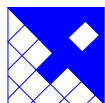




**MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL  
SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA**



**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 V – EIXO LESTE  
R17 – DOSSIÊ DE LICITAÇÃO  
TOMO III – ESPECIFICAÇÃO ELÉTRICA  
VOLUME 1**



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

---



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

**TRECHO V – EIXO LESTE  
R17 – DOSSIÊ DE LICITAÇÃO  
TOMO III – ESPECIFICAÇÃO ELÉTRICA  
VOLUME 1**

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

## **MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL**

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

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

Secretário de Infra-Estrutura Hídrica: Rômulo de Macedo Vieira

Coordenador Geral: João Urbano Cagnin

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

Diretor Interino: Volker W. J. H. Kirchhoff

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

Gerente: José Armando Varão Monteiro

Coordenador Técnico: Antônio Carlos de Almeida Vidon

Coordenador Técnico Adjunto: Ricardo Antônio Abrahão

Brasília, março de 2001

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais - FUNCATE

Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional; Trecho V – Eixo Leste – R17 – Dossiê de licitação – Tomo IV – Especificação elétrica – Volume 1. – São José dos Campos: Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais – FUNCATE, 2000.

350 p

1. Transposição de Águas

I. Trecho V – Eixo Leste – R17 – Dossiê de licitação – Tomo III – Especificação Elétrica – Volume 1

CDU 556.5:621.3

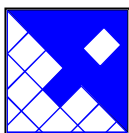
FUNCATE:

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

São José dos Campos – SP

CEP: 12210-131

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



**FUNCATE**

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

Projeto						Data	
Verificação						Data	
Aprovação						Data	
Aprovação						Data	
Código FUNCATE						Data	
EN.B/V.RF.OR.0004							
Rev.	Data	Folha	Descrição	Aprovação		FUNCATE	
						Data	Aprovação

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

**TRECHO V - EIXO LESTE  
R17 - DOSSIÊ DE LICITAÇÃO  
TOMO III - ESPECIFICAÇÃO ELÉTRICA  
VOLUME 1**

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

## **Equipe**

***José Armando Varão Monteiro: Gerente***

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

***Ricardo Antônio Abrahão: Coordenador Técnico Adjunto***

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

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

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

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

***José Carlos Mazzo: Chefe da Equipe de Hidráulica:***

*Anibal Young Eléspuru – Engenheiro Civil*  
*Rafael Guedes Valença – Engenheiro Civil*

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

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

*Roberto Lira de Paula – Engenheiro Civil*  
*José Luiz Barbosa Vianna – Tecnólogo em Obras Civis*

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

*Bernd Dieter Lukas – Engenheiro Mecânico*

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

*Coaraci Inajá Ribeiro – Engenheiro Eletricista*

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

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

## **Infra Estrutura e Apoio**

*Ana Julia Cristofani Belli – Secretária*  
*Maria Luiza Chiarello Miragaia – Secretária*  
*Célia Regina Pandolphi Pereira – Assistente Adm. Especializada*  
*Carlos Roberto Leite Marques – Assistente Administrativo*  
*Laryssa Lillian Lopes – Técnica em Geoprocessamento*  
*Henrique de Brito Farias – Técnico de Informática*  
*Jacqueline Oliveira de Souza – Auxiliar Administrativo*  
*Marcelo Pereira Almeida – Auxiliar Administrativo*  
*Priscila Pastore M. dos Santos – Auxiliar Administrativo*  
*Juliano Augusto do Rosário – Mensageiro*  
*Maria Aparecida de Souza – Servente*

## **Consultores**

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



### APRESENTAÇÃO

O presente documento se constitui no Relatório R17 – DOSSIÊ DE LICITAÇÃO, parte integrante do **Projeto Básico do Trecho V – Eixo Leste**, 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 V – Eixo Leste** compõe-se dos seguintes relatórios:

- R1 Descrição do Projeto
- R2 Critérios de Projeto
- R3 Sistemas de Captação no Reservatório da UHE Itaparica
- R4 Estações de Bombeamento
- R5 Sistema Adutor – Canais, Aquedutos, Tomadas de Usos Difusos, Túnel, Estruturas de Controle
- R6 Barragens e Vertedouros
- R7 Sistema de Drenagem
- R8 Bases Cartográficas
- R9 Geologia e Geotecnia
- R10 Estudos Hidrológicos
- R11 Sistemas de Supervisão, Controle e Telecomunicações
- R12 Modelo Hidrodinâmico e Esquema Operacional
- R13 Sistema Elétrico
- R14 Canteiros e Sistema Viário
- R15 Cronograma e Orçamentos
- R16 Caderno de Desenhos
- R17 Dossiê de Licitação
- R18 Memoriais de Cálculo

O relatório R17 é apresentado em 5 tomos sendo:

TOMO I - Descrição dos Lotes

TOMO II – Especificação Civil e Normas de Medição e Pagamento

TOMO III – Especificação Elétrica – Volume 1

Parte 1 – Disjuntores

Parte 2 – Transformador de Potencial

Parte 3 – Seccionadores

Parte 4 – Transformador de Força

Parte 5 – Isolador de Pedestal

Parte 6 – Transformador de Corrente

Parte 7 - Estruturas e Suportes para Subestação

Parte 8 – Quadros de Distribuição MT-7,2 kV e Dispositivo de Partida

Parte 9 – Quadros de Serviços Auxiliares CA e CC

Parte 10 – Para-raios

Parte 11 – Baterias e Carregadores

TOMO III – Especificação Elétrica – Volume 2

Parte 12 – Grupo Gerador Diesel



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

---

- Parte 13 – Sistema de Proteção
- Parte 14 – Sistema de Telefonia
- Parte 15 – Sistema de Transmissão de Fonia e Dados
- Parte 16 – Sistema de Rádio Comunicação
- Parte 17 – Cabos OPGW
- Parte 18 – Sistema de Comunicação Via Satélite
- Parte 19 – Sistema Digital de Supervisão e Controle
- Parte 20 – Motores Síncronos
- Parte 21 – Lista de Materiais

### TOMO IV – Especificação Mecânica

- Parte 1 - Bombas e Motores das Estações Elevatórias do Trecho V
- Parte 2 - Equipamentos Hidrodinâmicos
- Parte 3 – Equipamentos de Levantamento
- Parte 4 – Conduitos Forçados das Estações de Bombeamento
- Parte 5 – Válvulas Dispersoras e Complementos
- Parte 6 – Sistemas Auxiliares Mecânicos para as Estações de Bombeamento
- Parte 7 – Moto-Bombas e Equipamentos Associados para as Tomadas de Uso Difuso

### TOMO V – Montagem



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

---



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





ÍNDICE	PG.
<b>1 . OBJETO E OBJETIVO.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Equipamentos, Materiais e Serviços Incluídos no Fornecimento.....</b>	<b>1</b>
1.1.1 Subestação E2.....	1
1.1.2 Subestação E3.....	1
1.1.3 Subestação E4.....	1
1.1.4 Subestação E5.....	1
1.1.5 Conectores Instalados nos Terminais de Alta Tensão.....	1
1.1.6 Embalagem e transporte .....	1
1.1.7 Documentação .....	2
1.1.8 Ensaio s.....	2
<b>1.2 Equipamentos, Materiais e Serviços Excluídos do Fornecimento .....</b>	<b>2</b>
<b>2 . NORMAS E UNIDADES .....</b>	<b>2</b>
<b>3 . DOCUMENTOS PARA APROVAÇÃO .....</b>	<b>2</b>
<b>3.1 Documentos a serem Apresentados.....</b>	<b>2</b>
<b>4 . REQUISITOS TÉCNICOS.....</b>	<b>4</b>
<b>4.1 Objetivos.....</b>	<b>4</b>
<b>4.2 Condições Ambientais.....</b>	<b>5</b>
<b>4.3 Materiais .....</b>	<b>5</b>
<b>4.4 Qualidade de Execução .....</b>	<b>5</b>
<b>4.5 Intercambiabilidade.....</b>	<b>5</b>
<b>4.6 Fontes Auxiliares Disponíveis.....</b>	<b>5</b>
<b>4.7 Características Técnicas DJ-242kV .....</b>	<b>6</b>
<b>4.8 Proteção Contra Corrosão.....</b>	<b>7</b>
4.8.1 Geral.....	7
4.8.2 Proteção através de pintura .....	7
4.8.3 Proteção Através de Galvanização .....	8
4.8.4 Proteção Através de Galvanização e Pintura .....	9
4.8.5 Informações Complementares .....	9
4.8.6 Cor .....	9
4.8.7 Durabilidade .....	9
4.8.8 Tropicalização .....	9
<b>4.9 Instruções para Embalagem e Transporte .....</b>	<b>10</b>
4.9.1 Geral.....	10
4.9.2 Procedimentos para embalagem e transporte .....	10
<b>4.10 Características Construtivas .....</b>	<b>10</b>
4.10.1 Geral .....	10
4.10.2 Arranjo e Estrutura do Disjuntor .....	11



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

---

4.10.3 Contatos Principais .....	11
4.10.4 Limitações de Temperatura.....	12
4.10.5 Divisores de Potencial (se aplicável) .....	12
4.10.6 Distâncias Elétricas Mínimas.....	12
4.10.7 Isolação do Disjuntor.....	12
4.10.8 Religamento Rápido.....	12
4.10.9 Terminais de Linha, Conectores de Terra e Anéis de Equalização.....	12
4.10.10 Envoltores e Suportes de Porcelana.....	13
4.10.11 Armários de Controle e Caixas de Terminais .....	13
4.10.12 Mecanismo de Operação e Controles .....	15
4.10.13 Óleo ou gás para Sistemas Hidráulicos ou Pneumáticos de Operação .....	20
<b>4.11 Peças, Acessórios, Placas e Ferramentas .....</b>	<b>20</b>
4.11.1 Acessórios .....	20
4.11.2 Placas de Identificação .....	20
<b>5 . INSPEÇÃO E ENSAIOS .....</b>	<b>21</b>
5.1 Geral.....	21
5.2 Ensaios de Rotina .....	22
5.3 Ensaios de Tipo.....	22
5.4 Falha no Ensaio.....	25
<b>6 . INFORMAÇÕES TÉCNICAS .....</b>	<b>25</b>
6.1 Geral.....	25
6.2 Dados de Fabricação .....	25
6.3 Dados Gerais para Disjuntores .....	25
6.4 Dados de Ensaio .....	26
6.5 Dados Técnicos e Características Garantidas .....	26



### 1 . OBJETO E OBJETIVO

O objeto deste relatório é o Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional e seu objetivo abrange a descrição geral do fornecimento, define seus limites e as responsabilidades a serem assumidas pelo CONTRATADO para fornecer os disjuntores, necessários para a implantação das subestações de 230 kV do Trecho V - Eixo Leste

O fornecimento inclui projeto, fabricação, inspeção, ensaios na fábrica, embalagem para transporte, transporte da fábrica até o canteiro de obras, supervisão de montagem, testes finais de campo e comissionamento dos disjuntores necessários para a implantação das subestações de 230 kV.

#### 1.1 Equipamentos, Materiais e Serviços Incluídos no Fornecimento

##### Subestação E1

Conforme diagramas unifilares nº EN.B/V. DS.EL. 0102.

1.1.1.1 Quatro (04) disjuntores, tripolares, 242kV, 1250 A, 40 kA, a gás SF6 ou sopro de ar, com operação pneumática, mecânica e/ou hidráulica, fornecido com todos os acessórios especificados;

##### 1.1.1 Subestação E2

Conforme diagramas unifilares nº EN.B/V. DS.EL. 0202.

1.1.2.1 Quatro (04) disjuntores, tripolares, 242kV, 1250 A, 40 kA, a gás SF6 ou sopro de ar, com operação pneumática, mecânica e/ou hidráulica, fornecido com todos os acessórios especificados;

##### 1.1.2 Subestação E3

Conforme diagramas unifilares nº EN.B/V. DS.EL. 0302.

1.1.3.1 Quatro (04) disjuntores, tripolares, 242kV, 1250 A, 40 kA, a gás SF6 ou sopro de ar, com operação pneumática, mecânica e/ou hidráulica, fornecido com todos os acessórios especificados;

##### 1.1.3 Subestação E4

Conforme diagramas unifilares nº EN.B/V.DS.EL.0402.

1.1.4.1 Quatro (04) disjuntores, tripolares, 242kV, 1250 A, 40 kA, a gás SF6 ou sopro de ar, com operação pneumática, mecânica e/ou hidráulica, fornecido com todos os acessórios especificados;

##### 1.1.4 Subestação E5

Conforme diagramas unifilares nº EN.B/V. DS.EL. 0502.

1.1.5.1 Três (03) disjuntores, tripolares, 242kV, 1250 A, 40 kA, a gás SF6 ou sopro de ar, com operação pneumática, mecânica e/ou hidráulica, fornecido com todos os acessórios especificados;

##### 1.1.5 Conectores Instalados nos Terminais de Alta Tensão

##### 1.1.6 Embalagem e transporte

O fornecimento inclui às embalagens e os serviços de transporte de todos os equipamentos, materiais e acessórios, a partir dos respectivos locais de origem, no Brasil ou no exterior, até o local da Obra.



