências eletromagnéticas.

A CONTRATANTE exercerá fiscalização rigorosa na execução das instalações, de modo a que sejam obedecidos, sem exceções, todos os detalhes e recomendações previstos, do modo como projetados e concebidos.

### **12.10 Equipamentos Elétricos Diversos**

#### 12.10.1 Geral

A CONTRATADA deverá instalar, de acordo com os Desenhos Executivos, todos os equipamentos e dispositivos elétricos auxiliares diversos, tais como: chaves, botoeiras, controladores de motor, painéis e outros itens que, não sendo fornecidos como componentes ou acessórios de outros equipamentos ou não sendo tratados especificamente nesta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA, porém são necessários à operação satisfatória dos equipamentos instalados sob as disposições deste Contrato e/ou requeridos pelas normas técnicas.

#### 12.10.2 Motores

Os motores embarcados em separado deverão ser acoplados ao equipamento a que pertencerem pela CONTRATADA. Todos os motores deverão ser ensaiados pela CONTRATADA, para verificar a adequação dos seguintes aspectos: isolamento (por ensaio com *megger*), lubrificação dos mancais, liberdade de rotação, ausência de corpos estranhos dentro da carcaça, rotação no sentido correto e operação com carga sem superaquecimento.

## **13 . PEÇAS METÁLICAS DIVERSAS**

### **13.1 Objetivo**

O trabalho abrangido por este item consiste no fornecimento e montagem das peças metálicas diversas, incluindo, porém não se limitando a passarelas, corrimãos, guarda-corpos, escadas, tampas para escotilhas, quadros, grelhas, parafusos chumbadores, tampas de inspeção, cercas e vários itens fabricados para fins especiais. A CONTRATADA deverá fornecer e montar todas as peças metálicas que não estejam incluídas como partes de um outro item descrito nas demais Especificações Técnicas apresentadas nesse Relatório.

### **13.2 Materiais**

As peças metálicas diversas que serão fabricadas pela CONTRATADA, serão projetadas pela Projetista durante o projeto executivo.

As demais peças como:

- fixadores de alumínio (tirantes, parafusos e porcas);
- chumbadores, porcas e arruelas de aço galvanizado;
- chapas metálicas galvanizadas;

Serão fornecidas pela CONTRATANTE e deverão ser montadas pela CONTRATADA.

A CONTRATADA também deverá fornecer todo o material de consumo e uso temporário necessário, incluindo, porém não se limitando a, estopa, composto de vedação, composto antiaderente, eletrodos para solda, lubrificantes de roscas, tirantes, calços, suportes, prendedores e materiais para instalação dos diversos itens.



### 13.3 Qualidade de Execução

#### 13.3.1 Generalidades

A qualidade de execução deverá adaptar-se aos códigos e normas brasileiras aplicáveis e aos requisitos detalhados constantes desta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA e nos Desenhos. A instalação deverá ser executada por pessoal habilitado, treinado e especializado nos serviços a serem efetuados. Todos os serviços de instalação deverão ser executados de acordo com a boa prática de construção, empregando-se equipamentos, ferramentas e materiais adequados para os fins propostos.

Todas as peças metálicas deverão ser cuidadosa e perfeitamente montadas da maneira mais sólida. Todas as juntas deverão ser limpas e ajustadas, para assegurar continuidade perfeita. As peças deverão ser cuidadosamente unidas entre si por solda ou por parafusos e rebites, ocultos tanto quanto possível. Todas as armações deverão ser providas com reforços adequados, para manter o alinhamento durante a instalação. Os componentes não deverão ser sobre-solicitados durante o processo de montagem, não sendo permitido martelamento, que danifique ou deforme os componentes.

Nas ligações parafusadas os parafusos deverão ser firmemente apertados. Os parafusos chumbadores embutidos deverão ser cuidadosamente posicionados para a adequada conexão às peças não embutidas. Tanto quanto praticável, as peças metálicas embutidas serão colocadas nos recessos para concreto de segundo estágio para facilitar o alinhamento. As peças metálicas embutidas deverão ser rigorosamente ajustadas no lugar por ocasião da concretagem ou serão deixados recessos no concreto, colocando, fixando e concretando as peças após a cura do concreto.

Onde for impraticável colocar ancoragens ou chumbadores necessários para a instalação de escadas, corrimãos ou outras peças metálicas diversas, antes da concretagem, deverão ser executados furos no concreto, pela CONTRATADA, e instalados parafusos de expansão ou chumbadores.

