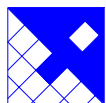




**MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL  
SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA**



**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 III – EIXO NORTE  
R14 – DOSSIÊ DE LICITAÇÃO  
TOMO V - MONTAGEM**



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

**TRECHO III – EIXO NORTE  
R14 – DOSSIÊ DE LICITAÇÃO – TOMO V - MONTAGEM**

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

## ***PROJETO BÁSICO***

### **MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL**

Ministro de Estado da Integração Nacional: **Ciro Ferreira Gomes**

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

Secretário de Infra-Estrutura Hídrica: **Hypérides Pereira de Macêdo**

Coordenador Geral: **João Urbano Cagnin**

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

Diretor: **Luiz Carlos Moura Miranda**

### **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**

São José dos Campos, setembro de 2003

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais - FUNCATE

Projeto de transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional – Projeto Básico; Trecho III – Eixo Norte – R14 – Dossiê de Licitação – Tomo V - Montagem. - São José dos Campos: Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais – FUNCATE, 2003.

50 p

1. Transposição de Águas; Engenharia; Tecnologia Geral.
- I. Trecho III – Eixo Norte - R14 – Dossiê de Licitação – Tomo V - Montagem

CDU 556.18:62

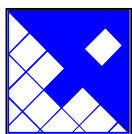
**FUNCATE:**

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

São José dos Campos – SP

CEP: 12210-131

Telefone: (0XX 12) 3925 1399 Fax: (0XX 12) 3941 2829



**FUNCATE**

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

Projeto	SC, BDL	Data SET/2003
Verificação	RAA	Data SET/2003
Aprovação	ACAV	Data SET/2003
Aprovação	JAVM	Data SET/2003
Código FUNCATE	EN.B/III.RF.OR.0009	



**MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL**

Verificação		Data
Aprovação		Data

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

**PROJETO BÁSICO**

**TRECHO III - EIXO NORTE  
R14 - DOSSIÊ DE LICITAÇÃO - TOMO V - MONTAGEM**

**Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco  
para o Nordeste Setentrional**  
*Projeto Básico*

**Equipe**

*José Armando Varão Monteiro: Gerente*

*Antônio Carlos de Almeida Vidon: Coordenador Técnico*

*Ricardo Antônio Abrahão: Coordenador Técnico Adjunto*

*Geversson Luiz Machado: Chefe da Equipe de Geotecnia*  
*Clóvis Ribeiro de Moraes Leme: Engenheiro*

*Aloysio Accioly de Senna Filho: Chefe da Equipe de Geologia*

*Rafael Guedes Valença: Chefe da Equipe de Hidráulica*  
*Anibal Young Eléspuru: Engenheiro*

*José Carlos Degaspare: Chefe da Equipe de Estrutura*

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

*Bernd Dieter Lukas: Chefe da Equipe de Engenharia Mecânica*

*Sidnei Collange: Chefe da Equipe de Engenharia Elétrica*

**Equipe de Produção**

*Antonio Carlos Cunha Aguiar – Projetista*

*Antonio Muniz Neto – Projetista*

*Leandro Eboli – Projetista*

*João Luiz Bosso – Projetista*

*Laryssa Lillian Lopes – Técnica em Geoprocessamento*

*Mônica de Lourdes Sampaio – Desenhista Projetista*

**Infra Estrutura e Apoio**

*Ana Julia Cristofani Belli – Secretária*

*Célia Regina Pandolphi Pereira – Assistente Adm. Especializada*

*Andréa Marques Moraes – Aux. Administrativo*

*Maria Aparecida de Souza – Servente*

**Consultor**

*Luiz Antonio Villaça de Garcia*



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

---

### APRESENTAÇÃO

O presente documento se constitui no Relatório R14 – DOSSIÊ DE LICITAÇÃO - TOMO V - MONTAGEM, parte integrante do **Projeto Básico do Trecho III – 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 III – Eixo Norte** compõe-se dos seguintes relatórios:

- R1 Descrição do Projeto
- R2 Critérios de Projeto
- R3 Usinas Hidrelétricas
- R4 Sistema Adutor
- R5 Sistema de Drenagem
- R6 Bases Cartográficas
- R7 Geologia e Geotecnia
- R8 Estudos Hidrológicos
- R9 Sistema de Supervisão
- R10 Modelo Hidrodinâmico e Esquema Operacional
- R11 Sistema Elétrico
- R12 Canteiros e Sistema Viário
- R13 Cronograma e Orçamentos
- R14 Dossiê de Licitação
- R15 Memoriais de Cálculo
- R16 Linhas de Transmissão
- R17 Caderno de Desenhos



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

---

### Índice Geral do relatório R14 – Dossiê de Licitação

Tomo I – Especificações Técnicas e Normas de Medição e Pagamento

Tomo II – Especificação Elétrica:

- Parte 1: Transformador Elevador
- Parte 2: Cubículos de Média Tensão
- Parte 3: Quadros de Serviços Auxiliares CA e CC
- Parte 4: Baterias e Carregadores
- Parte 5: Grupo Gerador Diesel
- Parte 6: Sistema de Proteção
- Parte 7: Sistema de Telefonia
- Parte 8: Sistema de Transmissão de Fonia de Dados
- Parte 9: Cabos OPGW
- Parte 10: Sistema de Comunicação Via Satélite
- Parte 11: Sistema Digital de Supervisão e Controle
- Parte 12: Gerador Horizontal
- Parte 13: Equipamento 69 kV

Tomo III: Especificação de Linha de Transmissão

Tomo IV: Especificação Mecânica

- Parte 1: Turbinas
- Parte 2: Equipamentos Hidromecânicos
- Parte 3: Equipamentos de Levantamento e Transporte
- Parte 4: Conduitos Forçados das Usinas Hidrelétricas
- Parte 5: Válvulas Dispensoras
- Parte 6: Sistemas Auxiliares Mecânicos para Usinas Hidrelétricas
- Parte 7: Tomadas D'Água de Uso Difuso

Tomo V: Montagem



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

ÍNDICE	PG
<b>1 . OBJETO E OBJETIVO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 . SERVIÇOS DE MONTAGEM INCLUÍDOS NO FORNECIMENTO.....</b>	<b>1</b>
2.1 Conjuntos Turbinas - Geradores e Equipamentos Associados .....	1
2.2 Transformadores Elevadores .....	1
2.3 Subestações 6,9-69 kV .....	1
2.4 Sistemas de Proteção, Controle e Supervisão e de Auxiliares Elétricos .....	1
2.5 Instalações Elétricas – Fornecimento e Montagem.....	2
2.6 Equipamentos Hidromecânicos .....	2
2.7 Válvulas Dispensoras.....	3
2.8 Equipamentos de Elevação e Transporte.....	3
2.9 Conduitos Forçados .....	3
2.10 Sistemas Auxiliares Mecânicos das Usinas Hidrelétricas .....	3
2.11 Peças Metálicas Diversas .....	3
2.12 Pintura.....	4
2.13 Montagem Elétrica das Estruturas de Controle, Estruturas de Derivação e Tomadas D'água de Uso Difuso.....	4
2.14 Demais Serviços, Materiais, Equipamentos e Sistemas Incluídos no Fornecimento ....	4
2.15 Desenhos de Referência .....	6
<b>3 . EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E SERVIÇOS EXCLUÍDOS DO FORNECIMENTO.....</b>	<b>7</b>
<b>4 . GENERALIDADES .....</b>	<b>7</b>
<b>5 . SERVIÇOS DE MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO .....</b>	<b>9</b>
5.1 Objetivo.....	9
5.2 Mobilização.....	9
5.3 Instalações da Contratada .....	9
5.3.1 Generalidades .....	9
5.3.2 Edificações da CONTRATADA.....	9
5.3.3 Áreas para Montagem.....	9
5.4 Locação da Obra .....	9
5.5 Desmobilização .....	10
<b>6 . EQUIPAMENTOS HIDROMECAÑICOS E DE LEVANTAMENTO E VÁLVULAS DISPENSORAS</b>	<b>10</b>
6.1 Objetivo.....	10
6.2 Generalidades .....	10
6.3 Seqüência de Montagem.....	10





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

---

6.4 Tolerâncias Dimensionais de Forma e de Posição na Montagem .....	10
6.5 Procedimentos de Montagem .....	11
6.6 Soldas em Aço Carbono.....	11
6.7 Soldas em Aço Inoxidável.....	12
6.8 Aperto de Parafusos .....	13
6.9 Tubulações e seus Acessórios .....	13
6.10 Controle da Qualidade.....	13
6.11 Protocolos Dimensionais .....	14
6.12 Decapagem.....	15
<b>7 . TESTES E UTILIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE LEVANTAMENTO .....</b>	<b>15</b>
7.1 Objetivo.....	15
7.2 Generalidades .....	16
7.3 Testes de Aceitação .....	16
7.4 Utilização dos Equipamentos .....	16
7.5 Emissão do Certificado de Aceitação Provisória .....	17
<b>8 . CONDUTOS FORÇADOS .....</b>	<b>17</b>
8.1 Objetivo.....	17
8.2 Generalidades .....	17
8.3 Execução .....	18
8.4 Pintura.....	18
8.5 Controle .....	18
8.5.1 Generalidades .....	18
8.5.2 Certificação .....	19
<b>9 . TURBINAS HIDRÁULICAS E EQUIPAMENTOS ASSOCIADOS .....</b>	<b>19</b>
9.1 Objetivo.....	19
9.2 Generalidades .....	19
9.3 Montagem .....	20
9.3.1 Ferramentas e Dispositivos Especiais.....	20
9.3.2 Equipamentos de Elevação e Transporte.....	20
9.3.3 Soldagem.....	20
9.3.4 Montagem e Instalação.....	20
<b>10 . GERADORES E EQUIPAMENTOS ASSOCIADOS .....</b>	<b>21</b>
10.1 Objetivo.....	21
10.2 Generalidades .....	21
10.3 Montagem .....	22
10.4 Alinhamento e Nivelamento .....	22