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

---

### 1.1.7 Documentação

O fornecimento inclui o conjunto de desenhos, catálogos, manuais e demais documentos técnicos que caracterizam o fornecimento.

### 1.1.8 Ensaios

O fornecimento inclui a execução, às custas do CONTRATADO, dos ensaios conforme especificado, em fábrica e/ou laboratório independente.

### 1.2 Equipamentos, Materiais e Serviços Excluídos do Fornecimento

- Fundações e bases de concreto
- Todas as interligações elétricas e respectivos eletrodutos externo ao equipamento
- Cabo de aterramento dos disjuntores

## 2 . NORMAS E UNIDADES

Exceto quando especificado de outra forma os equipamentos e seus componentes deverão ser projetados, fabricados e ensaiados de acordo com as Normas e Publicações aplicáveis das seguintes organizações:

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ANSI - American National Standards Institute
- IEC - International Electrotechnical Commission
- NEMA - National Electrical Manufacturers Association
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- AWS - American Welding Society

O CONTRATADO deverá indicar claramente nos documentos técnicos do disjuntor por qual ou quais normas o equipamento será projetado, fabricado e ensaiado.

Todos os dados e dimensões deverão ser apresentados no Sistema Internacional de Unidades.

## 3 . DOCUMENTOS PARA APROVAÇÃO

### 3.1 Documentos a serem Apresentados

O CONTRATADO deverá enviar para aprovação os desenhos e outros documentos com dados técnicos aplicáveis a seu Fornecimento, incluindo mas não se limitando aos a seguir relacionados:

- Cronograma de Documentos - Uma lista completa de todos os desenhos, dados técnicos e documentos de projeto, por título e número, que o CONTRATADO irá fornecer, com as respectivas datas de entrega. Este cronograma deverá seguir padrão a ser definido pela CONTRATANTE, deverá ter espaço adequado para registrar o histórico de cada documento.
- Lista de Documentos - Documentos com número próprio, na qual deverão estar relacionados todos os Desenhos, Procedimentos e Ensaios, Relatórios de Ensaios e Manuais de Instruções, com os respectivos números e títulos;
- Cronograma de Fabricação e Fornecimento - Documento mostrando as diversas etapas de fabricação, incluindo o provisionamento e ensaios;
- Desenhos de Arranjo Geral - Desenhos de Conjunto, indicando a relação dos componentes,



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

---

materiais e acessórios do equipamento principal, contendo todos os elementos necessários ao projeto da instalação, montagem e a manutenção, tais como, massas, dimensões, dados para fixação, alturas recomendadas, esforços limites, etc.

- Diagramas Elétricos - Desenhos contendo todos os dados relativos a parte elétrica do equipamento, tais como, esquemático das ligações internas e externas, esquemas de fiação, características dos componentes, etc.
- Relatórios de Ensaio - Documento contendo pelo menos a relação dos ensaios realizados, a quantidade e o número de série dos equipamentos ensaiados. O relatório propriamente dito, deverá fornecer além dos resultados todos os dados necessários para a análise, interpretação e avaliação de cada ensaio.
- Desenhos de Transporte - Desenhos indicando a massa, dimensões máximas externas, centro de gravidade, pontos de içamento, recomendações e cuidados especiais para cada peça isolada ou embalagem a ser utilizada durante o transporte.
- Manual de Controle e Garantia da Qualidade - O CONTRATADO deverá preparar e submeter à aprovação um Manual de Controle de Qualidade, que deverá cobrir todas as atividades que implicarão na qualidade final e desempenho do Fornecimento, conforme diretrizes da norma ISO 9001.

Este Manual consistirá basicamente de três partes:

- Plano de Inspeção durante a Fabricação;
- Plano de Inspeção durante a Montagem;
- Plano de Comissionamento.

Cada uma das três partes conterá basicamente os itens abaixo, sem a isto se limitarem:

- Lista das etapas a serem controladas, fazendo referência aos Cronogramas de Fabricação, Montagem e Comissionamento;
- Lista das partes pertinentes das normas adotadas;
- Descrição de todos os métodos de controle para cada item citado na lista das etapas a serem controladas;
- Cópia de todos os protocolos a serem preenchidos. Tais protocolos serão específicos para este fornecimento.
- Lista de todos os instrumentos e aparelhos de medição necessários para cada etapa;
- Programa de ensaio, detalhando a sequência de atividades, interdependência entre elas e o tempo previsto para sua execução completa;
- Relatórios das inspeções executadas durante a fabricação, que serão incorporados ao Manual à medida que forem sendo emitidos. O CONTRATADO deverá emití-los até 15 (quinze) dias após a execução dos ensaios. Tais relatórios deverão incluir resultados dos ensaios, curvas, cálculos de verificação, fórmulas utilizadas na determinação dos resultados, fotos ilustrativas e análises objetivas, quando for o caso.
- Manual de Montagem, Manutenção e Operação - O CONTRATADO deverá preparar e submeter à aprovação um Manual de Montagem, Manutenção e Operação contendo todas as informações necessárias para a montagem, manutenção e operação do Fornecimento no campo. Este documento será considerado como único e final, válido para a montagem, manutenção e operação do Fornecimento.



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

---

O Manual de Montagem, Manutenção e Operação deverá incluir, mas não se limitar aos seguintes itens:

- Listagem e descrição detalhada de todas as atividades de montagem;
- Conjunto completo de desenhos específicos para montagem na Obra;
- Todos os desenhos que forem mencionados no manual deverão ser anexados a ele;
- Todos os protocolos de controle de montagem na Obra;
- Lista de todas as normas aplicáveis;
- Instruções de armazenagem a serem observadas na Obra;

Todos e quaisquer requisitos a serem observados na Obra, que possam influir na futura qualidade de desempenho do equipamento.

Indicação da quantidade estimada de força de trabalho durante a montagem na Obra e o número de supervisores de montagem recomendado pelo CONTRATADO.

Frequência de inspeção dos diversos componentes do Fornecimento;

Critérios a serem observados em cada inspeção, indicando todos os pontos a serem medidos, com os valores aceitáveis. Protocolos de inspeção pertinentes devem ser anexados;

- Detalhes e roteiro completo dos serviços de substituição dos componentes, incluindo esquemas e desenhos quando necessários;
- Período recomendado para a manutenção programada dos diversos componentes do Fornecimento;
- Cópias dos catálogos de todos os componentes fornecidos por Subfornecedores, incorporados ao Fornecimento;
- Coletânea de dados, medidas e ensaios mais importantes obtidos durante a montagem, extraídos do conjunto de protocolos de montagem e ensaios, com respectiva referência;
- Recomendações sobre tolerâncias de desgaste a fim de determinar épocas em que devem ser substituídos componentes, ou simplesmente sofrer manutenção;
- Lista de normas pertinentes.
- Descrição da filosofia de operação, modos de funcionamento e limites operativos;
- Descrição sucinta do princípio de operação do equipamento principal e de todos seus sistemas periféricos e acessórios;

Instruções detalhadas de operação, descrevendo todas as etapas de funcionamento, cuidados e restrições operativas.

- a) *Data Book* - Caderno de ocorrências durante a fabricação, montagem e ensaios de cada equipamento, com todos os seus detalhes, principalmente relatórios de ensaios em fábrica e respectivos *data sheet*.

## 4 . REQUISITOS TÉCNICOS

### 4.1 Objetivos

Estas Especificações Técnicas fixam os requisitos técnicos para o projeto, fabricação dos equipamentos objeto desse fornecimento.



### 4.2 Condições Ambientais

A subestação será construída em local, onde a altitude é inferior a 1.000 m em clima temperado. A temperatura média anual é de 24 °C, sendo que as temperaturas mínima e máxima são 0°C e 40 °C, respectivamente.

A umidade relativa do ar pode alcançar valores de até 90% durante certos períodos do ano. A velocidade máxima do vento é de 126 km/h a temperatura de 15°C.

A chuva não é bem distribuída durante o ano. A área de maior incidência pluviométrica registra uma média anual de 800mm.

### 4.3 Materiais

Todos os materiais deverão ser da melhor qualidade técnica, isentos de defeitos e imperfeições, novos e de fabricação recente. Os materiais não especificamente descritos deverão ser os mais apropriados para os fins a que se destinam e deverão atender as últimas Especificações aplicáveis da American Society for Testing and Materials (ASTM) ou outras Normas equivalentes aprovadas.

Todos os materiais, peças e montagem das mesmas, a serem utilizados no fornecimento, salvo onde especificados em contrário, deverão ser ensaiados de conformidade com as exigências das Normas aplicáveis da ABNT, ANSI, IEC, NEMA ou ASTM, ou com o melhor e mais moderno método técnico aprovado para o tipo e classe específicos do serviço.

### 4.4 Qualidade de Execução

A execução deverá ser da mais alta qualidade e de acordo com a melhor e mais moderna prática de fabricação de equipamentos de alta qualidade, independentemente de quaisquer omissões das presentes Especificações Técnicas. Deverá haver o maior grau possível de intercambiabilidade entre as peças.

A usinagem das peças substituíveis deverá ser rigorosa e segundo as dimensões especificadas de modo que as substituições feitas de acordo com os desenhos possam ser prontamente efetuadas.

As peças a serem soldadas deverão ser cortadas rigorosamente no tamanho adequado, suas arestas aparadas, cortadas a maçarico ou usinadas, de modo a satisfazer o tipo de soldadura exigido e a permitir a penetração da solda.

As peças a serem soldadas deverão estar isentas de ferrugem, graxa ou outros materiais estranhos, a uma distância de 50 mm das arestas preparadas para a solda. Todas as soldas deverão ser executadas pelo método do arco elétrico, de acordo com a *Standard Qualification Procedure* da AWS, ou Norma equivalente aprovada, e todos os soldadores designados para o serviço deverão estar devidamente qualificados de acordo com a AWS ou Norma equivalente.

### 4.5 Intercambiabilidade

Todos os equipamentos de mesmo tipo e valores nominais deverão ser física e eletricamente intercambiáveis. Sempre que possível pequenas partes e dispositivos, deverão ser de projeto idêntico, assim como, mutuamente intercambiáveis e substituíveis.

### 4.6 Fontes Auxiliares Disponíveis

São disponíveis para o que for necessário as seguintes tensões, com respectivas faixas de variação nos terminais do equipamento.

- a) 380 VCA, 60 Hz, sistema trifásico estrela aterrado, fornecido com uma variação de tensão





de 342 a 418 V, para acionamento de motores.

- b) 220 VCA, 60 Hz, monofásico, fase-terra, fornecido com uma variação de tensão de mais ou menos 10%, para alimentação de aquecimento e iluminação interna e eventualmente, tomadas.
- c) 125 VCC, não aterrado, com as seguintes faixas de variação de tensão:
  - Circuitos de fechamento, controle e alarme: ..... 90 - 140 VCC.
  - Circuitos de abertura: ..... 70 - 140 VCC.

### 4.7 Características Técnicas DJ-242kV

- a) Número de polos: 3
- b) Tensão Nominal do equipamento, fase-fase (kV-eficaz): 242
- c) Nível de isolamento nominal:
  - Tensão suportável nominal de impulso atmosférico (kV-crista):.....850
  - Tensão suportável nominal a frequência industrial durante 1 (um) minuto, a seco e sob chuva (kV-eficaz): .....360
- a) Frequência nominal (Hz): 60
- b) Corrente nominal (A-eficaz): 1.250
- c) Corrente de interrupção nominal em curto-circuito:
  - Componente de corrente alternada (corrente nominal de curto-circuito) (kA-eficaz): ..  
40
  - Componente de corrente contínua (%): ..... 50
- a) Tensão de restabelecimento transitória nominal para as faltas nos terminais:
  - Número de parâmetros: ..... 4
  - Fator de primeiro polo: ..... 1,5
  - Primeira tensão de referência (U1)(kV-crista): .....296
  - Tempo para ser atingida a tensão U1 (t1)(microseg): .....148
  - Segunda tensão de referência (TRT)(Uc)(kV-crista): .....415
  - Tempo para ser atingida a tensão Uc (t2)(microseg): .....444
  - Tempo de retardo (td)(microseg): ..... 2,0
  - Tensão coordenada U' (kV-crista): .....148
  - Tempo coordenado t' (microseg): .....76,0
  - Taxa de crescimento (U1/t1)(kV/microseg).....2,0
- b) Características nominais para faltas na linha (características nominal de linha: impedância de surto Z=450 ohms, fator de crista k=1,6, fator de TCTR=0,240kV/microseg.kA):
  - Número de parâmetros: ..... 4





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

---

• Primeira tensão de referência (U1)(kV-crista): .....	198
• Tempo para ser atingida a tensão U1 (t1)(microseg): .....	99
• Segunda tensão de referência (TRT) (Uc) (kV-crista): .....	277
• Tempo para ser atingida a tensão Uc (t2)(microseg): .....	297
• Tempo de retardo (td)(microseg): .....	2,00
• Tensão coordenada U' (kV-crista): .....	98,8
• Tempo coordenado t'(microseg): .....	51,5
• Taxa de crescimento (U1/t1)(kV/microseg): .....	2,00
c) Corrente de estabelecimento nominal em curto-circuito (kA-crista):.....	100
d) Duração nominal do curto-circuito (s): .....	3
e) Seqüência de operação nominal: .....	0-0,3s-CO-3min-CO
f) Tempo de interrupção nominal (ciclo): .....	3
g) Tensão de rádio interferência (RIV), referido a 150 ohms, medido a 154 kV, disjuntor aberto ou fechado (microvolt): .....	500
h) Tensão de início e extinção de Corona Visual (kV-eficaz): .....	154
i) Manobra em discordância de fases:	
• Corrente de interrupção nominal em discordância de fases (kA - eficaz): .....	10
• Tensão aplicada em discordância de fases (kV eficaz): .....	279
• Tensão restabelecimento em discordância de fases (U1) (kV-crista): .....	400
• Tempo para ser atingida a tensão U1 (microseg): .....	260
• Fator de Amplitude: .....	1,25

### 4.8 Proteção Contra Corrosão

#### 4.8.1 Geral

Os equipamentos a serem fornecidos segundo estas especificações deverão receber um dos seguintes tratamentos:

- Pintura
- Galvanização
- Galvanização e Pintura

O CONTRATADO deverá estabelecer em sua proposta qual dos tratamentos especificados, será utilizado em cada parte metálica de seu equipamento.