A CONTRATADA deverá fornecer todo eletrodo necessário para execução das soldas no campo e todas as ancoragens, reforços temporários, tirantes, calços, grampos, parafusos de montagem e outros materiais diversos, necessários para colocar as peças metálicas em posição e mantê-las no alinhamento apropriado durante a colocação do concreto.

Somente deverão ser empregados no serviço soldadores qualificados e, quando solicitado, a CONTRATADA deverá apresentar evidência satisfatória de sua habilidade, antes que lhe seja permitido executar o serviço. A técnica de solda empregada, as aparências e a qualidade das soldas feitas e os métodos usados na correção de serviço defeituoso, deverão estar de acordo com as normas da ABNT aplicáveis.

Todas as soldas nos corrimãos deverão ser esmerilhadas e planas.

#### 13.3.2 Metais Ferrosos

A montagem de peças de metal ferroso deverá acatar as disposições aplicáveis das Especificações do AISC “Design, Fabrication and Erection of Structural Steel for Buildings”.



### 13.3.3 Alumínio

O material de alumínio de ½ polegada de espessura ou menos poderá ser cortado, serrado ou usinado. O material de mais de ½ polegada de espessura deverá ser serrado e usinado. As bordas cortadas deverão ser retas e lisas, isentas de rebarbas ou irregularidades excessivas. Os cortes reentrantes deverão ser filetados por furação anterior ao corte. Não será permitido o corte por maçarico. Para facilitar o dobramento, os corrimãos de alumínio poderão ser aquecidos a uma temperatura que não exceda 200°C, por um período não excedente a 30 minutos. A soldagem somente será permitida, quando especificamente indicada nos Desenhos Executivos ou aprovada pela CONTRATANTE.

### 13.3.4 Soldagem Elétrica

Todas as peças metálicas que necessitarem de soldagem elétrica, deverão obedecer as normas técnicas aplicáveis da ABNT.

### 13.3.5 Pintura

Todas as peças metálicas que necessitarem de pintura, conforme exigido pelos desenhos executivos ou Especificações Técnicas, deverão ser pintadas conforme normas a serem estabelecidas durante o projeto executivo.

## 14 . PROTEÇÃO DE SUPERFÍCIES

### 14.1 Objetivo

Este item abrange a execução de todos os serviços relacionados à pintura na Obra dos equipamentos que fazem parte do escopo deste Contrato.

### 14.2 Pintura

#### 14.2.1 Generalidades

As tintas e diluentes necessárias para a pintura na Obra das bombas, motores, equipamentos hidromecânicos de levantamento e transporte, válvulas dispersoras e condutos forçados serão fornecidas pelo respectivo Fabricante.

A CONTRATADA deverá fornecer todo o material de consumo e de uso temporário para aplicação e inspeção da pintura, incluindo o preparo de superfícies.

A CONTRATADA deverá executar retoques, pintura completa ou aplicação de uma demão suplementar nos equipamentos por ela montados, conforme especificado nas Especificações Técnicas de cada equipamento fornecido.

Os equipamentos, em geral, virão pintados de fábrica.

As superfícies a serem embutidas no concreto, as superfícies de aço resistente à corrosão ou não ferrosas e metais usinados para contato por deslizamento ou rolamento não receberão qualquer proteção.

As superfícies que não serão pintadas deverão ser recobertas ou de outro modo protegidas durante a operação de limpeza e pintura das superfícies contíguas.

De modo geral, todos os equipamentos deverão ser pintados ou retocados imediatamente após a montagem, para evitar sua deterioração.



### 14.3 Preparo de Superfícies

Antes de iniciar o preparo das superfícies para a pintura, estas deverão ser esmerilhadas e/ou lixadas para eliminar rebarbas de recortes, cantos vivos, excessos de soldagens, carepas de solda, etc.

Para o tratamento das superfícies a serem pintadas deverão ser seguidas as recomendações das normas aplicáveis da ABNT, e especificações de cada equipamento em questão., genericamente, todas as peças antes de receberem o tratamento, deverão passar por uma rigorosa inspeção visual, controlando-se acabamento de solda e lixamento, rebarbas de recorte, e as áreas afetadas por graxas, óleos e outras substâncias gordurosas deverão ser limpas por lavagem apropriada.

A peça jateada deverá ser manuseada com a utilização de luvas adequadas, isentas de pó, graxas ou outras substâncias que possam transferir-se para a superfície jateada. A peça jateada não deverá entrar em contato com ambientes onde se verifique umidade relativa superior a 85%, presença de pó, vapores de qualquer natureza, óleos e graxas. A temperatura do substrato deverá estar 3 °C acima do ponto de orvalho.