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

---

10.5 Sistema de Excitação .....	22
10.6 Cubículos de Alimentação e Proteção Contra Surtos .....	22
10.7 Sistemas de Resfriamento e Circulação de Óleo do Mancal Guia .....	22
10.8 Sistemas de Instrumentação e Dispositivos de Proteção do Motor .....	22
10.9 Ensaios dos Geradores .....	23
10.10 Instrumentação dos Geradores .....	23
<b>11 . TRANSFORMADORES ELEVADORES .....</b>	<b>23</b>
11.1 Objetivo.....	23
11.2 Generalidades .....	23
11.3 Montagem .....	24
11.3.1 Transporte .....	24
11.3.2 Movimentação .....	24
11.3.3 Buchas .....	24
11.3.4 Óleo Isolante .....	24
11.3.5 Sistema de Resfriamento ONAN/ONAF .....	24
11.3.6 Sistema de Proteção Antiincêndio .....	24
<b>12 . SUBESTAÇÕES DE 69 KV .....</b>	<b>24</b>
12.1 Objetivo.....	24
12.2 Generalidades .....	24
12.3 Subestações 69 kV .....	25
12.3.1 Descrição Geral.....	25
12.4 Montagem dos Equipamentos .....	25
12.4.1 Descrição Geral.....	25
12.4.2 Montagem dos Equipamentos .....	26
<b>13 . SISTEMAS DE PROTEÇÃO, CONTROLE E SUPERVISÃO E DE AUXILIARES ELÉTRICOS</b>	<b>26</b>
13.1 Objetivo.....	26
13.2 Generalidades .....	26
13.3 Equipamentos a serem Instalados .....	26
13.3.1 Sistema de Proteção.....	26
13.3.2 Sistema de Controle e Supervisão .....	26
13.3.3 Equipamentos e Controles do Sistema Digital de Supervisão e Controle (SDSC)....	27
13.3.4 Quadros de Serviços Auxiliares de CA e CC .....	27
13.3.5 Transformadores de Serviços Auxiliares .....	27
13.3.6 Baterias e Carregadores de Baterias .....	27
13.3.7 Equipamentos de Comunicação.....	27
13.3.8 Sensores de Sistemas Auxiliares Mecânicos .....	27
13.4 Instalação .....	27
13.4.1 Cubículos e Painéis .....	27
13.4.2 Transformadores de Serviços Auxiliares .....	28
13.4.3 Baterias.....	28
13.4.4 Sensores de Sistemas Auxiliares Mecânicos .....	28



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

---

<b>14 . INSTALAÇÕES ELÉTRICAS .....</b>	<b>28</b>
14.1 Objetivo.....	28
14.2 Escopo dos Serviços.....	28
14.3 Fios, Cabos e Acessórios .....	29
14.3.1 Geral.....	29
14.3.2 Instalação .....	29
14.4 Leitos de Cabos .....	31
14.5 Eletrodutos, Caixas e Acessórios .....	31
14.5.1 Geral.....	31
14.5.2 Instalação de Eletrodutos e Caixas Embutidas .....	31
14.5.3 Instalação de Eletrodutos Expostos .....	33
14.5.4 Instalação de Caixas Expostas.....	34
14.6 Sistema de Iluminação .....	34
14.7 Tomadas Elétricas .....	35
14.8 Sistema de Aterramento.....	35
14.8.1 Geral.....	35
14.8.2 Material .....	35
14.8.3 Instalação .....	35
14.9 Sistema de Comunicações Internas.....	36
14.10 Compatibilidade Eletromagnética .....	36
14.11 Equipamentos Elétricos Diversos .....	36
14.11.1 Geral.....	36
14.11.2 Motores .....	37
<b>15 . SISTEMAS AUXILIARES MECÂNICOS .....</b>	<b>37</b>
15.1 Objetivo.....	37
15.2 Embutidos de Primeiro Estágio.....	37
15.3 Códigos e Normas .....	37
15.4 Materiais de Tubulação, Conexões, Válvulas e Acessórios .....	38
15.5 Qualidade de Execução.....	38
15.5.1 Generalidades .....	38
15.5.2 Peças Metálicas Embutidas .....	39
15.5.3 Tubulação Rosqueada.....	40
15.5.4 Tubulação Flangeada e Soldada .....	40
15.5.5 Tubulação de Ferro Fundido Dúctil, de Ponta e Bolsa com Junta Elástica .....	40
15.5.6 Tubulação de Cobre .....	41
15.5.7 Tubulação de Aço Inoxidável .....	41
15.5.8 Luvas para Passagem da Tubulação .....	41
15.5.9 Soldagem.....	41
15.5.10 Equipamentos e Instrumentação.....	41
15.6 Caracterização dos Serviços .....	42
15.6.1 Generalidades .....	42
15.7 Testes e Ensaios das Tubulações.....	42



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

---

15.7.1	Generalidades .....	42
15.8	Testes e Ensaios das Bombas e Compressores .....	43
15.9	Limpeza, Ajustagem e Esterilização .....	43
16 .	PEÇAS METÁLICAS DIVERSAS .....	43
16.1	Objetivo.....	43
16.2	Materiais .....	43
16.3	Qualidade de Execução.....	44
16.3.1	Generalidades .....	44
16.3.2	Metais Ferrosos .....	45
16.3.3	Alumínio.....	45
16.3.4	Soldagem Elétrica.....	45
16.3.5	Pintura.....	45
17 .	PROTEÇÃO DE SUPERFÍCIES.....	45
17.1	Objetivo.....	45
17.2	Pintura.....	45
17.2.1	Generalidades .....	45
17.3	Preparo de Superfícies .....	46
17.4	Pintura – Aplicação das Tintas .....	46
17.5	Equipamentos e Materiais.....	46
17.6	Equipe de Pintura .....	47
17.7	Esquemas de Pintura .....	47
17.8	Testes de Aderência .....	47
17.8.1	Geral.....	47
17.8.2	Pintura Completa .....	47
17.8.3	Retoque.....	47
17.8.4	Demão Suplementar .....	48
17.9	Inspeções e Responsabilidades.....	48
17.10	Garantia .....	48
18 .	SOLDAGEM .....	48
18.1	Objetivo.....	48
18.2	Preparação .....	48
18.3	Acabamento e Limpeza .....	48
18.4	Normas.....	49
18.5	Qualificação de Soldadores e Operadores.....	49
18.6	Ensaios Não Destrutivos.....	49
18.6.1	Geral.....	49
18.6.2	Inspeção Visual.....	49
18.6.3	Gamagrafias .....	49
18.6.4	Outros Ensaios Não Destrutivos .....	50



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

---

<b>18.7 Reparos.....</b>	<b>50</b>
<b>18.8 Eletrodos para Solda .....</b>	<b>50</b>
<b>18.9 Pré-aquecimento das Chapas.....</b>	<b>50</b>
<b>18.10 Materiais e Equipamentos para o Pré-aquecimento das Chapas.....</b>	<b>50</b>



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

---

### 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 III.

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 Turbinas - Geradores e Equipamentos Associados

- Turbinas Hidráulicas do tipo Francis eixo vertical, Francis de eixo horizontal de rotor simples, Kaplan de eixo horizontal tipo “S”, acessórios e complementos, conforme especificados neste relatório R14 - Tomo IV.
- Geradores síncronos, trifásicos, eixo vertical ou horizontal e demais equipamentos associados, conforme descritos no Tomo II - Especificação Técnica dos Geradores Acessórios e Complementos.
- Cubículos de Média Tensão (QGMT), conforme descritos no Tomo II – Especificação Técnica dos Cubículos de Média Tensão.

#### 2.2 Transformadores Elevadores

- Transformadores elevadores, trifásicos, imersos em óleo, 6,9-69 kV, incluindo sistema de resfriamento, quadros de controle e outros acessórios, conforme especificados no Tomo II.

#### 2.3 Subestações 6,9-69 kV

- *Bays* dos transformadores elevadores (se aplicável);
- *Bay* de saída de linha de 69 kV ;
- *Bay* de entrada de linha de 69 kV (se aplicável);;
- um barramento 69 kV (se aplicável);
- equipamentos de chaveamento, TCs, TPs e pára-raios;
- estruturas de aço ou concreto para pórtico e suportes de equipamentos.

A execução da montagem da subestação 6,9-69 kV será conforme descrito nesta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA, levando em consideração os equipamentos principais especificados Tomo II.