#### 4.8.2 Proteção através de pintura

##### a) Preparo de Superfícies Para Pintura

As superfícies de aço carbono, latão, bronze, alumínio, etc., deverão ser previamente limpas com solventes, a fim de remover os resíduos de óleo e graxa, remanescentes do processo de fabricação.



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

---

Nas superfícies de aço carbono, proceder o jateamento abrasivo conforme Norma NBR 7348, para retirar toda a carepa de laminação, óxidos e impurezas estranhas, tais como: crostas, rebarbas e saliências, resultando sultando num grau de preparação de superfícies Sa 2 ½ conforme SIS 05 59 00 e num perfil de rugosidade médio de 50 micrometros.

### a) Pintura

O preparo de superfície e aplicação da tinta de fundo, deve ocorrer dentro da mesma jornada de trabalho.

Durante aplicação das tintas, a umidade relativa do ar não deverá ser superior a 80%

Em nenhuma hipótese poderá ser aplicada tinta sobre superfícies úmidas.

Deverão ser obedecidas todas as especificações técnicas de preparação e aplicação, recomendadas pelo fabricante das tintas utilizadas.

O valor da aderência do esquema de pintura deve ser classificado entre Y<sub>0</sub>, X<sub>0</sub> e Y<sub>1</sub>, X<sub>1</sub> conforme ABNT MB 985.

- Tinta de fundo

Descrição da tinta:

Tinta de fundo a base de epóxi-poliamida pigmentada com óxido de ferro.

Número de demãos: 1 (uma)

Espessura por demão: 100 micrômetros
--------------------------------------

Cor: Vermelho óxido

- Tinta de acabamento

Descrição da tinta:

Tinta de acabamento a base de resina poliuretano-alifático com propriedade de retenção de cor e brilho.

Número de demãos: 2 (duas)

Espessura por demão: 35 micrômetros

Cor: Cinza-claro Ref. Munsel N-6,5

### 4.8.3 Proteção Através de Galvanização

#### a) Preparo de superfície

As superfícies metálicas de aço carbono deverão seguir os mesmos processos descritos no item 4.8.2 desta Especificação Técnica.

#### b) Galvanização

Todos os parafusos, porcas, arruelas, contra-porcas e ferragens de montagem, fabricados de metais ferrosos, deverão ser zincados a quente de acordo com a norma ASTM-A-153, com exceção de arruelas de pressão, que deverão ser zincadas em banho eletrolítico.

Perfis, chapas, barras e fitas de aço forjado, deverão ser zincadas a quente, de acordo com a norma ASTM-A-123.

A zincagem das superfícies metálicas dos equipamentos somente deverá ser realizada após a conclusão dos tratamentos mecânicos de conformação e usinagem.



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

---

A espessura total da zincagem deverá ser de 70 micrômetros, distribuída uniformemente na superfície das chapas.

### 4.8.4 Proteção Através de Galvanização e Pintura

Quando a superfície a ser pintada é galvanizada ou de metais não ferrosos, deverá ser aplicado primer condicionador de aderência seguido do esquema de pintura descrito no item 4.8.2b desta Especificação Técnica.

- Descrição:

Primer condicionador de aderência a base de resina epóxi-isocianeto alifático, pigmentado com óxido de ferro.

Número de demãos: 1 (uma)

Espessura por demão: 20 micrômetros

Cor: Vermelho Óxido

### 4.8.5 Informações Complementares

Todas as superfícies usinadas ou polidas, que pelo projeto não devam sofrer revestimento protetor (zincagem e/ou pintura) deverão ser rigorosamente limpas, revestidas com composto anti-oxidante facilmente removível e protegidas contra avaria até sua instalação.

As partes móveis, tais como dobradiças e outras, onde o revestimento protetor da superfície poderá descascar ou ser arranhado, deverão ser feitas em aço inoxidável ou materiais tais como: bronze, latão, alumínio, etc.

### 4.8.6 Cor

Os equipamentos para instalação externa deverão ser pintados, na cor cinza claro, notação Munsell N6.5.

Na parte interna dos tanques que é pintada, esta deve ser na cor branca, notação Munsell N9,5.

### 4.8.7 Durabilidade

O esquema de pintura aplicado deverá resistir a um período de 10 (dez) anos.

### 4.8.8 Tropicalização

O equipamento a ser fornecido segundo estas Especificações, deverá ser apropriado para o serviço e armazenagem com condições tropicais descritas na seção ET-4.2.

Um verniz especial resistente a umidade e a fungos, deverá ser aplicado nas partes sujeitas ou favoráveis à formação de meio de cultura de fungos, devido a presença ou deposição de substâncias nutrientes, isto inclui os seguintes materiais: linho, nitrato de celulose, celulose regenerada, madeira não tratada, juta, materiais plásticos (empregando algodão, linho e serragem, como incorporantes) couro, cortiça, papel, papelão, fibras orgânicas, feltros orgânicos e outros produtos de origem animal ou vegetal em geral.

O verniz não deverá ser aplicado em qualquer superfície ou peças onde o tratamento interferirá na operação ou desempenho do equipamento.

Os resistores de aquecimento deverão ser fornecidos em quantidades e potência para minimizar a condensação em todos os compartimentos (tensão de alimentação 220 VCA).



### 4.9 Instruções para Embalagem e Transporte

#### 4.9.1 Geral

As embalagens deverão ser suficientes para proteger o conteúdo de danos durante o transporte do local de fabricação até depois da chegada ao local da obra, em condições que envolvam bastante movimentação, transbordo, trânsito por estradas não pavimentadas, armazenamento prolongado, exposição a umidade e a possibilidade de roubo. Essa embalagem deverá estar de acordo com os requisitos mínimos descritos abaixo sem a eles se limitar necessariamente. O CONTRATADO deverá usar seu próprio critério quanto à adequação das exigências solicitadas, sendo o único responsável pela entrega do fornecimento em bom estado e ordem.

#### 4.9.2 Procedimentos para embalagem e transporte

- a) As caixas, engradados e estrados deverão ser construídos de modo adequado às necessidades do embarque, e cintados com fita de aço, *nylon* ou similar. A madeira usada deverá ser de bitola adequada a carga, isenta de falhas e bem seca.
- b) equipamento pesado e/ou suas partes, quando não dispuserem de alças próprias para suspensão ou estas não forem utilizadas, deverão ser colocados e aparafusados sobre estrado devidamente reforçado para suportar e evitar empenos nas peças. Os equipamento para instalação ao tempo, poderão ser embalados em engradados ou caixas abertas.
- c) Os itens deverão ser separados e embarcados em fardos com até 6 (seis) metros de comprimento.
- d) A massa de cada fardo não deverá ultrapassar 1.500 kg e sempre que praticável as extremidades deverão ser protegidas.
- e) Todos os materiais de pequenas dimensões, suscetíveis de extravio, tais como: parafusos, pinos, arruelas, etc., e materiais sujeitos a serem dobrados, riscados ou de qualquer outra forma avariados serão simplesmente acondicionados em caixotes. Cada caixote deverá conter somente material de um único tipo e exibir na parte externa, marcação que identifique o tipo e quantidade do material ali contido.
- f) As porcas deverão vir atarraxadas nos respectivos parafusos.
- g) No caso de mercadorias suscetíveis a danos causados pela umidade, deverão ser usados revestimentos impermeáveis em forma de sacos ou invólucros selados com adesivo impermeável. Deverá ser providenciada proteção adequada mediante um absorvente de umidade como silica-gel, que não danifique os mecanismos. Estes procedimentos são obrigatórios e imprescindíveis no caso de haver transporte marítimo.
- h) Deverá ser dada proteção especial as peças frágeis que deverão ser embrulhadas em almofadas crepe-celulósicas ou em outro material de igual eficiência e colocadas entre palha de madeira ou isopor. Estes itens deverão ser embalados em caixotes de madeira, reforçados com precauções especiais contra o risco de quebra.

### 4.10 Características Construtivas

#### 4.10.1 Geral

Esta seção fixa os requisitos para o projeto e fabricação dos disjuntores, tipo a sopro de ar ou gás SF<sub>6</sub>, com mecanismo de operação pneumático, mecânico e/ou hidráulico, controlados eletricamente.

Deverão ser fornecidos sistemas completos com todos os itens necessários para operação satisfatória dos disjuntores individualmente deverão ser fornecidos, incluindo mas não se



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

---

limitando ao seguinte:

- a) Disjuntor completo, com bases, estruturas de suporte (exceto bases de concreto), terminais e mecanismos de operação.
- b) Sistemas completos de ar comprimido e/ou gás SF6 inclusive compressores, tanques, tubulações, válvulas e controles.
- c) Instrumentação, manômetros e outros dispositivos para supervisão de temperatura e pressão nos sistemas de gás SF6, ar, óleo, etc..
- d) Um armário de comando e controle central para cada disjuntor, com todos os dispositivos elétricos necessários neles montados inclusive, fiação para interligação e as necessárias régua de terminais.
- e) Fiação para ligação entre polos, armários ou polo-armários do mesmo disjuntor, fornecidos com terminais devidamente identificados.
- f) Todas as peças necessárias a uma instalação operativa e completa do disjuntor tais como, terminais, conectores de aterramento, equipamentos de comando e controle e outros dispositivos mesmo que não especificamente aqui mencionados.

### 4.10.2 Arranjo e Estrutura do Disjuntor

Cada polo do disjuntor deverá ser fornecido com uma estrutura suporte de aço adequado para montagem sobre uma base de concreto.

Os disjuntores deverão observar um espaço de acesso entre fases, para manutenção. Os compressores, reservatórios e armários do mecanismo de operação deverão ser localizados de tal modo que não interfiram com o espaço de acesso.

Nos pontos onde os elementos de ligação entre fases estiverem acima do solo, é preferível que os mesmos estejam localizados a uma altura mínima de 3 metros acima do nível da base do disjuntor onde este se apoia na base de concreto. Nos pontos onde isto não for possível, os elementos de ligação entre as fases deverão ser agrupados entre si e localizados mais próximo possível da extremidade do disjuntor.

As estruturas a serem fornecidas com os disjuntores deverão ser tal que, a parte energizada (terminal de linha) mais próxima do solo, esteja a uma altura em relação à base de concreto, de pelo menos 4,50 metros, para os disjuntores de 242 kV.

As caixas de terminais e armários deverão ser montados de tal modo que sejam facilmente acessíveis do solo, com segurança e, sem a desenergização de qualquer equipamento de alta tensão. Caso contrário estruturas para acesso do solo deverão ser fornecidas com o disjuntor. Estas facilidades deverão ser estendidas aos manômetros, contadores de operação, etc.

Toda a soldagem deverá ser conforme os códigos, especificações e recomendações mais recentes da American Welding Society. Todas as soldas deverão estar adequadamente livres de tensões.

A estrutura inteira do disjuntor deverá ser projetada e construída de modo a suportar com segurança as forças de operação mecânica e de curto-circuito que poderão ser aplicadas a mesma, com a inclusão da força correspondente a velocidade máxima do vento, conforme especificada no item 4.2 desta Especificação Técnica.

### 4.10.3 Contatos Principais

Os contatos deverão ser projetados para terem capacidade térmica e de corrente adequada para



o trabalho especificado, e para terem uma expectativa de vida de tal forma que não se tomem necessárias substituições freqüentes devido a queima excessiva. Providências deverão ser tomadas para a rápida dissipação do calor gerado pelo arco, na abertura.

Qualquer dispositivo com função de limitação de corrente, amortecimento de oscilações, prevenção de reacendimento do arco antes da interrupção completa do circuito, ou de limitação de sobretensões no fechamento, deverá ter uma expectativa de vida comparável aquela do disjuntor como um todo.

#### 4.10.4 Limitações de Temperatura

Os disjuntores deverão ser projetados de tal forma que, quando operados dentro de suas características nominais, a temperatura de cada parte fique limitada a valores consistentes com uma vida longa para os materiais empregados. As temperaturas não deverão exceder aquelas relacionadas nas Normas ABNT ou IEC aplicáveis.

#### 4.10.5 Divisores de Potencial (se aplicável)

Cada disjuntor deverá ser fornecido com dispositivos divisores de potencial a fim de que seja garantida a distribuição linear da tensão entre as câmaras de cada polo.