O processo de tratamento não deverá ser interrompido por um período superior a três horas, após o jateamento.

### 14.4 Pintura – Aplicação das Tintas

Com exceção das superfícies que estarão embutidas no concreto e do que for especificado em contrário, todas as superfícies expostas não usinadas, externas e internas, incluindo todos os equipamentos e acessórios, deverão receber a pintura de acordo com as respectivas Especificações Técnicas e as recomendações dos fabricantes das tintas usadas, com os requisitos aplicáveis das normas da ABNT ou equivalentes e aprovadas pela CONTRATANTE. Genericamente, deverão ser observados tópicos, tais como: temperatura do substrato, condições ambientais, limpeza das superfícies, métodos e equipamento de aplicação das tintas, intervalo entre demãos, tempo de cura e de manuseio, diluição e mistura das tintas, parâmetros de espessuras mínimas e máximas, conforme respectivas Especificações Técnicas . Não serão aceitos processos de aplicação por pincel, trincha ou rolo.

Não serão aceitos defeitos de aplicação, tais como: porosidades, descascamentos, empolamentos, escorrimentos, enervamentos, respingos ou enrugamentos.

### 14.5 Equipamentos e Materiais

A CONTRATADA deverá fornecer todos os equipamentos e acessórios necessários para a adequada execução dos serviços de preparo de superfícies e pintura, bem como para o controle de qualidade de tais serviços.

Todos os equipamentos e acessórios necessários para o preparo de superfícies e pintura, deverão estar em bom estado e atender às necessidades exigidas. Os equipamentos que normalmente sofrem desgaste, tais como bicos de jato, partes internas das pistolas, mangueiras, etc., deverão ser novos e próprios para o abrasivo e tintas utilizadas.

A CONTRATADA deverá dispor de equipamentos para controle de qualidade, não se limitando porém aos seguintes:

- rugosímetro;
- padrão comparativo do preparo de superfície;
- termohigrômetros;



- medidor de película do filme úmido;
- medidor de película do filme seco - preferencialmente do tipo eletrônico;
- materiais/equipamentos para testes de aderência - processo de tração;
- medidores de temperatura do substrato;
- medidor de viscosidade.

A CONTRATADA não poderá utilizar tintas com prazos de validade vencidos.

A CONTRATADA deverá dispor de todas as normas aplicáveis da ABNT ou equivalentes, principalmente sobre controle de qualidade das tintas, abrasivos e aplicações, bem como Boletins Técnicos dos fabricantes de todas as tintas que estão sendo utilizadas.

Os equipamentos de segurança, a sua utilização e a responsabilidade civil serão da CONTRATADA.

### 14.6 Equipe de Pintura

Os profissionais de jateamento/pintura envolvidos na pintura deverão possuir experiência nos esquemas de pintura especificados nesta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA.

Os pintores deverão ter experiência específica com o tipo de tinta a ser aplicada. Deverão dispor de todos os equipamentos de segurança necessários e serem orientados sobre as normas de segurança que deverão ser observadas.

### 14.7 Esquemas de Pintura

As tintas utilizadas por esquema de pintura, em cada equipamento, deverão ser de um mesmo fabricante de tintas.

Os esquemas de pintura, em geral, encontram-se definidos nas Especificações Técnicas de cada equipamento.

### 14.8 Testes de Aderência

#### 14.8.1 Geral

Após a pintura deverão ser feitos testes de aderência pelo processo de tração, com instrumento apropriado (ADHESION TESTER), devendo atingir a tensão mínima indicada para os esquemas abaixo e em conformidade com a norma ASTM D4541:

- |             |  |           |
|-------------|--|-----------|
| • Esquema A | Superfícies Submersas                                      | = 3,5 MPa |
| • Esquema B | Superfícies Externas (Expostas - Normal/Protegidas)        | = 2,5 MPa |
| • Esquema C | Superfícies Externas (Expostas ao Intemperismo)            | = 2,5 MPa |
| • Esquema D | Superfícies em Contato com Óleo                            | = 3,0 MPa |
| • Esquema E | Tubulações e Identificações (Expostas - Normal/Protegidas) | = 3,0 MPa |
| • Esquema F | Superfícies Galvanizadas                                   | = 2,5 MPa |

#### 14.8.2 Pintura Completa

Compreende as atividades de aplicação do esquema de pintura especificado, realizadas na Obra



### 14.8.3 Retoque

Compreende as atividades de aplicação do esquema de pintura especificado, realizadas na Obra, em pequenas áreas de superfícies pintadas, para reparar danos, esfoladuras e restituir o revestimento, ou ainda para completá-lo nos casos de partes dos equipamentos que não foram pintadas em razão dos serviços previstos para a Obra, como, por exemplo, junção por soldagem.