#### 2.4 Sistemas de Proteção, Controle e Supervisão e de Auxiliares Elétricos

- quadros de proteção;



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

---

- painéis de controle e supervisão;
- equipamentos e controles do Sistema Digital de Supervisão e Controle (SDSC);
- mobiliário das salas de controle e de treinamento;
- quadros de serviços auxiliares CA e CC;
- transformadores de serviços auxiliares CA;
- baterias 125 Vcc e carregadores de baterias;
- equipamentos de comunicações;
- sensores dos sistemas auxiliares mecânicos;

A execução da montagem dos sistemas de proteção, controle e supervisão e de auxiliares elétricos será conforme descrito nesta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA, levando em consideração os equipamentos principais especificados no relatório R14 Tomo II.

### 2.5 Instalações Elétricas – Fornecimento e Montagem

- um sistema de aterramento de 2º estágio e exposto para cada usina hidrelétrica e subestação;
- um sistema de vias de cabos (eletrodutos, bandejamento) na em cada usina hidrelétrica em cada subestação, entre usina hidrelétrica e a subestação, inclusive com a instalação dos cabos nas vias;
- um sistema de cablagem para interligação de todos os equipamentos envolvidos no projeto;
- um sistema de iluminação e tomadas;
- um sistema de comunicação interna.

### 2.6 Equipamentos Hidromecânicos

#### Nas Usinas Hidrelétricas:

- Grades metálicas removíveis para as Tomadas d'água das Usinas Hidrelétricas;
- Comportas Ensecadeiras nas tomadas d'água e nos tubos de sucção para isolamento das unidades geradoras das Usinas Hidrelétricas.

#### Nas Estruturas de Controle de Superfície:

- Comportas Segmento acionadas por servomotores óleo-hidráulicos para controle das vazões nos canais;
- Comportas Ensecadeiras para isolamento e manutenção das comportas segmento.

#### Nas Estruturas de Uso Difuso de Canal:

- Grades metálicas removíveis para as aduções das Estruturas de Uso Difuso;
- Nas Tomadas d'Água de Derivação e de Uso Difuso de Reservatório:
- Grades metálicas removíveis para as aduções das Estruturas de Uso Difuso;
- Comportas ensecadeiras para isolamento e manutenção do conduto a jusante.



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

---

Os equipamentos hidromecânicos encontram-se descritos, e especificados no relatório R14 Tomo IV.

### 2.7 Válvulas Dispersoras

- Válvulas dispersoras e complementos para as Tomadas d'Água de Derivação e de Uso Difuso de Reservatório, conforme descritos e especificados no Tomo IV .

### 2.8 Equipamentos de Elevação e Transporte

- Ponte Rolante das Casas de Força das Usinas hidrelétricas, completas, com alimentação elétrica e acessórios, caminho de rolamento, batentes e equipamentos de controle;
- Talhas e respectivas monovias para movimentação das comportas ensecadeiras de jusante das casas de força das Usinas.
- Pórticos Rolantes das Tomadas d'água das aduções das Usinas Hidrelétricas, 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.

### 2.9 Condutos Forçados

- Condutos forçados, acessórios e complementos para as Usinas Hidrelétricas, conforme descritos e especificados no Tomo IV;
- Condutos forçados, acessórios e complementos para as Estruturas de Derivação e de Uso Difuso, conforme descritos e especificados no Tomo IV .

### 2.10 Sistemas Auxiliares Mecânicos das Usinas Hidrelétricas

- Sistema de drenagem e esvaziamento;
- Sistema de ar comprimido de serviços gerais;
- Sistema de água de resfriamento e de serviço;
- Sistema de água potável;
- Sistema de esgoto sanitário;
- Sistema de medições hidráulicas;
- Sistema de ventilação;
- Sistema de ar condicionado;
- Sistema de proteção contra incêndios;
- Sistema de tratamento de óleo.

Os sistemas auxiliares encontram-se descritos e especificados no Tomo IV .

### 2.11 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;





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

---

- 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.

### 2.12 Pintura

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

### 2.13 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 R11 – Sistema Elétrico);
- Sistema de telecomunicação (apresentado no R11 – Sistema Elétrico);
- Transformador de distribuição abaixando a tensão para 380/220 V;
- Sistema de distribuição de corrente alternada;
- 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.

### 2.14 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.



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

---

- 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 um (1) ou mais guindastes móveis, com capacidades nominais a serem fixadas pela CONTRATADA, para a realização das montagens dos pórticos e pontes rolantes das usinas hidrelétricas, respectivos condutos forçados, e todos os demais equipamentos previstos no item 2, 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.
- 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.



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

---

- 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.

### 2.15 Desenhos de Referência

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

- EN.B/III.DS.EL.0002 (página 153 do caderno de desenhos) – Diagrama Unifilar - Serviços Auxiliares de CA – 380/220V para Casa de Força com 4 Unidades;
- EN.B/III.DS.EL.0003 (página 154 do caderno de desenhos) – Diagrama Unifilar - Serviços Auxiliares 125Vcc para Casa de Força com 4 Unidades;
- EN.B/III.DS.EL.0006 (página 133 do caderno de desenhos) – UHE Salgado I - Diagrama Unifilar – Unidades Geradoras e Subestação;
- EN.B/III.DS.EL.0010 (página 130 do caderno de desenhos) – UHE Salgado I – Subestação 69kV – Planta e Seção;
- EN.B/III.DS.EL.0016 (página 144 do caderno de desenhos) – UHE Salgado I – Casa de Força – Sistema de Iluminação – Planta, Seção e Detalhes;
- EN.B/III.DS.EL.0012 (página 132 do caderno de desenhos) – UHE Salgado I – Subestação de 69 kV – Sistema de Iluminação – Planta, Seção e Detalhes;
- EN.B/III.DS.EL.0007 (página 127 do caderno de desenhos) – UHE Salgado I – Casa de Força – Malha de Terra – Planta, Seção e Detalhes;
- EN.B/III.DS.EL.0013 (página 131 do caderno de desenhos) – UHE Salgado I – Subestação 69kV – Malha de Terra – Planta e Detalhes;
- EN.B/III.DS.EL.0009 (página 129 do caderno de desenhos) – UHE Salgado I – Casa de Força – Vias de Cabos – Planta, Seção e Detalhes;
- EN.B/III.DS.EL.0014 (página 149 do caderno de desenhos) – UHE Salgado II - Diagrama Unifilar – Unidades Geradoras e Subestação;
- EN.B/III.DS.EL.0018 (página 146 do caderno de desenhos) – UHE Salgado II – Subestação 69kV – Planta e Seção;
- EN.B/III.DS.EL.0016 (página 144 do caderno de desenhos) – UHE Salgado II – Casa de Força – Sistema de Iluminação – Planta, Seção e Detalhes;
- EN.B/III.DS.EL.0020 (página 147 do caderno de desenhos) – UHE Salgado II – Subestação de 69 kV – Sistema de Iluminação – Planta, Seção e Detalhes;
- EN.B/III.DS.EL.0015 (página 143 do caderno de desenhos) – UHE Salgado II – Casa de Força – Malha de Terra – Planta, Seção e Detalhes;
- EN.B/III.DS.EL.0021 (página 148 do caderno de desenhos) – UHE Salgado II – Subestação 69kV – Malha de Terra – Planta e Detalhes;
- EN.B/III.DS.EL.0017 (página 145 do caderno de desenhos) – UHE Salgado II – Casa de Força – Vias de Cabos – Planta, Seção e Detalhes;
- EN.B/II.DS.EL.0023 (página 156 do caderno de desenhos) – Diagrama Unifilar - Serviços Auxiliares 380/220 para Tomadas de Uso Difuso;



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

---

- EN.B/II.DS.EL.0022 (página 155 do caderno de desenhos) - Diagrama Unifilar - Serviços Auxiliares 380/220 para Estrutura de Controle com Comportas;
- EN.B/III.DS.GT.0031 (página 119 do caderno de desenhos) – Usina Hidrelétrica Salgado I – Arranjo Geral – Planta e Seções.
- EN.B/III.DS.ME.0002 (página 123 do caderno de desenhos) – Usina Hidrelétrica Salgado I – Seções.
- EN.B/III.DS.ME.0003 (página 124 do caderno de desenhos) – Usina Hidrelétrica Salgado I – Casa de Força – Corte Transversal – Planta cotas 307 e 305,5.
- EN.B/III.DS.ME.0004 (página 122 do caderno de desenhos) – Usina Hidrelétrica Salgado I – Casa de Força – Corte Longitudinal – Planta cota 319,1 e Seção A.
- EN.B/III.DS.GT.0036 (página 135 do caderno de desenhos) – Usina Hidrelétrica Salgado II – Arranjo Geral – Planta e Seções.
- EN.B/III.DS.ME.0006 (página 138 do caderno de desenhos) – Usina Hidrelétrica Salgado II – Casa de Força - Seções.
- EN.B/III.DS.ME.0007 (página 140 do caderno de desenhos) – Usina Hidrelétrica Salgado II – Casa de Força – Corte Transversal – Planta cota 241.
- EN.B/III.DS.ME.0008 (página 139 do caderno de desenhos) – Usina Hidrelétrica Salgado II – Casa de Força – Corte Longitudinal – Planta cota 260 e Seção.

### 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 usinas hidrelétricas e mais 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



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

---

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.

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.



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

---

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.