#### 4.10.6 Distâncias Elétricas Mínimas

As partes energizadas expostas deverão corresponder a distâncias compatíveis com os requisitos do National Electrical Safety Code, ANSI C2, aplicáveis ao nível de isolamento especificado.

#### 4.10.7 Isolação do Disjuntor

O disjuntor deverá ser livre de reacendimento e tal que na ocorrência de tensões de 60 Hz e de impulso suficientemente elevados para causar descargas, estas deverão ocorrer externamente, e não internamente para terra ou de algum modo através de um polo aberto. Isto se aplica a descargas "estáticas" e "dinâmicas" definidas como segue:

- a) Uma "descarga estática" é a que ocorre com o disjuntor aberto ou fechado, não tendo o mesmo, pouco antes, interrompido nenhuma corrente, e sem a ocorrência de gases quentes na câmara de interrupção.
- b) Uma "descarga dinâmica" é a que ocorre imediatamente após o disjuntor ter interrompido uma corrente.

A coordenação de isolamento, conforme necessária, deverá ser obtida sem a necessidade de centelhadores externos, pára-raios ou outros dispositivos similares.

#### 4.10.8 Religamento Rápido

Os disjuntores deverão ser adequados para religamento rápido tripolar com uma seqüência operativa e intervalos de tempo especificado na seção CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

#### 4.10.9 Terminais de Linha, Conectores de Terra e Anéis de Equalização

Cada disjuntor deverá ser fornecido com terminais de linha tipo barra chata com quatro (04) furos NEMA, na posição horizontal próprios para conectores de alumínio.

Os disjuntores deverão ser fornecidos com conectores terminais retos, em liga de alumínio, barra chata quatro (04) furos NEMA e um cabo CAA 636MCM, livres de corona para 230 kV.

Onde forem requeridas conexões de cobre com alumínio, as mesmas deverão ser projetadas adequadamente de modo que seja assegurada que qualquer deterioração destas conexões seja



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

---

mínima e fique restrita a partes não condutoras de corrente ou que não estejam submetidas a esforços.

Os terminais dos disjuntores deverão suportar esforços estáticos de 1000N no sentido vertical e 2000 N no sentido horizontal (transversal ou longitudinal), respectivamente.

Anéis de equalização deverão ser fornecidos, se necessários, de maneira que sejam satisfeitos os requisitos especificados para o efeito corona externo.

Conectores de aterramento e acessórios para o aterramento do disjuntor estão incluídos no escopo do fornecimento. As estruturas de suporte para cada polo deverão ser providas com duas conexões de aterramento, localizadas em lados opostos. Cada conexão de aterramento deverá consistir de uma placa de cobre soldada a estrutura de suporte, e de um conector terminal de bronze, tipo grampo, fixado a placa com pelo menos dois parafusos. Estes conectores deverão ser adequados para cabo trançado de cobre de 50 mm<sup>2</sup> (2/0 AWG) até 120 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG).

### 4.10.10 Envolitórios e Suportes de Porcelana

Todos os envoltórios e suportes de porcelana correspondentes aos disjuntores de mesmos valores nominais de tensão e corrente deverão ser intercambiáveis.

Todos os envoltórios de porcelana deverão ser projetados de tal forma que seja evitado esforço em qualquer parte devido a variações de temperatura. Deverão ser previstos meios adequados para compensar as deflexões do condutor e de outras partes condutoras de corrente, resultantes de sobrecargas ou de transitórios.

Toda a porcelana utilizada deverá ser fabricada pelo processo úmido e deverá ser homogênea, livre de laminações, cavidades e de outros defeitos, devendo ser bem vitrificada e impermeável a umidade. O envernizamento deverá ser isento de imperfeições tais como bolhas ou queimaduras. A cor do verniz deverá ser marrom.

Todas as partes dos envoltórios e suportes de porcelana montados, que possam de alguma forma ficar expostos a atmosfera, deverão ser compostas de materiais totalmente não higroscópicos, tais como metal ou porcelana vitrificada.

As porcelanas deverão ter uma distância de escoamento externa mínima de 20 mm/kV nominal do disjuntor.

### 4.10.11 Armários de Controle e Caixas de Terminais

#### a) Geral

Caixas terminais e armários de controle, deverão ser equipados com uma tampa ou porta removíveis, a prova de pó e de tempo. Deverão ser fornecidas portas com dobradiças suficientemente fortes, compatíveis com a massa a ser movimentada. Um olhal ou outro dispositivo adequado deverá ser provido para um cadeado.

Todas as superfícies deverão ser planas, retas e reforçadas, para minimizar distorções e possibilitar uma vedação hermética.

Todas as caixas de terminais e armários de controle deverão ser projetados para a entrada de conduites na parte inferior dos mesmos através de conexões a prova de pó e de tempo. Caixas e armários deverão ser projetados com grandes espaçamentos para que seja evitada a interferência entre a fiação que entrar pela parte inferior e quaisquer blocos de terminais ou acessórios montados no interior das referidas caixas ou armários.

As entradas dos conduites deverão ser furadas na parte inferior das caixas ou armários, pelo





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

---

CONTRATADO, para o acoplamento de qualquer conduíte fornecido pelo mesmo. As entradas para outros conduítes deverão ser furadas no campo, por terceiros. As caixas ou armários deverão ser fornecidos com uma chapa de piso, acessível e removível, que será furada no campo para acoplamento dos outros conduítes acima mencionados.

O armário de comando e controle central deverá ser provido de uma chapa de piso, removível, com tamanho suficiente para o acoplamento de pelo menos 10 (dez) conduítes de 38 mm (1 1/2 polegadas).

Os armários deverão ser fabricados de modo a permitir que os indicadores de posição, lâmpadas de sinalização, contadores de operação, manômetros, etc., neles instalados, sejam facilmente visíveis do solo, mesmo com as portas fechadas.

### a) Réguas de Terminais e Fiação

Toda a fiação de comando, controle e sinalização deverá ser levada até uma régua de terminais do tipo olhal e parafuso passante,, pronto para conexão externa. As réguas de terminais deverão ser providas com pelo menos 10 (dez) por cento de terminais reserva.

Todas as réguas de terminais deverão ser montadas no interior do armário do mecanismo de operação ou num armário de aço a prova de pó e de tempo, adjacente ao referido armário do mecanismo.

Os terminais para conexão externa deverão ser previstos para cabos de cobre, seção mínima 2,5mm<sup>2</sup>. Poderão ser necessários alguns terminais para cabos de seção maior, principalmente os de alimentação de CC, os quais serão informados por ocasião da aprovação dos Desenhos.

A disposição das réguas de terminais deverá ser feita de tal maneira que o espaço livre para fiação externa seja adequada às quantidades e bitolas dos cabos a serem utilizados, e no mínimo o dobro do espaço disponível à fiação do CONTRATADO.

Toda fiação do disjuntor inclusive fiação entre armários e/ou armários-polos, mesmo que executados no campo, deverá ser de condutores de cobre, tipo Flexível, seção mínima de 1,5mm<sup>2</sup>, fornecidos com terminais tipo olhal e devidamente identificados.

Toda ligação a equipamento externo, deverá acabar em blocos terminais montados dentro dos quadros localizados de tal modo que possa ser feita uma fiação estética e ordenada. Deverão ser previstos meios para formação e apoio dos cabos de entrada, desde o ponto de entrada até os blocos terminais.

### b) Aquecedores, Lâmpadas e Tomadas do Armário

Deverão ser fornecidos dois ou mais aquecedores de ambiente montados em todos os armários do mecanismo de operação e armários de comando e controle. Um aquecedor em cada armário deverá ser para operação contínua e todos os outros deverão ser controlados por termostato. Os aquecedores deverão ser operados em 220 VCA monofásicos.

Os aquecedores deverão ser instalados na parte de potência do armário. As fiações de alimentação dos aquecedores, quando próximo dos mesmos, deverão ter isolamento térmica compatível para que não haja deterioração do seu isolamento.

Deverão ser fornecidas em cada armário de comando e controle uma tomada bipolar e pelo menos uma lâmpada instalada com interruptores de porta. As tomadas deverão ter valores nominais de 15 Amperes e 220VCA devendo ser adequadas para conectores de pino redondo e achatado.





### 4.10.12 Mecanismo de Operação e Controles

#### a) Geral

O mecanismo de operação deverá consistir de dispositivos de acionamento mecânico, hidráulico ou pneumático, comandados eletricamente e montados dentro de um armário de chapa de aço ou alumínio de espessura não inferior a 2,65 mm (nº 12 USG) para chapa de aço e de 2,00 para chapa de alumínio, a prova de pó e de tempo. O armário deverá possuir pelo menos uma porta de acesso com dobradiças e um olhal ou outro dispositivo adequado para um cadeado.

Cada mecanismo de operação deverá ser projetado para o ciclo de trabalho especificado e todas as articulações deverão ser construídas com materiais resistentes a corrosão de modo que seja assegurada a operação sem falhas.

Todos os mancais que requerem lubrificação periódica deverão ser providos de dispositivos de lubrificação adequados. Quando for recomendada a substituição periódica de vedação, o alojamento dos mancais deverá ser projetado, de forma que seja facilitada sua desmontagem antes da referida substituição.

O mecanismo deverá ser resistente, rígido, sem a necessidade de reapertos ou ajustes críticos, e deverá ser facilmente acessível para manutenção. O projeto deverá ser tal que 10 (dez) operações rápidas e sucessivas de fechamento e abertura não produzam sobreaquecimento dos enrolamentos dos motores ou de outros dispositivos elétricos.

O mecanismo de operação deverá garantir abertura livre, tanto elétrica como mecanicamente, devendo possuir dispositivo de anti- bombeamento.

#### b) Controle e Supervisão

##### - Sistemas Elétricos

Os circuitos de abertura e fechamento deverão ser projetados de maneira a possibilitar o uso de chaves de contato momentâneo sem risco de operação incompleta do disjuntor. Os componentes dos circuitos (exceto as bobinas de abertura e fechamento) deverão ser previstos para energização contínua durante um período de 5 (cinco) minutos.

Cada polo do disjuntor deverá ser provido de 2 (dois) circuitos de disparo, composto de 02 (duas) bobinas independentes, cada qual ligado a um conjunto distinto de relés de proteção.

As bobinas de comando e controle deverão ser de tensão nominal 125 VCC devendo ser capazes de operar dentro da faixa de tensões especificada nesta Especificação.

As referidas bobinas deverão ser projetadas de tal modo que não se sobreaqueçam durante 10 (dez) operações rápidas e sucessivas de fechamento e abertura.

A corrente total requerida para cada circuito de abertura e fechamento não deverá exceder 15 (quinze) Amperes em 125 VCC (5 Amperes por bobina). Os valores das correntes de abertura e fechamento deverão ser claramente indicados na Proposta e nos relatórios de ensaio certificados.

Mini disjuntores deverão ser fornecidos para cada circuito de abertura e fechamento.

Deverá ser fornecido 1 (um) relé de falta de tensão corrente contínua, para cada circuito de abertura, com 2 (dois) contatos normalmente fechados (NF) de alarme disponíveis. Quando operado, este relé deverá bloquear o fechamento do disjuntor.

Se o disjuntor for de acionamento unipolar o circuito de controle deverá ser provido de um sistema de discordância de polos (dispositivo 48), temporizado para proteção contra abertura



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

---

e/ou fechamento incompleto do disjuntor. Os relés temporizados deverão ser utilizados para alarme e energização do relé auxiliar (dispositivo 62X), que deverá ser fornecido com 6 (seis) contatos normalmente abertos para desligamento. Uma vez operado, este dispositivo somente deverá ser desenergizado pela ação do operador, através de botoeira provida de chave.

Deverá ser fornecida uma chave de abertura e fechamento para o comando e controle local do disjuntor. O circuito de fechamento local deverá ser projetado de tal modo que sua operação possa ser bloqueada pelo circuito externo "permissão para operar". A chave de abertura local deverá ser fornecida com 2 (dois) contatos independentes.

Deverão ser fornecidos 3 (três) relés auxiliares, cada qual com 3 (três) contatos normalmente abertos e 1 (um) normalmente fechado, para multiplicar os sinais de abertura e fechamento manuais locais. Estas informações serão usadas em circuitos externos ao disjuntor.

O circuito de fechamento deverá ser projetado de forma tal que os dispositivos de anti-bombeamento permaneçam energizados após o fechamento do disjuntor, enquanto o comando de fechamento estiver acionado.

Deverá ser fornecida uma chave identificada por *LOCAL-REMOTO* para a seleção do comando e controle local ou remoto.

Cada polo de disjuntor deverá ser fornecido com uma chave auxiliar que possua um total de 20 (vinte) contatos monopolares independentes, com capacidade de corrente nominal em regime contínuo não menor do que 15 Amperes em 125 VCC, e capacidade de interrupção compatíveis com os elementos de controle. A referida chave auxiliar deverá ser montada na Fábrica com 10 (dez) contatos normalmente fechados.

Deverá ser fornecido um relé de discordância de câmaras de interrupção (se aplicável), temporizados, em cada polo, com 2 (dois) contatos normalmente abertos.