### 14.8.4 Demão Suplementar

Compreende as atividades de aplicação da última demão de acabamento após a execução dos retoques, conforme esquema de pintura especificado

## 14.9 Inspeções e Responsabilidades

Para a garantia da qualidade deverão ser realizados testes e verificações tais como: qualidade e características dos abrasivos para jateamento, perfil de rugosidade, condições ambientais, preparo das tintas, espessura dos filmes úmido e seco, procedimentos de preparo de superfícies e aplicações de tinta, uniformidade e aderência do filme seco.

### 14.10 Garantia

As tintas aplicadas deverão ter garantia de 2 (dois) anos após a data de aceitação pela CONTRATANTE, contra quaisquer defeitos ou imperfeições originados por deficiências na aplicação.

## 15 . SOLDAGEM

### 15.1 Objetivo

Este item estabelece as exigências relativas aos serviços de soldagem, necessários à execução da Obra, os quais a CONTRATADA deverá realizar.

Toda e qualquer solda auxiliar de montagem que a CONTRATADA julgue necessário executar sobre equipamento permanente somente poderá ser realizada após expressa aceitação do Supervisor de Montagem do Fabricante.

Todas as soldas deverão ser executadas por meio de arco elétrico, por um processo que exclua a atmosfera do metal fundido.

### 15.2 Preparação

Todas as superfícies a serem soldadas deverão ser preparadas de acordo com as instruções do Fabricante e estarem, no mínimo, limpas e livres de toda escama, oxidação, umidade, gordura e matéria estranha, até uma distância mínima de 25 mm a partir do limite da faixa a soldar.

Todas as áreas de soldagem deverão ser convenientemente protegidas contra chuva.

Os eletrodos empregados para a solda deverão estar completamente secos, devendo ser conservados em sua embalagem original enquanto for possível. Antes da utilização, deverão ser colocados em estufa de secagem durante o número de horas especificado pelo Fabricante e durante a soldagem os mesmos deverão ser estocados em estufas portáteis.

Quando a solda for executada por camadas sucessivas, cada camada deverá ser completamente limpa antes da execução da camada subsequente.



### 15.3 Acabamento e Limpeza

A CONTRATADA deverá efetuar a limpeza das soldas e prepará-las adequadamente para a execução dos serviços de inspeção, removendo os respingos ou superfícies irregulares das soldas ou qualquer material estranho incrustado, oxidações, umidade, gorduras, graxas, e outros materiais, utilizando-se de equipamentos e processos adequados, de forma a permitir uma correta execução dos ensaios radiográficos, sem que estas irregularidades sejam confundidas com a imagem de descontinuidade ou defeito de solda.

### 15.4 Normas

De uma forma geral, as soldas deverão ser executadas de acordo com a Parte UW da Seção VIII do "Boiler and Pressure Vessel Code" da American Society of Mechanical Engineers (ASME), prevalecendo, contudo, as instruções dos Fabricantes.

A CONTRATADA receberá, junto com as instruções do Fabricante, planos de soldagem nos quais estarão definidos as Especificações de Procedimento de Soldagem e as informações adicionais aplicáveis, tais como classe de eficiência, ensaios não destrutivos, seqüência de soldagem, tratamentos térmicos, localização do cordão no respectivo componente e critérios de aceitação.

As Especificações de Procedimentos de Soldagem serão elaboradas com base nos requisitos aplicáveis da Seção IV "Qualification Standard for Welding and Brasing Procedures, Welders, Brazers, and Welding Operators" do "Boiler and Pressure Vessel Code" da ASME.

Para as soldas de exclusiva responsabilidade da CONTRATADA e que sejam estrutural e/ou funcionalmente importantes, a com

TRATANTE poderá exigir a execução das respectivas Qualificações de Procedimento, conforme requisitos aplicáveis da Seção IX do código ASME acima citado.

### 15.5 Qualificação de Soldadores e Operadores

Todos os soldadores que trabalharão nos serviços aqui especificados estarão qualificados segundo a Norma ASME, Seção IX, por um organismo oficial (Bureau Veritas, Lloyd's Register) ou entidades equivalentes, ou ainda pela própria CONTRATANTE. Se, não importando qual a fase do serviço, o trabalho de um soldador for contestado, tal soldador passará por um novo teste de qualificação, de maneira a determinar sua aptidão a executar o tipo de trabalho para o qual estava qualificado.