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

---

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 HIDROMECAÑICOS 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 ensecadeiras e segmento), válvulas dispersoras, equipamentos de levantamento (pontes e pórticos rolantes) e respectivas peças fixas de segunda concretagem, devidamente discriminados neste mesmo relatório R14 Tomo IV, Especificação Mecânica, 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 cilindricidade, paralelismo, perpendicularismo, concentricidade, coaxialidade, linearidade e localização.



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

---

### 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:

- 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, electrosлаг, 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.





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

---

### 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).



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

---

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 á 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



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

---

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.

### – 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.



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

---

### 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;
- 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 . TESTES E UTILIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE LEVANTAMENTO

### 7.1 Objetivo

Este item abrange a execução de todos os testes na Obra dos equipamentos de levantamento abaixo discriminados, instalados um de cada tipo nas usinas hidrelétricas, os quais serão montados pela CONTRATADA, conforme item 6 desta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA.

- Ponte rolante para as usinas hidrelétricas, com capacidade nominal conforme especificado, completa, com carro com movimento de direção, guinchos de levantamento principal e auxiliar, alimentação elétrica e acessórios, caminho de rolamento, batentes, motores e equipamentos de controle.
- Pórtico rolante para as Tomadas d'Água das usinas hidrelétricas, com capacidade nominal conforme especificado, completo, com trole elétrico e talha elétrica para os movimentos de



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

---

direção e de elevação, alimentação elétrica e acessórios, caminho de rolamento, batentes, motores e equipamentos de controle.

- Talhas elétricas para instalação a jusante das casas de força, das usinas hidrelétricas, com capacidade nominal conforme especificado, completo com trole, alimentação elétrica, monovia, batentes e equipamentos de controle.

Abrange ainda as condições necessárias que a CONTRATADA deverá atender para a utilização desses equipamentos nos demais serviços de montagem.

### 7.2 Generalidades

A CONTRATANTE colocará à disposição da CONTRATADA na Obra, as cargas de teste da ponte rolante, pórtico rolante e talha elétrica. Será de responsabilidade da CONTRATADA o manuseio e o transporte dessas cargas de teste, as quais serão constituídas, basicamente, de vergalhões para construção civil, medindo 12 m de comprimento.

A CONTRATADA deverá prover todos os cabos, plataformas de carga ou armações de levantamento, necessários para executar os ensaios de içamento. Deverão ser submetidas, à aprovação da CONTRATANTE, as estruturas para a execução dos ensaios de carga destes equipamentos.

A CONTRATADA deverá notificar a CONTRATANTE que se acha em condições de executar os ensaios e caso esta esteja de acordo, entregará à CONTRATADA as cargas de teste. Entretanto, é da CONTRATADA a total responsabilidade pela utilização dessas cargas de teste. Qualquer dano causado às mesmas, antes, durante ou após os testes, independentemente de suas causas, deverá ser reparado prontamente ou substituídas as cargas de teste danificadas às expensas da CONTRATADA, conforme determinado pela CONTRATANTE.

### 7.3 Testes de Aceitação

Após a instalação, o equipamento deverá ser submetido a testes de funcionamento, conforme instruções contidas nas Especificações Técnicas dos equipamentos, fornecidas pelo Fabricante, bem como ensaios dinâmicos e estáticos de acordo com a norma NBR-8400 da ABNT, para verificação das estruturas e correta montagem de todos os itens.

Os ensaios deverão ser executados até no máximo trinta (30) dias após ter a CONTRATANTE considerado o equipamento em condições de ser testado.

### 7.4 Utilização dos Equipamentos

A ponte rolante e o pórtico rolante das usinas hidrelétricas poderão ser utilizados pela CONTRATADA para a execução da montagem dos equipamentos, desde que o faça respeitando as limitações e condições de trabalho desses equipamentos.

Caso a CONTRATADA utilize a ponte rolante e o pórtico rolante conforme estipulado no parágrafo anterior, deverá executar, de acordo com as determinações da CONTRATANTE, por sua conta e integralmente todos os serviços de manutenção que se fizerem necessários, incluindo, sem a eles se limitar, os serviços de lubrificação, de reparo do equipamento danificado pelo uso e de retoque de pintura, mediante uso dos produtos e métodos estipulados. As tintas serão fornecidas pela CONTRATANTE, os lubrificantes necessários e as peças de reposição, caso necessárias, deverão ser fornecidos pela CONTRATADA.

A qualquer tempo, a CONTRATANTE poderá requisitar os equipamentos para sua utilização ou de terceiros, ficando a CONTRATADA obrigada a atender esta solicitação, fornecendo, inclusive, o operador dos mesmos.



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

---

Antes da montagem a CONTRATADA deverá obter a confirmação da CONTRATANTE, de que o concreto da estrutura sob os trilhos esteja convenientemente curado.

Todas as partes componentes do conjunto, deverão ser montadas e colocadas em condições operacionais pela CONTRATADA. Deverão ser instalados ainda os trilhos de rolamento, batentes de fim de curso, condutores de alimentação elétrica, eletrodutos e fiação. Serão instaladas por terceiros, chapas de solda, embutidas no concreto de primeiro estágio para permitir a montagem dos trilhos das pontes rolantes. O segundo estágio de concretagem dos trilhos será também executado por terceiros.

Todas as montagens e conexões de fiações de interligação entre painéis, montagens de eletrodutos, luminárias e fiações a serem instalados nas estruturas das pontes e pórticos rolantes, deverão ser executadas pela CONTRATADA. O fabricante fornecerá todos os fios, eletrodutos, dutos metálicos, suportes, fixadores, parafusos e acessórios necessários para esses serviços. Serão fornecidos os diagramas detalhados das ligações e demais detalhes da instalação, a fim de permitir à CONTRATADA a montagem no campo.

As ligações externas de alimentação elétrica somente deverão ser feitas depois que estas estejam completamente montadas e instaladas sobre os trilhos, lubrificadas e com todos os mecanismos verificados, para assegurar que estejam alinhados, girando livremente e em ótimas condições operacionais. Os mecanismos de translação da ponte ou pórtico e do carro deverá ser submetido a um teste sem carga ao longo dos trilhos e cada guincho deverá ser operado sem carga, antes da colocação dos cabos de aço, a fim de assegurar que todo o mecanismo esteja em adequadas condições operacionais. As chaves limitadoras de curso deverão então ser ajustadas. As talhas deverão ser ligadas pelos cabos de aço aos tambores dos guinchos e as chaves limitadoras de segurança ajustadas para operar nas posições requeridas.

### **7.5 Emissão do Certificado de Aceitação Provisória**

A CONTRATANTE emitirá para a CONTRATADA, o Certificado de Aceitação Provisória correspondente à montagem e testes da ponte rolante e do pórtico rolante, logo depois de concluída a utilização de cada equipamento para os serviços e da liberação do mesmo, pela CONTRATADA para a CONTRATANTE. Os períodos de garantia previstos no Contrato começarão a ser considerados a partir da emissão desses Certificados de Aceitação Provisória, após a qual, a CONTRATADA não poderá mais fazer uso desses equipamentos, mesmo que pretenda fazê-lo com o operador da CONTRATANTE.

## **8 . CONDUTOS FORÇADOS**

### **8.1 Objetivo**

Este item abrange a execução de todo o trabalho relacionado com a montagem na Obra dos condutos forçados e equipamentos associados, devidamente discriminados no relatório R14 Tomo IV Especificação Mecânica, os quais serão adquiridos pela CONTRATANTE e entregues na Obra à CONTRATADA para a montagem.

### **8.2 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 19 desta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA.

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





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

---

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.

### 8.3 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.

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.

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, 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.

### 8.4 Pintura

Para as exigências básicas de proteção e pintura, consultar o item 18 – “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 o mencionado na especificação técnica, Tomo IV, itens 4 e 7.

### 8.5 Controle

#### 8.5.1 Generalidades

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



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

---

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.

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.

### **8.5.2 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.

## **9 . TURBINAS HIDRÁULICAS E EQUIPAMENTOS ASSOCIADOS**

### **9.1 Objetivo**

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

- Quatro turbinas hidráulicas tipo Francis eixo horizontal, para a UHE Salgado I, quatro turbinas hidráulicas tipo Francis eixo horizontal, para a UHE Salgado II; com potência nominal variável, conforme especificado neste relatório, Tomo IV - Parte 1;

### **9.2 Generalidades**

As turbinas 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, os equipamentos deverão ser





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

---

movimentadas e montadas pela CONTRATADA, de acordo com os Desenhos Executivos e instruções do Fabricante e, também, de acordo com a presente ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA.

### **9.3 Montagem**

#### **9.3.1 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.

#### **9.3.2 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.

Entretanto, no caso específico das usinas hidrelétricas, a CONTRATADA poderá utilizar a ponte rolante para a execução da montagem dos equipamentos referentes à turbina hidráulica, conforme estipulado no item 7.

#### **9.3.3 Soldagem**

Todas as soldas necessárias deverão ser executadas pela CONTRATADA, de acordo com as instruções dos Fabricantes e como disposto no item 19 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.

#### **9.3.4 Montagem e Instalação**

##### **9.3.4.1 Generalidades**

A montagem de cada turbina, conjunto turbina-gerador e todos os seus acessórios deverão seguir rigorosamente as instruções do Fornecedor das turbinas e geradores, conforme estabelecido no Manual de Montagem emitido por este Fornecedor.