No caso em que cada polo seja composto de câmara de interrupção com mecanismos de operação mecanicamente independentes, deverão ser fornecidas chaves auxiliares para cada um dos mecanismos.

Deverá ser fornecido um sistema para supervisão da continuidade de cada circuito de abertura, com indicação local e remota.

### - Sistemas de Pressão

Deverá ser fornecido um sistema de comando, controle e supervisão do ar comprimido ou gás SF<sub>6</sub> com a inclusão de todos os alarmes, manômetros, intertravamentos, pressostatos e outros dispositivos necessários.

O Fornecedor deverá definir os ajustes das chaves de pressão, as quais deverão ser do tipo temperatura compensada.

O sistema de operação deverá ser provido de todas as válvulas de verificação, de segurança e de drenagem de cada parte, devendo ser providas válvulas de fechamento para permitir o isolamento e remoção do compressor, bomba, reservatório e outros equipamentos durante a manutenção sem a necessidade do alívio de pressão do ar, líquido ou gás armazenado.

As válvulas deverão ser de bronze resistente a corrosão ou de aço inoxidável. As partes não metálicas das válvulas, com a inclusão da embalagem, deverão ser de materiais cuja deterioração com o tempo seja mínima, evitando a excessiva manutenção.

Todas as tubulações de líquido, ar e gás, deverão ter resistência compatível com as pressões e sobrepressões de operação. Todas as tubulações deverão ser equipadas com uniões suficientes



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

---

para possibilitar a fácil remoção das válvulas e a desconexão das referidas tubulações de todos os componentes principais.

Todos os recipientes e reservatórios sob pressão de ar, gás SF<sub>6</sub>, óleo ou outros deverão ser fabricados, protegidos e ensaiados de acordo com as exigências correspondentes da ASME-Code For Unfired Pressure Vessels. Cada recipiente deverá ser lacrado ou certificado por um Inspetor autorizado.

Cada recipiente sob pressão ou grupo de recipientes ligados por um coletor comum deverão ser providos com um manômetro e contatos de alarme ajustáveis, adequados para a utilização em circuitos de 125 VCC. Em qualquer caso não deverá haver menos do que um manômetro e um conjunto de contatos de alarme para cada disjuntor.

### - Sistema de Acionamento

Deverá ser fornecido um sistema de comando, controle e supervisão do ar comprimido nitrogênio e/ou óleo hidráulico, com inclusão de todos os alarmes, manômetros, intertravamentos e dispositivos necessários para a realização do seguinte:

- Alarme por baixa pressão de ar comprimido, óleo hidráulico e/ou nitrogênio - 1º Estágio.
- Abertura automática do disjuntor caso a pressão do ar comprimido, óleo hidráulico e/ou nitrogênio atinja valor imediatamente superior a pressão mínima de operação - 2º Estágio.
- Bloqueio do disjuntor caso a pressão do ar comprimido, óleo hidráulico e/ou nitrogênio atinja o valor mínimo de operação - 3º Estágio.

NOTA: No caso de bloqueio e/ou abertura automática, deverá ser previsto 2 (dois) contatos para sinalização remota.

Ocorrendo simultaneamente queda de tensão de alimentação e baixa pressão no sistema de acionamento, deverá ser previsto um dispositivo que impeça a abertura lenta dos contatos.

Ao CONTRATADO fica facultada a proposição de alternativas, correspondentes as suas normas de projeto, para que sejam satisfeitos os requisitos de supervisão de pressão, com a condição de que seja apresentada uma plena justificativa e uma descrição detalhada da operação.

### a) Requisitos para os Disjuntores a Ar Comprimido

#### - Geral

Cada disjuntor a sopro de ar deverá ser provido de um sistema de alimentação de ar individual com os seguintes requisitos:

- Um sistema de pressão dupla deverá ser preferido.
- Para cada polo de cada disjuntor deverão ser fornecidos tanques de armazenamento individuais. Estes tanques individuais deverão ter capacidade de armazenamento de ar para ser possível a realização de pelo menos uma (1) seqüência nominal de operações do disjuntor.
- Cada sistema de suprimento de ar deverá consistir de compressores de tamanho adequado acionados a motor, tanques de armazenamento, resfriadores, equipamento de secagem de ar, válvulas de pressão de ar, separadores de óleo, equipamento de comando e controle pneumático e elétrico automáticos, com todos os acessórios para uma operação segura e confiável.
- CONTRATADO deverá prover os circuitos de distribuição de ar comprimido mais adequados de acordo com sua experiência, de modo que sejam obedecidos todos os requisitos para



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

---

uma operação segura e confiável dos disjuntores, possibilitando um bom controle automático do ar comprimido.

- Deverá ser oferecido um equipamento série-paralelo duplicado de tal modo que o serviço não seja interrompido na ocorrência de falha numa unidade ou acessório ou durante a manutenção dos mesmos.
- A operação em paralelo dos motores dos compressores deverá ser tal que um motor trabalhe como base e o outro como retaguarda. Botões de pressão e chaves deverão ser providos para substituição do motor utilizado como base e para a seleção da sequência de operação automática do outro Lead-Lag.
- São requeridos comando e controle automático e manual.
- Supervisão de Pressão
- Um relé de bloqueio deverá evitar a abertura do disjuntor na falta de pressão de ar adequada para a realização da operação completa.
- Com o disjuntor na posição fechado ou aberto e com a pressão do ar tendo caído a um valor pré-determinado, deverá ser acionado um sistema de alarme.
- Com o disjuntor na posição fechado ou aberto e a pressão ter caído a um valor ligeiramente superior correspondente rigidez dielétrica mínima, o disjuntor deverá ficar bloqueado na posição que estiver, mas com opção de abertura automática, se estiver na posição fechada.
- Entretanto, se a pressão de ar cair muito rapidamente, atingindo um valor crítico correspondente a rigidez dielétrica mínima, o disjuntor deverá ser fechado e ficar bloqueado na posição fechado.
- Deverá ser fornecida uma chave de "pressão baixa" ajustável para alarme e/ou abertura das chaves seccionadoras associadas.
- Equipamento de Secagem de Ar

No sistema de suprimento de ar deverá estar incluído o equipamento necessário para a secagem do ar medido na saída do secador, sob a mais elevada pressão de armazenamento e a um ponto de orvalho de no mínimo 20°C abaixo da temperatura ambiente. O secador deverá reativar automaticamente o dessecante, se usado, como base no tempo de operação.

O processo de eliminação de umidade do ar deverá ser baseado no princípio de queda de temperatura ou de um sistema desumidificador por meio de material absorvente de umidade e óleo.

Deverão ser incluídas provisões para a remoção de todo o óleo do ar antes da entrada deste no secador. Deverão ser fornecidas válvulas para a retirada de amostras, adequadas para a conexão de um higrômetro eletrolítico.

- Capacidade de Recarga

O compressor deverá ser capaz de carregar os tanques de armazenamento, da pressão de operação mínima a pressão normal em não mais do que 30 minutos.

- Requisitos para os Disjuntores a Gás SF6
- Geral

Os disjuntores a gás SF6 deverão ser de pressão única de SF6, em circuito fechado.



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

Estes disjuntores a gás deverão ser dimensionados de tal modo que a capacidade de isolamento nominal plena seja mantida mesmo se a pressão do gás dentro dos interruptores cair até a pressão atmosférica.

### - Sistema de Comando e Controle do Gás

O sistema de gás deverá ser tal que a densidade correta do gás seja mantida.

A verificação da pressão interna e o abastecimento de gás deverão ser possíveis sem a interrupção do serviço.

Deverá ser fornecido material absorvente para os produtos de decomposição do gás.

Deverão ser fornecidas válvulas de enchimento e chaves de pressão de tal modo que a pressão de gás possa ser restabelecida com o disjuntor em serviço.

### Supervisão de Pressão

Deverá ser fornecido um sistema de controle e supervisão o gás SF<sub>6</sub>, com inclusão de todos os alarmes, manômetros, pressostatos, intertravamentos e dispositivos necessários para realização do seguinte:

- Com o disjuntor na posição aberta ou fechada e a pressão do gás tendo caído a um valor pré-determinado, deverá ser acionado um sistema de alarme.
- Com o disjuntor na posição aberta ou fechada e com a pressão do gás tendo atingido valor ligeiramente superior a sua capacidade de interrupção, o disjuntor deverá ficar bloqueado na posição que estiver, mas com opção de abertura automática. Dois (02) contatos deverão ser previstos para sinalização remota.

### Características do Gás SF<sub>6</sub>

#### • Geral

Deverá ser fornecida uma quantidade suficiente de gás SF<sub>6</sub>, mais dez (10) por cento, para enchimento de cada disjuntor, incluindo todos seus acessórios tais como tubulações e dispositivo de enchimento.

- As características do gás SF<sub>6</sub> deverão ser conforme os requisitos da Publicação IEC 376, em sua última edição e complementos adicionais.

A concentração de impurezas máxima permissível por isso, deverá ser como abaixo relacionado:

CF<sub>4</sub>- 0,05%

O<sub>2</sub> + N<sub>2</sub>, ar ..... - 0,05%

Água ..... - 15 ppm

Acidez (HF) ..... - 3,0 ppm

Fluoretos hidrolisáveis (HF) ..... - 1,0 ppm

Óleo ..... - isento

Deverão ser fornecidas quatro (4) cópias dos relatórios de ensaios certificados, juntamente com o gás embarcado, provando que as características são compatíveis com as exigências especificadas.

#### a) Motores

Os motores do compressor ou bomba deverão ser do tipo indução, trifásicos, 60 Hz, e deverão



ser adequados para partida direta, dentro da faixa de variação de tensão disponível.

O circuito do motor deverá ser equipado com disjuntor em caixa moldada e um dispositivo de partida do motor do tipo com proteção de sobrecarga e de fase interrompida. O dispositivo de partida magnético deverá possuir um contato normalmente aberto para alarme.

A tensão de comando e controle do motor deverá ser 220 VCA. Deverá ser fornecido um transformador auxiliar alimentado na tensão nominal dos motores e instalado no armário de comando e controle. Para o lado de alta tensão do referido transformador, deverá ser fornecido um disjuntor de caixa moldada bipolar. No lado de 220V, um dos condutores deverá ser aterrado e o outro condutor deverá ser protegido por um disjuntor de caixa moldada unipolar.

O circuito de comando e controle do motor deverá ser independente de todos os outros circuitos de comando e controle.

#### 4.10.13 Óleo ou gás para Sistemas Hidráulicos ou Pneumáticos de Operação

### 4.11 Peças, Acessórios, Placas e Ferramentas

#### 4.11.1 Acessórios

Cada Disjuntor deverá ser fornecido, no mínimo, com os seguintes acessórios:

a) Contadores de operação.

Para cada disjuntor previsto com religamento tripolar, deverá ser fornecido, um contador de operação. O contador de operação deverá ser montado no armário de comando e controle central e deverá ser visível do solo, mesmo com o armário fechado.

b) Indicador de posição.

Cada disjuntor deverá ter 1 (um) indicador por fase para indicar se o disjuntor está "aberto" ou "fechado". O indicador deverá ser do tipo mecânico com uma bandeirola vermelha para a indicação da posição fechada e uma bandeirola verde para a indicação de posição aberta, e facilmente visível do solo, mesmo com os armários fechados.

c) Armários de comando e controle e caixas de terminais, como descritos, com a inclusão de aquecedores, lâmpadas, tomadas, transformadores auxiliares, etc.

d) Estruturas de disjuntor como descritas.

e) Terminais.

f) Terminais de aterramento e conectores como descritos.

g) Telas para as aberturas de escapamento de ar (se aplicável).

h) Unidades Silenciadoras

Se os disjuntores ofertados forem do tipo a sopro de ar com escapamento para a atmosfera, os mesmos deverão ser adequados para a aplicação de unidades silenciadoras.

#### 4.11.2 Placas de Identificação

Placas de Identificação de aço inoxidável, bronze fundido ou latão não sujeito a corrosão deverão ser instaladas em todos os equipamentos. Elas deverão ser gravadas ou cunhadas em Português e deverão conter todas as informações aplicáveis, abaixo especificadas, juntamente com qualquer outra informação relevante que possa ser necessária.

Cada disjuntor deverá estar equipado com Placa de Identificação, contendo, no mínimo, as seguintes informações:



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

---

- a) Nome ou marca registrada do Fabricante.
- b) Tipo e número de modelo do Fabricante.
- c) Número de série do Fabricante.
- d) Ano de fabricação.
- e) Número de identificação do livro de instrução.
- f) Tensão nominal.
- g) Frequência nominal.
- h) Corrente nominal.
- i) Nível de isolamento nominal (Tensão suportável de impulso atmosférico e a frequência industrial).
- j) Capacidade nominal de interrupção.
- k) Tempo de interrupção nominal.
- l) Massa por polo ou massa total.
- m) Seqüência nominal de operações.

Cada mecanismo de operação deverá ser equipado com placa de identificação que deverá ser provida com, pelo menos, as seguintes informações:

- a) Nome ou marca registrada do Fabricante.
- b) Tipo ou número de modelo do Fabricante.
- c) Ano de fabricação.
- d) Número de identificação do livro de instrução.
- e) Pressões de operação normais (máxima e mínima).
- f) Tensão e frequência de alimentação dos dispositivos auxiliares CA (faixa de tensão).
- g) Ajustes dos pressostatos de comando e controle dos compressores (pressões de abertura e fechamento).
- h) Bobinas de abertura (tensão nominal, faixa de variação da tensão, corrente nominal e potência).
- i) Bobinas de fechamento (tensão nominal, faixa de variação da tensão, corrente nominal e potência).
- j) Diagrama de fiação de comando e controle (número do diagrama).