A qualificação de todos os soldadores e operadores, é indispensável. Caberá à CONTRATADA todos os custos relativos à realização destas qualificações.

### 15.6 Ensaios Não Destrutivos

#### 15.6.1 Geral

As soldas serão ensaiadas na Obra, conforme instruções dos Fabricantes, nas quais estarão definidos os processos e os critérios de aceitação.

#### 15.6.2 Inspeção Visual

Todas as soldas realizadas na Obra serão submetidas a inspeção visual e deverão satisfazer aos seguintes requisitos mínimos:

As soldas de topo deverão ser ligeiramente convexas, de altura uniforme, e deverão ter penetração total.



## Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

---

As soldas de filete deverão ter as dimensões especificadas, com garganta cheia e com pernas de igual comprimento.

Não deverão ocorrer descontinuidades inaceitáveis, tais como trincas, porosidades, mordeduras, inclusões de escória e demais ocorrências do gênero.

### 15.6.3 Gamagrafias

A CONTRATADA deverá executar, por sua conta, todos os ensaios de gamagrafia nas diversas soldas executadas na Obra, nos diversos equipamentos (bombas, motores, tubulações e outros), onde especificado nas instruções dos Fabricantes e onde se fizer necessário para garantir a qualidade dos serviços de montagem.

As gamagrafias deverão ser efetuadas de acordo com as exigências do código ASME.

A totalidade das soldas dos condutos deverão ser inspecionadas por gamagrafia.

### 15.6.4 Outros Ensaios Não Destrutivos

A CONTRATADA deverá executar, sem ônus para a CONTRATANTE, todos os demais ensaios não destrutivos especificados nas instruções dos Fabricantes para as soldas de campo, tais como ultra-som, líquido penetrante, partículas magnéticas e controles dimensionais. Tais ensaios não destrutivos deverão ser efetuados e interpretados de acordo com as exigências do Código ASME e/ou dados de projeto. As descontinuidades inaceitáveis reveladas por meio destes ensaios deverão ser reparadas pela CONTRATADA de acordo com o Código da ASME e sucessivamente ensaiadas e reparadas até que a solda seja considerada aprovada.

## 15.7 Reparos

As soldas defeituosas, reveladas pela inspeção deverão ser reparadas e reinspecionadas pela CONTRATANTE, até que a união seja considerada aceitável.

## 15.8 Eletrodos para Solda

A CONTRATANTE fornecerá os eletrodos necessários para a fabricação e montagem dos equipamentos permanentes, num total de 125% da quantidade necessária calculada para as soldas de campo, com exceção dos necessários para as soldas de fabricação e montagem dos Sistemas Auxiliares Mecânicos e das Peças Metálicas Diversas. Os eletrodos serão fornecidos em embalagens metálicas fechadas a vácuo, convenientemente marcadas com o tipo e tamanho do eletrodo. As embalagens dos eletrodos somente deverão ser abertas imediatamente antes da utilização. Os eletrodos deverão ser mantidos em estufas portáteis posicionadas perto dos soldadores. Nos intervalos dos trabalhos, os eletrodos cujas embalagens já tenham sido abertas deverão ser mantidos em estufas apropriadas. As instruções do fabricante dos eletrodos deverão ser seguidas pela CONTRATADA. A utilização dos vários tipos e tamanhos nas várias soldas a serem executadas serão definidos pelos Desenhos Executivos ou por Instruções de Montagem específicas.

Será debitado à CONTRATADA por qualquer eletrodo desperdiçado, usado incorretamente ou utilizado para qualquer outro fim que não seja a execução de soldas de montagem permanente no campo. Qualquer quantidade recebida e não utilizada deverá ser devolvida à CONTRATANTE.

Os eletrodos para os suportes e reforços temporários, para fabricação e montagem dos Sistemas Auxiliares Mecânicos e das Peças Metálicas Diversas, bem como todos os eletrodos para corte, deverão ser fornecidos pela CONTRATADA, sem ônus para a CONTRATANTE.

Os eletrodos de corte (carvão) deverão ser fornecidos pela CONTRATADA.



### **15.9 Pré-aquecimento das Chapas**

A CONTRATADA deverá executar, caso seja necessário, o pré-aquecimento das chapas, quando dos trabalhos de soldagem, de acordo com orientação técnica do fabricante das mesmas.

### **15.10 Materiais e Equipamentos para o Pré-aquecimento das Chapas**

A CONTRATADA deverá providenciar, caso seja necessário, todos os equipamentos e materiais necessários à execução do pré-aquecimento das chapas para soldagem.