##### **9.3.4.2 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 usinas hidrelétricas. 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.

##### **9.3.4.3 Ligação das Turbinas com os Conduitos Forçados**

A CONTRATADA deverá efetuar esta interligação de acordo com os desenhos de projeto da turbina e do conduto forçado.

##### **9.3.4.4 Fiação**

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



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

### 9.3.4.5 Ensaios

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.

### 9.3.4.6 Instrumentação das turbinas

Todos os equipamentos e a instrumentação dos sistemas auxiliares mecânicos das turbinas 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.

## 10 . GERADORES E EQUIPAMENTOS ASSOCIADOS

### 10.1 Objetivo

Este item estabelece os requisitos para a execução dos serviços de montagem, instalação e ensaios dos geradores e equipamentos associados, quantificados neste relatório, Tomo II. O peso estimado para cada gerador é de:

<b>USINA HIDRELÉTRICA SALGADO I</b>				
	UNIDADE 01	UNIDADE 02	UNIDADE 03	UNIDADE 04
<b>POTÊNCIA NOMINAL</b>	10,00 MVA	10,00 MVA	6,67 MVA	3,33 MVA
<b>PESO APROXIMADO</b>	62.000 kg	62.000 kg	41.000 kg	18.000 kg

<b>USINA HIDRELÉTRICA SALGADO II</b>				
	UNIDADE 01	UNIDADE 02	UNIDADE 03	UNIDADE 04
<b>POTÊNCIA NOMINAL</b>	9,44 MVA	9,44 MVA	6,11 MVA	3,33 MVA
<b>PESO APROXIMADO</b>	61.000 kg	61.000 kg	40.000 kg	18.000 kg

### 10.2 Generalidades

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

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

- montagem dos dispositivos de içamento dos geradores;
- alinhamento do conjunto do gerador em relação ao conjunto da turbina;
- acoplamento entre o eixo do gerador e o eixo da turbina;



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

---

- assistência aos representantes dos Fabricantes na verificação da estabilidade dinâmica do rotor do gerador e execução de todos os ajustes necessários, de modo que o gerador opere sob qualquer condição de carga normal sem vibração prejudicial ou ruído inadmissível.

Os quadros e cubículos dos geradores, do sistema de excitação 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.

### 10.3 Montagem

A montagem final dos geradores, componentes e dos demais itens englobados no fornecimento, 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.

A CONTRATADA deverá transportar o gerador completamente montado da área de montagem interna à Usina Hidrelétrica para a sua posição definitiva junto a turbina, onde será completada a montagem.

### 10.4 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.

### 10.5 Sistema de Excitação

A CONTRATADA deverá montar e instalar os sistemas de excitação dos geradores, completos, cada um consistindo dos cubículos de excitação, barramentos (cable bus), cubículos de corrente contínua de ligação dos cubículos aos anéis coletores dos geradores.

Os equipamentos de excitação serão fornecidos pelo Fabricante completamente montados em cubículos metálicos. Os tiristores serão resfriados por um circuito de ar forçado.

### 10.6 Cubículos de Alimentação e Proteção Contra Surtos

A CONTRATADA deverá montar e instalar os cubículos de alimentação e proteção contra surtos dos geradores, completos, cada um consistindo de três pára-raios, três capacitores, três transformadores de potencial e terminais para cabos de interligação com o gerador e com o QGMT.

### 10.7 Sistemas de Resfriamento e Circulação de Óleo do Mancal Guia

A CONTRATADA deverá montar e instalar os sistemas de resfriamento e circulação de óleo dos mancais dos geradores, completos.

Os sistemas serão fornecidos pelo Fabricante completos.

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

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

Os painéis serão fornecidos pelo Fabricante completamente montados.



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

---

### 10.9 Ensaios dos Geradores

Durante a instalação dos geradores, 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. Deverá também montar suportes, andaimes e dispositivos para a fixação de instrumentos de ensaios e medições.

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.

### 10.10 Instrumentação dos Geradores

Todos os equipamentos e a instrumentação dos sistemas auxiliares elétricos dos geradores 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.

## 11 . TRANSFORMADORES ELEVADORES

### 11.1 Objetivo

Este item estabelece os requisitos para a execução dos serviços de montagem, instalação e ensaios dos transformadores elevadores, imersos em óleo, com potências, relações e pesos estimados:

- UHE Salgado I - 01 transformador elevador trifásico de 24/30MVA, 6.9-69kV, peso total de 20.000 kg.
- UHE Salgado II - 01 transformador elevador trifásico de 23/29MVA, 6.9-69kV, peso total de 20.000 kg.

### 11.2 Generalidades

A CONTRATADA deverá montar, instalar, inspecionar e controlar, os transformadores elevadores, completos, com todos os componentes, quadros de instrumentos e outros acessórios.

Os quadros dos instrumentos dos transformadores serão completamente fabricados e montados, com fiação interna completa, pintados e ensaiados na fábrica. Estes quadros deverão ser instalados pela CONTRATADA, incluindo o aterramento e as ligações dos cabos de alimentação CA.

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.



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

---

### **11.3 Montagem**

#### **11.3.1 Transporte**

Os transformadores serão embarcados sem buchas, conservador, radiadores, etc., com o tanque cheio de óleo e transportado até a Obra em carretas apropriadas sob a responsabilidade do Fabricante.

#### **11.3.2 Movimentação**

A descarga dos transformadores, das carretas especiais, sobre as bases dos mesmos, na Obra, será responsabilidade da CONTRATADA.

Os transformadores serão providos de rodas orientáveis destacáveis, adequadas para movimentação sobre as bases.

As bases de concreto serão construídas por terceiros.

Em sua posição final, os transformadores ficarão apoiados sobre suportes sem as rodas.

#### **11.3.3 Buchas**

A CONTRATADA deverá montar todas as buchas dos transformadores (de tensão superior, tensão inferior e neutro).

#### **11.3.4 Óleo Isolante**

Os transformadores serão fornecidos pelo Fabricante com óleo isolante.

O equipamento de tratamento do óleo isolante será fornecido e operado pela CONTRATADA. Após completamente montados, os transformadores deverão ter o óleo isolante tratado, de acordo com as instruções dos manuais de montagem.

#### **11.3.5 Sistema de Resfriamento ONAN/ONAF**

A CONTRATADA deverá montar os trocadores de calor tipo óleo/ar e os ventiladores.

#### **11.3.6 Sistema de Proteção Antiincêndio**

A CONTRATADA deverá montar a rede de proteção contra incêndio composta de tubulação de água e hidrantes.

## **12 . SUBESTAÇÕES DE 69 KV**

### **12.1 Objetivo**

Este item estabelece os requisitos para a execução dos serviços de montagem, instalação e ensaios das subestações de 69kV completas com todos os acessórios e instalações complementares, com exceção das conexões dos cabos de controle e proteção.

### **12.2 Generalidades**

Os quadros do sistema de controle e supervisão das subestações e dos demais itens dos equipamentos serão completamente fabricados, montados, com fiação interna completa, pintados e ensaiados na fábrica. Estes quadros deverão ser instalados pela CONTRATADA, que deverá também lançar os cabos de controle e força.

Todos os materiais e equipamentos das subestações deverão ser descarregados, inspecionados na presença do supervisor do Fabricante, e armazenados no Almoxarifado da CONTRATADA.

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



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

---

montagem, todos os relés, medidores e instrumentos deverão ser calibrados, ensaiados, regulados e aferidos a contento da CONTRATANTE.

### 12.3 Subestações 69 kV

#### 12.3.1 Descrição Geral

As subestações estão representadas nos desenhos em anexo.

Cada subestação tensão nominal de 69 kV, deverá ser montada e interligada completa e compreende basicamente os seguintes equipamentos principais:

#### Subestação Salgado I:

- três disjuntores 3 Ø, 69 kV;
- dois seccionadores 3 Ø, 69 kV;
- nove pára-raios 1 Ø, 60 kV (considerado a instalação dos que estão junto ao transformador elevador);
- seis transformadores de corrente 1 Ø, 69 kV;
- seis transformadores de potencial 1 Ø, 69 kV;
- um conjunto de suportes para pórticos, barramento e equipamentos em aço ou concreto.

#### Subestação Salgado II:

- um disjuntor 3 Ø, 69 kV;
- um seccionador 3 Ø, 69 kV;
- três pára-raios 1 Ø, 60 kV;
- três transformadores de corrente 1 Ø, 69 kV;
- três transformadores de potencial 1 Ø, 69 kV;
- um conjunto de suportes para pórticos e equipamentos em aço ou concreto.

Os equipamentos serão entregues na Obra pelo Fabricante, em conjuntos que virão pré-montados de fábrica.

### 12.4 Montagem dos Equipamentos

#### 12.4.1 Descrição Geral

Os equipamentos descritos nas Especificações Técnicas deverão ser montados como a seguir.

Os equipamentos deverão ser aterrados no sistema de terra da subestação, conforme instruções de projeto.

A derivação das linhas de transmissão para os equipamentos ("pingo") não faz parte do escopo deste contrato e será realizada pelo construtor das linhas. Porém a CONTRATADA deverá colaborar na execução desta interface, colocando pessoal, dispositivos, andaimes e equipamentos à disposição da CONTRATANTE para montagem e eventuais ligações e desconexões durante os ensaios dos equipamentos e das linhas de transmissão.