## 5 . INSPEÇÃO E ENSAIOS

### 5.1 Geral

Os disjuntores, sistemas de ar comprimido, ou gás, buchas e/ou envoltórios de porcelana, deverão ser submetidos aos ensaios de rotina e de tipo como requerido nesta Especificação Técnica.

O custo dos ensaios de rotina e aqueles de tipo em que o CONTRATADO não tenha relatórios de ensaios como requerido, deverão ser incluídos no preço dos equipamentos.





Todos os equipamentos a serem fornecidos deverão estar de acordo com todos os requisitos de ensaios e valores especificados, comprovados pelos relatórios certificados de ensaios de tipo, referentes a ensaios atuais realizados em equipamentos de mesmo projeto, características nominais, material e tecnologia. Caso contrário, o CONTRATADO deverá realizar os ensaios faltantes sem custo adicional.

Os dados de ensaio deverão ser completos e acompanhados da indicação dos desenhos que possam servir de referência aos mesmos e das datas de execução dos ensaios correspondentes.

### 5.2 Ensaios de Rotina

Os seguintes ensaios de rotina deverão ser realizados nos disjuntores:

- a) Conforme Publicação ABNT-NBR-7118 e/ou IEC-56
  - Ensaio de tensão suportável à frequência industrial, a seco, no circuito principal.
  - Ensaio de tensão suportável nos circuitos de comando e controle e circuitos auxiliares.
  - Ensaio de funcionamento mecânico.
  - Verificações gerais.
- b) Ensaio de fator de potência de isolamento.
- c) Ensaio de grau de proteções dos armários de comando e controle. Os armários a serem fornecidos, deverão ser submetidos aos ensaios de grau de proteção, conforme Norma NBR 6146.
  - Invólucros de Equipamentos Elétricos - Proteção, e deverão no mínimo, atender ao grau de proteção IPX3.

Os ensaios de rotina descritos deverão ser realizados em todas as unidades fornecidas a exceção dos ensaios de tensão aplicada a frequência industrial, a seco, no circuito principal e de estanqueidade dos armários de comando e controle, que deverão ser realizados por amostragem na razão do número inteiro superior ou igual a raiz cúbica do número total a ser fornecido em cada lote. Nos ensaios realizados por amostragem, os disjuntores deverão ser totalmente montados, inclusive com todos os seus acessórios opcionais.

### 5.3 Ensaios de Tipo

Um disjuntor de cada tipo, completamente montado, inclusive com seus acessórios e opcionais, deverá ser submetido aos ensaios de tipo relacionados a seguir:

Nota: Se o CONTRATADO apresentar os relatórios de ensaios de tipo como descritos, em modelo semelhante, a realização destes ensaios será dispensada.

- a) Ensaio mecânico.
- b) Ensaio de elevação de temperatura.
- c) Ensaios dielétricos.
  - Ensaio de tensão suportável de impulso atmosférico e de manobra,
  - Ensaio de tensão suportável a frequência industrial,
  - Ensaio de tensão de rádio-interferência,
  - Ensaio de descargas parciais nos capacitores de equalização de tensão entre as câmaras





de interrupção.

- d) Ensaio de corrente de interrupção e estabelecimento.
- e) Ensaio de curto-circuito monofásico e de corrente crítica, quando aplicável.
- f) Ensaio de faltas na linha.
- g) Ensaio de manobra em discordância de fase.
- h) Ensaio de corrente de curta duração.
- i) Ensaio de corrente de linhas em vazio.
- j) Ensaio de interrupção de corrente indutiva de pequena intensidade.
- k) Ensaio de nível de ruído.
- l) Ensaio de vazamento e sobrepressão nos sistemas de ar, gás e óleo.
- m) Nas buchas e/ou envoltórios de porcelana deverão ser realizados os seguintes ensaios:
  - Ensaio mecânico.

Quando houver a possibilidade de ficarem submetidos a pressão interna de gás ou ar, por acidente ou por imposição de projeto, as buchas, envoltórios de porcelana ou seções suporte de porcelana de cada tipo e características nominais, deverão ser submetidas aos ensaios na ordem definida.

- IEC I68. Para unidades que caiam na categoria "maior" da Nota 3 da Cláusula 36,

Outros métodos de se realizar um ensaio de choque térmico poderão ser considerados desde que seja provado que o esforço correspondente ao ensaio proposto é compatível com aquele do ensaio especificado.

- Para a porcelana que possa ser submetida, em serviço normal, as pressões de gás ou ar maiores do que 100 psi, o CONTRATADO deverá apresentar um certificado baseado em outros ensaios e cálculos, que comprove ser a referida porcelana projetada para suportar, com segurança, qualquer pressão instantânea a qual ela possa ser submetida por acidente ou por imposição de projeto.

Alternativamente poderá ser realizado um ensaio hidrodinâmica em cada seção de porcelana de tipo diferente. O ensaio deverá consistir em pelo menos 1.000 aplicações de pressão repentina, elevando-se a pressão, em aproximadamente 0,01 segundos, de 0 até 150 por cento da pressão máxima de gás ou ar a que a porcelana possa ficar submetida, por acidente ou por imposição de projeto.

- Ensaio Dielétricos.

Uma bucha e/ou envoltórios de porcelana completo, com todos os acessórios e terminais e cheios de ar ou gás, se necessário, deverá ser submetido aos seguintes ensaios dielétricos, de acordo com as normas ANSI C76.1.

- Ensaio de tensão suportável a frequência industrial, um minuto, a seco.
- Ensaio de tensão de descarga a frequência industrial, a seco.
- Ensaio de tensão suportável a frequência industrial, 10 (dez) segundos sob chuva.
- Ensaio de tensão de descarga a frequência industrial sob chuva.
- Ensaio de tensão de impulso de onda plena.



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

---

- Ensaio de tensão de descarga de impulso crítica.
- Ensaio de tensão de impulso de onda cortada.
- n) Nos compressores e sistema de ar ou gás deverão ser realizados os seguintes ensaios:
  - Um compressor de cada tipo, deverá ser submetido a ensaios individuais de Fábrica, antes dos ensaios de funcionamento preliminares e deverão ter duração de, no mínimo 18 horas consecutivas. Durante este tempo, todos os dados relevantes deverão ser registrados para comparação com dados obtidos durante ensaios subsequentes testemunhados.
  - Deverão ser executados ensaios de desempenho em 1 (um) compressor de cada tipo com duração de 4 (quatro) horas, durante o que vibrações excessivas e sobreaquecimentos deverão ser tomadas e operação adequada dos vários comandos e controles e interruptores deverá ser observada.
  - Com a unidade funcionando na pressão normal de operação, deverão ser tomados os valores de:
    - Corrente e tensão dos motores de cada linha.
    - Pressões de descarga do estágio (funcionamento/descarregado).
    - Temperatura da seção.
    - Temperatura ambiente.
    - Capacidade relativa a pressão nominal de operação.
    - Fluxo relativo a pressão nominal de operação.
    - Velocidade do compressor.
  - A capacidade do compressor deverá ser medida, pela verificação do tempo gasto para o enchimento de tanque de capacidade conhecida.
  - Em adição ao acima especificado, as seguintes verificações deverão ser feitas:
    - Verificação da corrente dos aquecedores.
    - Verificação dos circuitos de alarme.
    - Tempo de operação do compressor em vazio, na partida (tempo de partida até aplicação da carga).
    - Verificação das pressões de operação do compressor na "partida em vazio", sem carga, "sendo descarregado" e "10 minutos após a descarga" (todas as pressões de estágio e pressão do óleo sob cada condição deverão ser registradas).
    - Verificação do desligamento automático.
    - Verificação do vazamento do dreno de condensado.
    - Verificação do vazamento da válvula de isolamento do compressor.
    - Verificação do ajuste da chave de pressão no fechamento e abertura.
    - Verificação da operação do dispositivo de retardamento.
    - Verificação da chave de falta de pressão do óleo.
  - Antes da realização dos ensaios acima, todas as juntas e conexões deverão ser



pulverizadas com um contraste branco adequado para a revelação de vazamentos.

### 5.4 Falha no Ensaio

Se o equipamento não passar em determinado ensaio, o mesmo deverá ser reparado, com as partes defeituosas substituídas ou reprojetadas, se necessário for, e a amostra a ser ensaiada poderá ser modificada, sem qualquer ônus ou ampliação no prazo de entrega.

Os ensaios que o CONTRATADO não tem condições de realizar em seus laboratórios deverão ser indicados, bem como o local em que os mesmos poderão ser feitos, sem alteração de custos e da data de entrega.

## 6 . INFORMAÇÕES TÉCNICAS

### 6.1 Geral

Juntamente com sua proposta o proponente deverá apresentar todas as informações abaixo relacionadas. Desenhos e dados deverão apresentar-se suficientemente claros e detalhados para possibilitarem uma avaliação completa e efetiva de como foram atendidas as disposições da presente especificação.

Uma vez aceita a Proposta, quaisquer correções ou modificações que possam vir a tornar-se necessárias nas informações prestadas, com a finalidade de atender todas as exigências deste contrato, estarão sujeitas a aprovação.

### 6.2 Dados de Fabricação

Tipo e designação do Fabricante.

Lista de Normas que o Proponente pretende que sejam consideradas na fabricação.

Histórico de serviço dos disjuntores que o Proponente tenha anteriormente fabricado, cujas características nominais sejam idênticas ou comparáveis aquelas dos equipamentos que estiver sendo ofertado, com a inclusão da descrição, valores nominais, nome dos compradores, locais de instalação, anos de fabricação e datas de energização.

### 6.3 Dados Gerais para Disjuntores

Dimensões, desenhos de contorno, fotografias, folhas descritivas e desenhos contendo a descrição clara da construção e instalação dos disjuntores propostos (incluindo desenhos com a indicação das distâncias mínimas a serem mantidas na instalação do equipamento próximo a barramentos energizados).

Descrição do mecanismo de operação, método de interrupção do arco e detalhes da câmara de interrupção.

Descrição da construção, operação, método de instalação e características dos resistores de pré-inserção e capacitores de equalização de potencial, se aplicável.

Declaração de que o disjuntor é mecânica e eletricamente de disparo livre.

Declaração de que o disjuntor pode operar segundo um esquema de anti-bombeamento.

Informação detalhada com a inclusão de detalhes de montagem relativos a gaps, pára-raios ou dispositivos similares, se necessários para a obtenção da coordenação de isolamento requerida.

Oscilogramas das operações de fechamento e religamento do disjuntor. Todos os traços deverão ser identificados individualmente e claramente marcados para identificar os tempos de operação do disjuntor como estabelecido na Tabela de Dados Técnicos.



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

---

Declaração de que não haverá reacendimento para todos os ciclos de interrupção e manobra, como especificado.

Nome do Fabricante da porcelana, tipo, designação e desenho da bucha e/ou suporte de porcelana.

Nome do Fabricante, tipo, designação e desenho dos capacitores de equalização de potencial.

Descrição do equipamento de preservação do óleo com a definição do tipo e do Fabricante do óleo (para os disjuntores com comando hidráulico).

Descrição detalhada do controle e supervisão de pressão com a inclusão dos níveis de pressão para a atuação dos contatos de pressão, a faixa de ajuste do relé de retardamento descrito na Especificação Técnica juntamente com memorial de cálculo.

Desenhos do circuito de controle e arranjo e informação relativa ao sistema de ar comprimido ou gás SF6.

Lista dos dispositivos de alarme e supervisão para o sistema de ar comprimido ou gás SF6.

Característica fria do disjuntor (curvas rigidez dielétrica x afastamento dos contatos e afastamento dos contatos x tempo ou curva da rigidez dielétrica entre os contatos do disjuntor x tempo).

### 6.4 Dados de Ensaio

Ensaio de controle de qualidade a serem realizados no equipamento e breve descrição da organização de controle de qualidade.

Detalhes dos procedimentos de ensaio que serão seguidos para a comprovação do desempenho do equipamento de acordo com as Normas em referência, bem como uma descrição do local para a realização dos ensaios.

Relatórios de ensaio certificados de tipo completos relativos a equipamento idêntico ao proposto.

### 6.5 Dados Técnicos e Características Garantidas

O Proponente deverá garantir, que as características de cada disjuntor, serão equivalentes ou superiores as marcadas com asterisco.

Todas as informações aqui solicitadas deverão ser fornecidas pelo Proponente, para todos os equipamentos ofertados.