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

---

### **12.4.2 Montagem dos Equipamentos**

A montagem dos equipamentos deverá seguir as recomendações do Supervisor do Fabricante e as constantes do manual de montagem, que será entregue pela CONTRATANTE.

Genericamente, a montagem deverá seguir os seguintes passos:

- descarga e armazenamento;
- transporte no âmbito da Obra e desembalagem;
- locação, nivelamento, instalação e montagem de suportes, incluindo as partes embutidas nas fundações de concreto, conforme desenhos de instalação;
- instalação, montagem e fixação dos equipamentos sobre os suportes;
- instalação de eletrodutos, caixas de passagem e aterramento;
- apoio à CONTRATANTE na realização dos ensaios de comissionamento e colocação em operação.

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

### **13.1 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.

### **13.2 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.

### **13.3 Equipamentos a serem Instalados**

A CONTRATADA deverá instalar nas usinas hidrelétricas com subestações 6,9-69kV incorporadas e subestações 69-230kV os seguintes painéis e cubículos:

#### **13.3.1 Sistema de Proteção**

- painéis de proteção da subestação;
- quadros de proteção das unidades geradoras.

#### **13.3.2 Sistema de Controle e Supervisão**

- painéis de supervisão e controle das unidades geradoras;
- 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;
- painéis de supervisão e controle da subestação, tomada d'água, auxiliares elétricos e mecânicos.

### **13.3.3 Equipamentos e Controles do Sistema Digital de Supervisão e Controle (SDSC)**

- painéis do sistema de alimentação ininterrupta (SAI-AS), contendo os respectivos equipamentos e cablagem;
- geradores de hora padrão, sincronizável a satélites do GPS, com antena e 6 (seis) mostradores horários;
- conjunto de mobiliário e equipamentos das salas de controle das usinas hidrelétricas com: computadores, monitores e demais equipamentos e acessórios do Sistema Digital de Supervisão e Controle (SDSC), do monitoramento de nível do sistema adutor.

### **13.3.4 Quadros de Serviços Auxiliares de CA e CC**

- quadros de serviços auxiliares de corrente alternada 380/220 Vca conforme diagramas de serviços auxiliares;
- quadros de corrente contínua, 125 Vcc conforme diagramas unifilares.

### **13.3.5 Transformadores de Serviços Auxiliares**

- transformadores de serviços auxiliares, 6,9 – 0,38 kV trifásicos, imersos em óleo isolante, com comutador de derivação sem carga, com entrada e saída por cabos.

### **13.3.6 Baterias e Carregadores de Baterias**

- baterias de 125 V, chumbo-ácidas, cada uma com 60 elementos e capacidade de 300 Ah.
- carregadores de bateria de 125 V, do tipo estático, entrada trifásica 380 Vca e saída 125 Vcc.

### **13.3.7 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.

### **13.3.8 Sensores de Sistemas Auxiliares Mecânicos**

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

## **13.4 Instalação**

### **13.4.1 Cubículos e Painéis**

A instalação dos cubículos, painéis, consoles e demais equipamentos deverá 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;





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

---

- 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.

### **13.4.2 Transformadores de Serviços Auxiliares**

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

Os transformadores serão providos de base de arraste, adequadas para movimentação sobre base de concreto.

Cada transformador terá um quadro de controle, que deverá ser instalado pela CONTRATADA. Neste quadro serão concentrados os terminais de todos os instrumentos de supervisão, controle e proteção do transformador, bem como a fiação externa que chega ao transformador.

### **13.4.3 Baterias**

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:

- 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.

### **13.4.4 Sensores de Sistemas Auxiliares Mecânicos**

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

## **14 . INSTALAÇÕES ELÉTRICAS**

### **14.1 Objetivo**

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

### **14.2 Escopo dos Serviços**

O escopo dos serviços abrangidos por este item inclui mas não se limita ao fornecimento e instalação dos seguintes sistemas nas usinas hidrelétricas, nas subestações, nos reservatórios e nas tomadas de uso difuso:



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

---

- 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).

### **14.3 Fios, Cabos e Acessórios**

#### **14.3.1 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.

#### **14.3.2 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.



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

---

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 isolação.

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.



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

---

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.

### **14.4 Leitos de Cabos**

A CONTRATADA deverá fornecer e instalar um sistema completo de leitos metálicos, com braçadeiras, suportes, divisores, ferragens e acessórios, fornecidos pela CONTRATANTE, destinado a instalação da cablagem das usinas hidrelétricas, subestações, reservatórios, tomadas de uso difuso e caixas de inspeção, como indicado nos Desenhos Executivos ou como exigido pela CONTRATANTE.

Além dos trabalhos da montagem propriamente dita, as operações de campo incluirão o corte de leitos nos comprimentos apropriados para efetuar mudança de nível ou de direção e a recomposição da galvanização de acordo com as instruções do projeto.

Todo o sistema de leitos deverá ter continuidade elétrica e ser totalmente aterrado. Todos os eletrodutos associados ao sistema de leitos deverão ser solidamente aterrados no mesmo.

As estruturas de suporte dos leitos deverão ser fixadas ao concreto secundário por meio de chumbadores de expansão. As estruturas de suporte permitirão um certo grau de flexibilidade para ajuste de posição dos leitos.

Todos os parafusos utilizados nos leitos deverão ser de tipo cabeça de "lentilha", auto-travante, montados com a cabeça para o lado interno do leito, para não danificar a isolação dos cabos.

Após a montagem e instalação completa dos leitos, todo o sistema deverá ser inspecionado, devendo ser removidos todos os cantos vivos e obstruções que possam danificar os cabos.

As laterais dos leitos deverão ser identificados com tinta amarela, a intervalos regulares, com as codificações dos Desenhos Executivos.

### **14.5 Eletrodutos, Caixas e Acessórios**

#### **14.5.1 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.

#### **14.5.2 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



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

---

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.

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.



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

---

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.

### **14.5.3 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.





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

---

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 perfilados 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.

### **14.5.4 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.

### **14.6 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 usinas hidrelétricas, das subestações, dos reservatórios e das tomadas de uso difuso, 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.



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

---

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.

### **14.7 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.

### **14.8 Sistema de Aterramento**

#### **14.8.1 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.

#### **14.8.2 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.

#### **14.8.3 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.





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

---

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.

### **14.9 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 relatório R14 Tomo II.

### **14.10 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 usinas hidrelétricas onde operarão equipamentos elétricos de porte e com tensões de operação elevadas, são, conseqüentemente, altamente "poluídos" quanto a interferências eletromagnéticas.

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.

### **14.11 Equipamentos Elétricos Diversos**

#### **14.11.1 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.



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

---

### 14.11.2 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.

## 15 . SISTEMAS AUXILIARES MECÂNICOS

### 15.1 Objetivo

Este item abrange a execução de todos os serviços relativos à instalação e montagem dos materiais e equipamentos dos sistemas auxiliares mecânicos das usinas hidrelétricas, relacionados a seguir:

- Sistema de drenagem e esvaziamento;
- Sistema de ar comprimido de serviços gerais;
- Sistema de água de resfriamento e de serviço;
- Sistema de água potável;
- Sistema de esgoto sanitário;
- Sistema de medições hidráulicas;
- Sistema de ventilação;
- Sistema de ar condicionado;
- Sistema de proteção contra incêndios;
- Sistema de tratamento de óleo.

A CONTRATADA deverá fornecer os materiais de consumo e de uso temporário, incluindo, porém não se limitando a eletrodos para solda, lubrificantes, tirantes, calços, suportes, prendedores, lixas, solventes, desengordurantes, vedante para juntas, gaxetas e todos os materiais necessários para instalação e testes dos diversos itens.

### 15.2 Embutidos de Primeiro Estágio

A instalação das tubulações e conexões embutidas no concreto de primeiro estágio dos sistemas auxiliares mecânicos das usinas hidrelétricas será executada pela Empreiteira Civil, e não é objeto desta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA.

### 15.3 Códigos e Normas

Todos os serviços mecânicos deverão estar de conformidade com as disposições aplicáveis dos seguintes códigos e normas, ou seus equivalentes brasileiros:

- ANSI B4.1 - "Preferred Limits and Fits for Cylindrical Parts".
- ANSI B31.1.0 - "Power Piping".
- AISC - "Specification for the Design, Fabrication and Erection of Structural Steel for Buildings".
- "U.S. Department of Commerce, Report BMS 66, Plumbing Manual, Building Materials and Structures".



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

---

- Normas do “Hydraulic Institute”.
- ASME - “Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII, Rules for Construction of Unfired Pressure Vessels”.
- ABNT - NB-5626/82- Instalações Prediais de Água Fria.
- ABNT - NB-24- Instalações Hidráulicas Prediais Contra Incêndio.
- ASHRAE Guide and Data Book.

### 15.4 Materiais de Tubulação, Conexões, Válvulas e Acessórios

Os materiais fornecidos pela CONTRATANTE para a utilização nos diversos serviços serão, em linhas gerais, os seguintes:

- Tubos e conexões de ferro fundido dúctil, com flanges e com bolsas de juntas elásticas.
- Tubos e conexões de aço carbono com ou sem costura, soldados e com flanges.
- Tubos de aço galvanizado e inoxidável, com conexões roscadas de ferro maleável e de aço inoxidável.
- Tubos e conexões de cobre com juntas soldadas.
- Válvulas flangeadas e roscadas.
- Pedestais de manobra, hastes de prolongamento, luvas de acoplamento e mancais guia.
- Suportes de tubulação, peças metálicas embutidas e tirantes.
- Parafusos de máquina, prisioneiros, porcas e arruelas de aço carbono, aço liga e inoxidável.
- Chumbadores de aço carbono.
- Filtros e purgadores.
- Juntas de borracha, de neoprene, de papelão hidráulico e metálicas.
- Ralos e drenos.
- Instrumentos e diversos outros materiais.

As tubulações de aço com diâmetro nominal maior que 2 ½” serão fornecidas com extremidades chanfradas para solda de topo, e as válvulas e conexões serão flangeadas de face com ressalto.

As tubulações, conexões e válvulas com diâmetros nominais até 2 ½” possuirão roscas, sendo que os tubos deverão ser rosqueados na Obra pela CONTRATADA.

### 15.5 Qualidade de Execução

#### 15.5.1 Generalidades

Todos os serviços de instalação das tubulações dos sistemas auxiliares mecânicos das usinas hidrelétricas deverão ser coordenados com os demais serviços, de modo que toda a Obra possa ser executada do modo mais direto e de acordo com a boa prática, evitando-se a interferência entre as tubulações, dutos, equipamentos e estruturas. Qualquer intervenção nas partes já construídas poderá ser feita exclusivamente com a permissão por escrito da CONTRATANTE, e será efetuada de maneira a não enfraquecer as partes estruturais do edifício. Danos ao edifício, à tubulação, à cablagem ou aos equipamentos, resultantes dos trabalhos de instalação, deverão ser reparados por pessoal habilitado no serviço envolvido, sem nenhum custo adicional para a CONTRATANTE.



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

---

As tubulações e conexões embutidas deverão ser fixadas na sua posição de maneira a impedir a sua movimentação durante a concretagem e todos os cortes deverão ser feitos em ângulo reto, salvo indicação nos desenhos. Os materiais necessários para a fixação das tubulações serão fornecidos pela CONTRATADA.

As tubulações embutidas e expostas deverão ser instaladas segundo o nível e alinhamento indicados nos Desenhos Executivos, devendo ser emitido boletim de levantamento topográfico pela CONTRATADA.

Deverá ser dada margem apropriada para dilatação e contração da tubulação, quer semelhante disposição conste ou não dos Desenhos Executivos.

Os trechos de tubulação pré-fabricados na oficina deverão ser confeccionados abrangendo a maior parte possível da linha de tubulações, deixando uma extremidade com sobre-metal para o ajuste necessário. Para a escolha do tamanho e peso dos trechos de tubulação a serem pré-montados, deverão ser considerados o acesso ao local de montagem definitiva e que as áreas de soldagem e ajustes entre trechos de tubulação fiquem em locais de fácil acesso. O arranjo dos trechos de tubulação deve ser tal que reduza, ao mínimo possível, a necessidade de execução de soldagem na montagem definitiva. Os serviços, durante a pré-fabricação e a pré-montagem dos trechos de tubulação, deverão ser acompanhados pela equipe de topografia da CONTRATADA, com supervisão da CONTRATANTE. A CONTRATADA deverá emitir boletins de liberação topográfica.

Os trechos de tubulação com ligações soldadas deverão ser pré-montadas no local definitivo, ponteadas e soldadas e, após feita a verificação topográfica, as mesmas deverão ser identificadas, desmontadas e encaminhadas para pintura. Somente após estas etapas, as tubulações deverão ser montadas definitivamente.

Os trechos de tubulação sem curvas, derivações, flanges, reduções, ligações com outro equipamento e outros acessórios deverão ser fabricados na oficina, pintados e montados diretamente no local definitivo.

Os trechos de tubulação onde existirem curvas, derivações, flanges, reduções, ligações com outro equipamento e outros acessórios de difícil ajuste, deverão ser pré-fabricados na oficina e pré-montados no local da instalação. Após a execução da pré-montagem e a conseqüente aprovação dos levantamentos topográficos, estes trechos de tubulação deverão ser desmontados e encaminhados para a pintura. Concluídas estas etapas, os trechos de tubulação deverão ser montados definitivamente conforme indicado nos desenhos isométricos.

Toda tubulação, após a montagem no local definitivo, receberá uma demão final de tinta de acabamento.

### **15.5.2 Peças Metálicas Embutidas**

A CONTRATADA deverá instalar as peças metálicas embutidas conforme indicado nos desenhos do Projeto Executivo, incluindo toda a ferragem, chumbadores, tampas, terminais e outros acessórios necessários. As peças metálicas fornecidas pela CONTRATANTE serão pré-fabricadas com chumbadores para concretagem.

As peças metálicas, a serem embutidas no concreto, deverão ser mantidas firmemente em suas posições, de modo a impedir movimentação, e serem protegidas contra danos enquanto o concreto estiver sendo lançado e vibrado. Dever-se-á cuidar para que as tubulações e conexões estejam limpas e assim sejam mantidas durante o andamento da Obra.

Para impedir a obstrução de drenos e tubulações embutidas durante os trabalhos de construção, as extremidades abertas das tubulações deverão ser convenientemente tampadas, sendo esses materiais de fornecimento da CONTRATADA.



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

---

Imediatamente após a remoção das formas de concreto, deverão ser retirados todos os materiais de enchimento e todas as ranhuras das peças e superfícies expostas deverão ser limpas e isentas de concreto. Os serviços de concretagem serão realizados pela Empreiteira Civil.

As superfícies galvanizadas avariadas deverão ser imediatamente reparadas com uma solução galvanizante, fornecida pela CONTRATADA e aprovada pela CONTRATANTE.

No caso de alguma tubulação estar parcial ou totalmente obstruída antes da aceitação final da Obra, esta deverá ser desobstruída pela CONTRATADA.

### **15.5.3 Tubulação Rosqueada**

Todo tubo a ser rosqueado deverá ser cortado da maneira mais econômica possível, rosqueado, ajustado e instalado.

Todas as tubulações rosqueadas deverão ser escareadas após o corte para remoção de rebarbas. Após serem executadas as roscas, estas deverão ser limpas, retirando-se todos os resíduos. Os fios de rosca não deverão apresentar trincas de ruptura ou rebarbas. Não mais do que três filetes de rosca do tubo deverão ficar expostos após a instalação das conexões. Após a usinagem, as roscas deverão ser verificadas com auxílio de calibrador adequado.

As junções rosqueadas deverão ser feitas com adesivo anaeróbico, fornecido pela CONTRATADA, aprovado pela CONTRATANTE e aplicado somente na rosca macho.

Todas as tubulações com conexões rosqueadas deverão ser instaladas com uniões adequadamente distribuídas, de modo que a tubulação ou as válvulas possam ser removidas com facilidade, salvo especificação em contrário.

As uniões e niples serão do mesmo material, tipo e qualidade do material da tubulação usada no sistema.

Os filetes de roscas expostos das tubulações galvanizadas deverão ser protegidos imediatamente após a instalação, mediante pintura com tinta anti-ferruginosa fornecida pela CONTRATADA e aprovada pela CONTRATANTE.

### **15.5.4 Tubulação Flangeada e Soldada**

Tanto quanto possível, as tubulações de aço serão fornecidas pela CONTRATANTE com as extremidades preparadas para acoplamento ou soldagem. Porém, qualquer corte, conexão, preparação das extremidades e soldagem da tubulação, que se façam necessários durante a instalação, deverão ser executados pela CONTRATADA. As tubulações de ferro fundido dúctil com flange serão fornecidas pela CONTRATANTE, tanto quanto possível, em comprimentos padrões, guarnecidas de flange já faceado e furado.

As junções flangeadas deverão ser executadas após a limpeza adequada, utilizando-se parafusos, porcas e arruelas novos e não danificados.

As uniões soldadas deverão ser executadas de acordo com as seções aplicáveis do “Code for Pressure Piping”, da ANSI. As interseções e mudanças de direção deverão ser feitas com emprego de conexões para solda, salvo se juntas em ângulo da própria tubulação forem especificamente indicadas nos Desenhos Executivos.

### **15.5.5 Tubulação de Ferro Fundido Dúctil, de Ponta e Bolsa com Junta Elástica**

O alojamento do anel de borracha da bolsa, a ponta do tubo e o anel deverão ser limpos utilizando materiais adequados recomendados pelo Fabricante, sendo vedado o emprego de solventes derivados de petróleo.



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

---

O anel de borracha e a ponta do tubo deverão ser lubrificados convenientemente, utilizando lubrificante recomendado pelo Fabricante; sendo vedado o uso de óleo mineral, graxa e quaisquer outros lubrificantes derivados de petróleo.

Sempre que for necessária a execução de cortes na tubulação para ajustes de medidas, as extremidades do tubo deverão ser escareadas e chanfradas.