- a) Número de polos
- b) Tensão nominal do equipamento, fase-fase (kV-eficaz):(\*)
- c) Nível de isolamento:
  - Tensão suportável nominal de impulso atmosférico (kV-crista):(\*)
    - Disjuntor fechado (à terra)
    - Disjuntor aberto (entre contatos)
  - Tensão suportável nominal de impulso de manobra (kV-crista):(\*)
    - Disjuntor fechado (à terra)
    - Disjuntor aberto (entre contatos):
  - Tensão suportável nominal à frequência industrial durante 1 (um) minuto, a seco e sob



chuva (kV-eficaz)(\*)

- Disjuntor fechado (à terra)
- Disjuntor aberto (entre contatos)
- d) Frequência nominal (Hz): (\*)
- e) Corrente nominal (A-eficaz):(\*)
- f) Corrente de interrupção nominal em curto-circuito:(\*)
  - Componente de corrente alternada (corrente nominal de curto-circuito)(kA-eficaz):
  - Componente de corrente contínua (%):
- g) Número de interrupções em curto-circuito, sem a necessidade de qualquer manutenção:
- h) Tensão de restabelecimento transitória nominal para as faltas nos terminais:(\*)
  - Número de parâmetros:
  - Fator de primeiro polo:
  - Primeira tensão de referência (U1)(kV-crista):
  - Tempo para ser atingida a tensão U1 (t1)(microseg):
  - Segunda tensão de referência (TRT)(Uc)(kV-crista):
  - Tempo para ser atingida a tensão Uc (t2)(microseg):
  - Tempo de retardo (td)(microseg):
  - Tensão coordenada U' (kV-crista):
  - Tempo coordenado t' (microseg):
  - Taxa de crescimento (U1/t1) (kV/microseg):
- i) Características nominais para faltas na linha:
  - Características nominais da linha:(\*)
  - Impedância de surto nominal (Z)(ohms):
  - Fator de crista nominal (k) Fator de taxa de crescimento da tensão de restabelecimento (s)(kV/microseg.kA):
  - Tensão de restabelecimento transitória presumida: (\*)
  - Número de parâmetros:
  - Primeira tensão de referência (U1)(kV-crista):
  - Tempo para ser atingida a tensão U1 (t1)(microseg):
  - Segunda tensão de referência (TRT) (Uc)(kV-crista):
  - Tempo para ser atingida a tensão Uc (t2)(microseg):
  - Tempo de retardo (td)(microseg):
  - Tensão coordenada U' (kV-crista)
  - Tempo coordenado t'(microseg):



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

---

- Taxa de crescimento ( $U1/t1$ )(kV/microseg):
- j) Corrente de estabelecimento nominal em curto circuito (kA-crista): (\*)
- k) Duração nominal de curto-circuito (s): (\*)
- l) Seqüência de operação nominal: (\*)
- m) Tempo de interrupção nominal (ciclo): (\*)
- n) Interrupção de linha em vazio: (\*)
  - Corrente de interrupção nominal de linha em vazio (A-eficaz):
  - Tensão de restabelecimento transitório entre contatos do disjuntor para abertura de correntes capacitivas (kV - crista):
  - Tempo para atingir o valor de crista da TRT (ms):
  - Número de operações de interrupção de linha em vazio com a corrente de interrupção nominal de linha em vazio, sem a necessidade de qualquer manutenção dos contatos:
- o) Tensão de rádio interferência (RIV) (microvolt): (\*)
  - Com o disjuntor fechado:
  - Com o disjuntor aberto:
- p) Tensão para a terra aplicada no ensaio de tensão de rádio interferência, correspondente aos valores especificados nos itens 14.a e 14.b acima (kV-eficaz): (\*)
- q) Tensão para a terra de aparecimento e extinção de corona visual (kV-eficaz):(\*)
- r) Características dos resistores de fechamento:
  - Resistência (ohms)
  - Tempo de inserção (ms):
    - Mínimo:
    - Máximo: (\*)
- s) Manobra em discordância de fases: (\*)
  - Corrente de interrupção nominal em discordância de fases (kA-eficaz):
  - Tensão aplicada em discordância de fases (kV-eficaz)
  - Tensão de restabelecimento transitória em discordância de fase:
    - Primeira tensão de preferência ( $U1$ ) (kV-crista)
    - Tempo para ser atingida a tensão  $U1$  (microseg):
    - Tensão de restabelecimento transitória ( $Uc$ )(kV-crista):
    - Tempo para ser atingida a tensão  $Uc$  ( $t2$ )(microseg):
    - Fator de Amplitude:
- t) Interrupção de corrente indutiva de pequena intensidade:(\*)
  - Corrente de interrupção nominal indutiva de pequena intensidade (A-eficaz):



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

---

- Sobreensão máxima correspondente a tensão nominal provocada na interrupção da corrente de interrupção nominal indutiva de pequena intensidade (p.u.):
  - u) Fator de surto de manobra nominal no fechamento de linha (p.u.): (\*)
  - v) Tempo de abertura nominal até o instante da separação dos contatos de arco (ciclo):(\*)
  - w) Tempo de abertura nominal até o instante da separação dos contatos em série com os resistores de fechamento (ciclo):(\*)
  - x) Tempo de arco nominal de um polo (ciclo): (\*)
  - y) y)Tempo de arco nominal do disjuntor tripolar (ciclo): (\*)
  - z) Tempo de interrupção para correntes abaixo de 25% da corrente de interrupção nominal em curto-circuito (ciclo): (\*)
  - aa) Tempo de fechamento nominal até o instante em que os contatos de arco principais se tocam (ciclo):(\*)
  - bb) Tempo de fechamento nominal até o instante em que os contatos em série com os resistores de fechamento se tocam (ciclo): (\*)
  - cc)Tempo de estabelecimento nominal até o instante em que a corrente plena é estabelecida (ciclo):(\*)
  - dd) Tempo de estabelecimento nominal até o instante em que a corrente é estabelecida primeiramente aos resistores de fechamento (ciclo): (\*)
  - ee) Tempo morto no qual é excluído o intervalo de tempo entre o instante de estabelecimento da corrente nos resistores e o instante de estabelecimento da corrente plena (ciclo): (\*)
  - ff) Tempo morto no qual é incluído o intervalo de tempo entre o instante de estabelecimento da corrente nos resistores e o instante de estabelecimento da corrente plena (ciclo): (\*)
  - gg) Tempo morto mínimo ( $t_1$  e  $t_2$ ) com o qual o disjuntor é capaz de operar (s): (\*)
- Sem diminuição dos valores nominais quando considerado o ciclo de operação 0 - ( $t_1$ )sCO - 15s - CO(s):
- Com diminuição dos valores nominais segundo a ANSI C.37.07 quando considerado o ciclo de operação 0 - ( $t_2$ )s - CO - 15sCO(s):
- hh) Intervalo mínimo de tempo necessário para restabelecer as condições requeridas na realização de um outro ciclo de operação (referir-se ao item 32.a) 0 - ( $t_1$ )s - CO - 15s - CO(s): .....
- ii) Sincronização interpolar, base 60Hz (ciclo): (\*)
  - Intervalo de tempo máximo entre a abertura do primeiro e do último módulo sob pressão de operação nominal:
  - Intervalo de tempo máximo entre o fechamento do primeiro e do último módulo, sob pressão de operação nominal:
- jj) Intervalo de tempo polar, base 60Hz (ciclo):(\*)
  - Intervalo de tempo polar máximo de fechamento trifásico (intervalo de tempo entre o fechamento do circuito na primeira fase e o fechamento do circuito na última fase) sob qualquer pressão dentro da faixa de pressão de operação:
  - Intervalo de tempo polar máximo de abertura trifásica (intervalo de tempo entre a abertura



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

---

do circuito na primeira fase e a abertura do circuito na última fase) sob qualquer pressão dentro da faixa de pressões de operação:

kk) Capacidade de manobra de bancos de capacitores: (\*)

- Potência máxima de banco (MVar):
- Sobreensão máxima (p.u.):
- Valor crista da corrente inicial (A):
- Frequência da corrente inicial (Hz):

ll) Características do sistema de comando e controle:

- Tensões de alimentação dos dispositivos de abertura/fechamento-corrente contínua, não aterrado (V):
  - Mínima: (\*)
  - Nominal:
  - Máxima: (\*)
- Tensões de alimentação dos circuitos auxiliares de corrente alternada, trifásicos, aterrados (V-eficaz):
  - Mínima: (\*)
  - Nominal:
  - Máxima: (\*)
- Frequência nominal de alimentação dos circuitos auxiliares (Hz):(\*)
- Número de elementos de abertura completamente independentes:
  - Válvulas:
  - Bobinas:
- Corrente de abertura da bobina do disjuntor, corrente contínua (A):
- Corrente de disparo de cada bobina de abertura (A):(\*)
- Com tensão nominal de corrente contínua no circuito de controle:
- Com tensão mínima de corrente contínua no circuito de controle:
- Com tensão máxima de corrente contínua no circuito de controle:
- Correntes de fechamento (A):(\*)
- Com tensão nominal de corrente contínua no circuito de controle:
- Com tensão mínima de corrente contínua no circuito de controle:
- Com tensão máxima de corrente contínua no circuito de controle:
- Contatos auxiliares do disjuntor:
  - Número livre disponíveis:
  - Tensão nominal (V):





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

---

- Corrente nominal (A):
- Possibilidade de ajuste no campo (sim ou não):
- Características dos elementos de aquecimento:
- Potência (W):
- Tensão (V):
- mm) Características de buchas e porcelanas suportes:
  - Tensão nominal porcelana suporte/buchas (kV-eficaz):
  - Corrente nominal buchas (A-eficaz):
  - Nível de isolamento nominal:
  - Tensão suportável nominal de impulso atmosférico (kV-crista):
  - Tensão suportável nominal à frequência industrial (kV-eficaz):
    - Um minuto, a seco:
    - Um minuto, sob chuva:
  - Distância de escoamento externa mínima (cm): (\*)
  - Linha à terra (porcelana suporte):
  - Através do polo (buchas):
- nn) Características construtivas:
  - Esforço estático máximo permissível no terminal externo da bucha ou do disjuntor nas seguintes direções (kg)
    - Horizontal (longitudinal/transversal)
    - Vertical:
    - Inclinado a 45:
  - Contatos principais:
    - Material:
    - Temperatura máxima admissível (C):(\*)
  - Nível de ruído sem silenciadores a uma distância de 24 metros do disjuntor a:
    - Frequências de até 1 kHz:
    - Frequências entre 1 kHz e 16 kHz:
  - Massa do disjuntor tripolar completo incluindo-se a caixa de controle (kg):
  - Massa de um polo completo (kg):
  - Massa mais pesada a ser removida durante a montagem (kg):
  - Dimensões externas aproximadas do disjuntor completamente montado (mm):
    - Comprimento total:
    - Altura total:



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

---

- Distâncias de arco externas (mm):
- Linha terra:
- Fase a fase:
- Espaçamento recomendado, se aplicável (mm):
- Linha terra (metal a metal):
- Fase a fase (linha de centro):
- Carga de impacto do disjuntor durante as operações de abertura e fechamento (kgf):
- Deslocamento máximo no terminal durante a carga de impacto (mm):
- oo) Características do sistema de isolamento/ extinção e operação:
  - Características dos sistemas de ar comprimido ou gás SF6 (isolamento e extinção do arco):
  - Tipo ofertado:
  - Pressão nominal de operação no reservatório individual do disjuntor (kg/cm<sup>2</sup>, manométrica):
  - Pressão máxima e mínima no reservatório individual permissível para operação do disjuntor (kg/cm<sup>2</sup>, manométrica):
  - Pressão mínima para interrupção do arco (kg/cm<sup>2</sup>, manométrica):(\*)
  - Pressão mínima com a qual o nível de isolamento nominal será mantido (kg/cm<sup>2</sup>, manométrica):
  - com contatos do disjuntor abertos:
  - com contatos do disjuntor fechados:
  - Pressão mínima com a qual os contatos do disjuntor se fecham na ocorrência de perda acidental do ar comprimido ou gás SF6 da câmara de interrupção (Kg/cm<sup>2</sup>, manométrica):
  - Características do sistema de operação pneumático:
  - Unidades compressoras por disjuntor:
    - Número:
    - Tipo:
    - Capacidade (1/min.):
    - Pressão nominal (kg/cm<sup>2</sup>):
  - Motor:
    - Tipo:
    - Número de fases:
    - Tensão nominal em 60Hz (V):
    - Potência nominal (kW):
    - Corrente nominal (A):
    - Corrente de partida (A):



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

---

- Reservatório de ar:  
Número:  
Capacidade de cada um (l):
- Dimensões do sistema e componentes (mm):  
Comprimento  
Largura:  
Altura:
- Pesos do sistema e componentes(kg):
- Volume de ar requerido, sob pressão normal, para cada operação "fechamento-abertura" (l):
- Número de operações sucessivas "fechamento abertura" do disjuntor sem a operação do compressor:
- Tempo para o sistema compressor elevar a pressão da:
- Pressão atmosférica até a pressão mínima de bloqueio (min.):
- Pressão de bloqueio até a pressão normal (min.):
- Características adicionais dos sistemas de gás SF6:
- Características do SF6:  
Fabricante:  
Tipo do Fabricante:
- Quantidade de gás requerida por disjuntor a pressão nominal (kg ):
- Reservatório por disjuntor:  
Número:  
Capacidade de cada reservatório a pressão nominal (l):
- Dimensões do sistema e componentes (mm):  
Comprimento:  
Largura:  
Altura:
- Peso do sistema (kg):
- Perda normal de gás SF6 (kg/ano):
- Características dos sistemas de operação Hidráulico:
- Tipo de acionamento:
- Características do gás ou líquido:
- Características do motor acionador:  
Potência (HP):  
Corrente nominal (A):