### **15.5.6 Tubulação de Cobre**

Todas as tubulações de cobre serão entregues à CONTRATADA nos comprimentos disponíveis em estoque. Todos os cortes deverão ser feitos em ângulo reto, com arestas desbastadas e limpas antes de sua instalação. O lado externo da tubulação e o lado interno das conexões soldadas deverão ser limpos com esponja de aço até o metal ficar brilhante, sem vestígios de sujeira ou corrosão. A aplicação do fluxo, solda e aquecimento deverá ser feita de acordo com as recomendações do Fabricante. Depois de concluída a união, deverá ser removido o excesso de solda com o auxílio de uma escova, enquanto estiver na fase plástica, deixando um filete no topo da conexão. Deverá ser efetuado um ligeiro recozimento da tubulação usada para fazer curvas, a fim de que a mesma volte à sua rigidez original.

### **15.5.7 Tubulação de Aço Inoxidável**

Basicamente, serão utilizadas tubulações de aço inoxidável no Sistema de Medições Hidráulicas. Todas as tubulações serão entregues à CONTRATADA em comprimentos padrões, devendo ser cortadas em ângulo reto e as arestas desbastadas e limpas antes da sua instalação. As conexões serão do tipo anilha de cravamento e porca de aperto, devendo ser instaladas em conformidade com as instruções do Fabricante, com a aplicação do lubrificante recomendado pelo mesmo.

### **15.5.8 Luvas para Passagem da Tubulação**

As luvas para passagem da tubulação através de paredes e vigas deverão ser colocadas rente aos lados da parede ou viga. As luvas através de lajes deverão ser colocadas de modo que sua parte inferior fique rente ao fundo da laje e deverão se projetar 25 mm acima da superfície acabada do lado superior.

### **15.5.9 Soldagem**

De maneira geral, as tubulações de aço carbono deverão ser soldadas com solda elétrica, utilizando eletrodos AWS E6010 para solda de raiz e, após a limpeza da camada com ferramentas apropriadas, efetuados o enchimento e acabamento com eletrodo AWS E7018.

### **15.5.10 Equipamentos e Instrumentação**

Todos os equipamentos e a instrumentação dos sistemas auxiliares mecânicos das usinas hidrelétricas, dos reservatórios e das tomadas de uso difuso 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 devem ser tomados nos acoplamentos com as tubulações quanto à concentricidade e paralelismo das faces de modo que fiquem livres de tensões. Os equipamentos dinâmicos devem 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.





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

---

### 15.6 Caracterização dos Serviços

#### 15.6.1 Generalidades

A CONTRATADA deverá instalar todas as tubulações, equipamentos associados e acessórios necessários para concluir os vários sistemas, salvo se determinado em contrário. As quantidades e as características dos materiais e equipamentos constantes desta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA expressam, tanto quanto possível, a situação real dos Desenhos Executivos. Entretanto, a CONTRATADA deverá considerar que poderão haver alterações decorrentes do desenvolvimento do projeto executivo.

### 15.7 Testes e Ensaios das Tubulações

Todos os componentes, incluindo tubulações, conexões, válvulas, aparelhos, equipamentos e acessórios estão sujeitos a testes e ensaios específicos, tais como: de estanqueidade, de solda, de alinhamento, de concentricidade, de verticalidade, de tolerância, de pintura e outros, conforme indicados nos Desenhos Executivos ou determinado pela CONTRATANTE. Tais testes e ensaios deverão ser feitos pela CONTRATADA e acompanhados pela CONTRATANTE ou seu representante autorizado. Se porventura indicarem defeitos, incorreções ou funcionamento inadequado, cuja causa seja, de alguma forma, imputável à CONTRATADA, esta deverá refazer ou substituir os serviços ou materiais defeituosos, às suas próprias expensas.

A CONTRATADA deverá dispor de bombas, manômetros e outros dispositivos necessários à realização dos testes.

#### 15.7.1 Generalidades

A CONTRATADA deverá inspecionar e testar todas as tubulações quanto a vazamentos. A pressão de teste deverá ser de uma vez e meia a pressão de trabalho durante 1 (uma) hora no mínimo. Os testes poderão ser aplicados a todo um sistema ou a seções de um sistema, mediante uso de ar, água ou gases e líquidos adequados. As seções consideradas satisfatórias não serão testadas novamente após a completa conclusão do sistema, a menos que a CONTRATANTE assim o determine. Antes de levados a efeito quaisquer testes, a CONTRATADA deverá notificar a CONTRATANTE, de modo que os mesmos possam ser acompanhados pela CONTRATANTE.

A CONTRATADA deverá conduzir os testes de maneira que todos os medidores, pressostatos ou outros pertences não sejam danificados.

Durante os testes, cada junta deverá ser cuidadosamente examinada quanto à existência de vazamentos. Os vazamentos constatados deverão ser eliminados completamente, reapertando as tubulações flangeadas e as conexões, substituindo as juntas ou removendo e refazendo as soldas defeituosas até que o defeito seja sanado.

Sempre que uma parte do sistema deva ficar embutida, esta deverá ser testada em separado e aprovada antes de seu embutimento.

De modo geral, os testes deverão obedecer à seguinte seqüência:

- isolar o trecho a ser testado;
- abrir todas as válvulas existentes no trecho a ser testado;
- as válvulas de bloqueio dos ramais para os instrumentos devem ser fechadas;
- as válvulas de segurança e de alívio serão substituídas por flanges cegos ou tampões;
- limpar as tubulações com jatos de ar para remoção de materiais soltos;



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

---

No caso dos testes com líquido, deverá ser expurgado todo ar existente na tubulação, abrindo-se as válvulas de respiro ou torneiras e realizando-se o enchimento da tubulação lentamente. Posteriormente, se for o caso, será aplicada a pressão desejada por meio de bomba, cuja tubulação de recalque deverá ser adaptada a um flange cego da tubulação, a uma tomada de respiro ou a um dreno. Um manômetro deverá ser colocado no ponto mais alto do sistema ou do trecho testado. Caso isto não seja possível, deve-se acrescentar ao valor da pressão de teste o efeito da coluna hidrostática acima do manômetro; a queda de pressão máxima admitida será de 0,02 MPa;

No caso de testes com ar comprimido ou gases, a elevação de pressão deverá ser lenta, verificando-se desde o início a existência ou não de vazamentos. Deverão ser levadas em consideração as variações de pressão atmosférica.

Os testes realizados em trecho do sistema não desobrigam a CONTRATADA de testar o restante do sistema como um todo.

Se a inspeção ou os testes indicarem defeitos, o material ou serviço defeituoso deverá ser substituído ou refeito, e repetidos os testes. Todos os reparos na tubulação deverão ser feitos com material novo. Não será aceita a calafetagem de uniões roscadas e de furos provocados na tubulação.

### **15.8 Testes e Ensaios das Bombas e Compressores**

A CONTRATADA deverá testar ou ensaiar as bombas e compressores de acordo com as normas aplicáveis e em conformidade com as instruções dos respectivos fabricantes.

### **15.9 Limpeza, Ajustagem e Esterilização**

Após a conclusão dos serviços, todas as partes das instalações deverão ser meticulosamente limpas. A CONTRATADA deverá executar uma circulação de água ou de ar para remover os resíduos acumulados no interior das tubulações, durante a montagem. Todos os equipamentos, tubulações, válvulas e acessórios deverão ser limpos de graxa, limalhas e outros resíduos que se tenham acumulado durante a montagem dos sistemas ou realização dos testes. Qualquer dano provocado por falha da CONTRATADA em limpar convenientemente os sistemas de tubulação, deverá ser reparado pela mesma e às suas custas.

Todos os aparelhos e dispositivos que requeiram ajustes ou regulagens para funcionamento correto do sistema deverão ser ajustados ou regulados pela CONTRATADA sob condições de serviço.

## **16 . PEÇAS METÁLICAS DIVERSAS**

### **16.1 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.

### **16.2 Materiais**

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

As demais peças como:





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

---

- 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.

### 16.3 Qualidade de Execução

#### 16.3.1 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.



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

---

### **16.3.2 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".

### **16.3.3 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.

### **16.3.4 Soldagem Elétrica**

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

### **16.3.5 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.

## **17 . PROTEÇÃO DE SUPERFÍCIES**

### **17.1 Objetivo**

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

### **17.2 Pintura**

#### **17.2.1 Generalidades**

As tintas e diluentes necessárias para a pintura na Obra das turbinas, geradores, 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.



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

---

### 17.3 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 oC acima do ponto de orvalho.

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

### 17.4 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.

### 17.5 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;



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

---

- 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.

### 17.6 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.

### 17.7 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.

### 17.8 Testes de Aderência

#### 17.8.1 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

#### 17.8.2 Pintura Completa

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

#### 17.8.3 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



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

---

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.

### **17.8.4 Demão Suplementar**

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

### **17.9 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.

### **17.10 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.

## **18 . SOLDAGEM**

### **18.1 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.

### **18.2 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.

### **18.3 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.



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

---

### 18.4 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 Braising 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.

### 18.5 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, Lloyds 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.

### 18.6 Ensaios Não Destrutivos

#### 18.6.1 Geral

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

#### 18.6.2 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.

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.

#### 18.6.3 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),





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

---

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.

### **18.6.4 Outros Ensaio 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 discontinuidades 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.

### **18.7 Reparos**

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

### **18.8 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.

### **18.9 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.

### **18.10 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.