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

---

Corrente de partida (A):

Tensão de operação (V):

- Características do compressor:

Pressão nominal de operação (kg/cm<sup>2</sup>):

Pressão máxima permissível (kg/cm<sup>2</sup>):

Pressão mínima permissível para alarme (kg/cm<sup>2</sup>):

Pressão mínima permissível para bloqueio (kg/cm<sup>2</sup>):

- Características dos acumuladores de operação:

Número:

Quantidade de operações do disjuntor com todos os acumuladores, sem operação do motor:

- Características do óleo (sistema hidráulico):

Fabricante:

Tipo do Fabricante:

Quantidade de óleo requerida por disjuntor (l):

Quantidade de óleo requerida por polo (l):

pp) Fatores de potência máximas admissíveis: (\*)

- Câmaras:
- Capacitores:
- Buchas:
- Colunas:
- Hastes:
- Disjuntor Completo

qq) Processos de Pintura e/ou Galvanização:

- Estruturas:
- Armários:



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

---



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



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

ÍNDICE	PG
<b>1 . OBJETO E OBJETIVO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Equipamentos, Materiais e Serviços Incluídos no Fornecimento.....</b>	<b>1</b>
1.1.1 Subestação E1 .....	1
1.1.2 Subestação E2.....	1
1.1.3 Subestação E3.....	1
1.1.4 Subestação E4.....	1
1.1.5 Subestação E5.....	1
1.1.6 Conectores Instalados nos Terminais de Alta Tensão.....	1
1.1.7 Embalagem e Transporte .....	1
1.1.8 Documentação .....	1
1.1.9 Ensaios .....	2
<b>1.2 Equipamentos, Materiais e Serviços Excluídos do Fornecimento .....</b>	<b>2</b>
<b>2 . NORMAS E UNIDADES .....</b>	<b>2</b>
<b>3 . DOCUMENTOS PARA APROVAÇÃO .....</b>	<b>2</b>
3.1 Documentos a serem Apresentados.....	2
<b>4 . REQUISITOS TÉCNICOS.....</b>	<b>4</b>
4.1 Objetivo.....	4
4.2 Condições Ambientais.....	4
4.3 Materiais .....	5
4.4 Qualidade de Execução .....	5
4.5 Intercambiabilidade.....	5
4.6 Fontes Auxiliares .....	5
4.7 Características Técnicas Tpc-242 kV.....	5
4.8 Proteção Contra Corrosão.....	7
4.8.1 Geral .....	7
4.8.2 Proteção através de pintura .....	7
4.8.3 Proteção através de galvanização.....	8
4.8.4 Proteção através de Galvanização e Pintura.....	8
4.8.5 Informações Complementares .....	8
4.8.6 Cor .....	9
4.8.7 Durabilidade .....	9
4.8.8 Tropicalização .....	9
<b>4.9 Instruções para Embalagem e Transporte .....</b>	<b>9</b>
4.9.1 Geral .....	9
4.9.2 Procedimentos para Embalagem e Transporte .....	9
<b>4.10 Características Construtivas .....</b>	<b>10</b>
4.10.1 Geral .....	10
4.10.2 Detalhes Gerais de Construção.....	10
4.10.3 Capacitores .....	11
4.10.4 Unidade Eletromagnética .....	11
4.10.5 Invólucro de Porcelana.....	12
4.10.6 Caixas Terminais .....	12
4.10.7 Terminais de Alta Tensão.....	12
4.10.8 Ligações à Terra .....	12
4.10.9 Terminais de Baixa Tensão.....	13
4.10.10 Esforços .....	13
4.10.11 Óleo .....	13



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

---

4.10.12 Ferroressonância .....	13
<b>4.11 Peças, Acessórios e Placas de Identificação.....</b>	<b>14</b>
4.11.1 Acessórios .....	14
4.11.2 Placas de identificação.....	14
<b>5 . INSPEÇÃO E ENSAIOS .....</b>	<b>15</b>
5.1 Geral.....	15
5.2 Ensaios de Rotina .....	16
5.3 Ensaio de Tipo.....	16
5.4 Ensaios de óleo.....	17
5.5 Falhas nos Ensaios.....	17
<b>6 . INFORMAÇÕES TÉCNICAS .....</b>	<b>17</b>
6.1 Geral.....	17
6.2 Dados de Fabricação .....	17
6.3 Dados Gerais para Transformadores de Potencial Capacitivos .....	18
6.4 Dados de Ensaios .....	18
6.5 Dados Técnicos e Características Garantidas .....	18



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

---

### 1 . OBJETO E OBJETIVO

O objeto deste relatório é o Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional e seu objetivo abrange a descrição geral do fornecimento, define seus limites e as responsabilidades a serem assumidas pelo CONTRATADO para fornecer os transformadores de potencial capacitivos, necessários para a implantação das subestações de 230 kV do Trecho V - Eixo Leste

O fornecimento inclui projeto, fabricação, inspeção, ensaios na fábrica, embalagem para transporte, transporte da fábrica até o canteiro de obras, supervisão de montagem, testes finais de campo e comissionamento dos transformadores de potencial capacitivos necessários para a implantação das subestações de 230 kV.

#### 1.1 Equipamentos, Materiais e Serviços Incluídos no Fornecimento

##### 1.1.1 Subestação E1

Conforme diagramas unifilares nº EN.B/V.DS.EL.0102.

1.1.1.1 Nove (09) transformadores de potencial capacitivos, monofásicos, 242 kV, com dois (2) enrolamentos, relação 1200/2000:1., fornecido com todos os acessórios especificados;

##### 1.1.2 Subestação E2

Conforme diagramas unifilares nº EN.B/V.DS.EL.0202.

1.1.2.1 Seis (06) transformadores de potencial capacitivos, monofásicos, 242 kV, com dois (2) enrolamentos, relação 1200/2000:1., fornecido com todos os acessórios especificados;

##### 1.1.3 Subestação E3

Conforme diagramas unifilares nº EN.B/V.DS.EL.0302.

1.1.3.1 Seis (06) transformadores de potencial capacitivos, monofásicos, 242 kV, com dois (2) enrolamentos, relação 1200/2000:1., fornecido com todos os acessórios especificados;

##### 1.1.4 Subestação E4

Conforme diagramas unifilares nº EN.B/V.DS.EL.0402.

##### 1.1.5 Subestação E5

Conforme diagramas unifilares nº EN.B/V.DS.EL.0502.

1.1.5.1 Três (03) transformadores de potencial capacitivos, monofásicos, 242 kV, com dois (2) enrolamentos, relação 1200/2000:1., fornecido com todos os acessórios especificados;

##### 1.1.6 Conectores Instalados nos Terminais de Alta Tensão

##### 1.1.7 Embalagem e Transporte

O fornecimento inclui as embalagens e os serviços de transporte de todos os equipamentos, materiais e acessórios, a partir dos respectivos locais de origem, no Brasil ou no exterior, até o local da Obra.

##### 1.1.8 Documentação

O fornecimento incluir o conjunto de desenhos, catálogos, manuais e demais documentos técnicos que caracterizam o fornecimento.





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

---

### 1.1.9 Ensaios

O fornecimento inclui a execução, as custos do CONTRATADO, os ensaios conforme especificado, em fábrica e/ou laboratório independente.

### 1.2 Equipamentos, Materiais e Serviços Excluídos do Fornecimento

- a) Fundações e bases de concreto
- b) Todas as interligações elétricas e respectivos eletrodutos externo ao equipamento
- c) Cabo de aterramento dos transformadores de potencial capacitivo.

## 2 . NORMAS E UNIDADES

Exceto quando especificado de outra forma os equipamentos e seus componentes deverão ser projetados, fabricados e ensaiados de acordo com as Normas e Publicações aplicáveis das seguintes organizações:

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ANSI - American National Standards Institute
- IEC - International Electrotechnical Commission
- NEMA - National Electrical Manufacturers Association
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- AWS - American Welding Society

O proponente deverá indicar claramente em sua proposta por qual ou quais normas o equipamento será projetado, fabricado e ensaiado.

Todos os dados e dimensões deverão ser apresentados no Sistema Internacional de Unidades.

## 3 . DOCUMENTOS PARA APROVAÇÃO

### 3.1 Documentos a serem Apresentados

O CONTRATADO deverá enviar para aprovação os desenhos e outros documentos com dados técnicos aplicáveis a seu Fornecimento, incluindo mas não se limitando aos a seguir relacionados:

- a) Cronograma de Documentos - Uma lista completa de todos os desenhos, dados técnicos e documentos de projeto, por título e número, que o CONTRATADO irá fornecer, com as respectivas datas de entrega. Este cronograma deverá seguir padrão a ser definido pela CONTRATANTE, deverá ter espaço adequado para registrar o histórico de cada documento;
- b) Lista de Documentos - Documentos com número próprio, na qual deverão estar relacionados todos os Desenhos, Procedimentos e Ensaios, Relatórios de Ensaios e Manuais de Instruções, com os respectivos números e títulos;
- c) Cronograma de Fabricação e Fornecimento - Documento mostrando as diversas etapas de fabricação, incluindo o provisionamento e ensaios;
- d) Desenhos de Arranjo Geral - Desenhos de Conjunto, indicando a relação dos componentes, materiais e acessórios do equipamento principal, contendo todos os elementos necessários ao projeto da instalação, montagem e a manutenção, tais como, massas, dimensões, dados



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

---

para fixação, alturas recomendadas, esforços limites, etc;

- e) Diagramas Elétricos - Desenhos contendo todos os dados relativos a parte elétrica do equipamento, tais como, esquemático das ligações internas e externas, esquemas de fiação, características dos componentes, etc;
- f) Relatórios de Ensaios - Documento contendo pelo menos a relação dos ensaios realizados, a quantidade e o número de série dos equipamentos ensaiados. O relatório propriamente dito, deverá fornecer além dos resultados todos os dados necessários para a análise, interpretação e avaliação de cada ensaio;
- g) Desenhos de Transporte - Desenhos indicando a massa, dimensões máximas externas, centro de gravidade, pontos de içamento, recomendações e cuidados especiais para cada peça isolada ou embalagem a ser utilizada durante o transporte;
- h) Manual de Controle e Garantia da Qualidade - O CONTRATADO deverá preparar e submeter à aprovação um Manual de Controle de Qualidade, que deverá cobrir todas as atividades que implicarão na qualidade final e desempenho do Fornecimento, conforme diretrizes da norma ISO 9001.

Este Manual consistirá basicamente de três partes:

- Plano de Inspeção durante a Fabricação;
- Plano de Inspeção durante a Montagem;
- Plano de Comissionamento.

Cada uma das três partes conterá basicamente os itens abaixo, sem a isto se limitarem:

- Lista das etapas a serem controladas, fazendo referência aos Cronogramas de Fabricação, Montagem e Comissionamento;
  - Lista das partes pertinentes das normas adotadas;
  - Descrição de todos os métodos de controle para cada item citado na lista das etapas a serem controladas;
  - Cópia de todos os protocolos a serem preenchidos. Tais protocolos serão específicos para este fornecimento.
  - Lista de todos os instrumentos e aparelhos de medição necessários para cada etapa;
  - Programa de ensaio, detalhando a seqüência de atividades, interdependência entre elas e o tempo previsto para sua execução completa;
  - Relatórios das inspeções executadas durante a fabricação, que serão incorporados ao Manual à medida que forem sendo emitidos. O CONTRATADO deverá emití-los até 15 (quinze) dias após a execução dos ensaios. Tais relatórios deverão incluir resultados dos ensaios, curvas, cálculos de verificação, fórmulas utilizadas na determinação dos resultados, fotos ilustrativas e análises objetivas, quando for o caso.
- a) Manual de Montagem, Manutenção e Operação - O CONTRATADO deverá preparar e submeter à aprovação um Manual de Montagem, Manutenção e Operação contendo todas as informações necessárias para a montagem, manutenção e operação do Fornecimento no campo. Este documento será considerado como único e final, válido para a montagem, manutenção e operação do Fornecimento.

O Manual de Montagem, Manutenção e Operação deverá incluir, mas não se limitar aos seguintes itens:



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

---

- Listagem e descrição detalhada de todas as atividades de montagem;
- Conjunto completo de desenhos específicos para montagem na Obra;
- Todos os desenhos que forem mencionados no manual deverão ser anexados a ele;
- Todos os protocolos de controle de montagem na Obra;
- Lista de todas as normas aplicáveis;
- Instruções de armazenagem a serem observadas na Obra;
- Todos e quaisquer requisitos a serem observados na Obra, que possam influir na futura qualidade de desempenho do equipamento;
- Indicação da quantidade estimada de força de trabalho durante a montagem na Obra e o número de supervisores de montagem recomendado pelo CONTRATADO;
- Frequência de inspeção dos diversos componentes do Fornecimento;
- Critérios a serem observados em cada inspeção, indicando todos os pontos a serem medidos, com os valores aceitáveis. Protocolos de inspeção pertinentes devem ser anexados;
- Detalhes e roteiro completo dos serviços de substituição dos componentes, incluindo esquemas e desenhos quando necessários;
- Período recomendado para a manutenção programada dos diversos componentes do Fornecimento;
- Cópias dos catálogos de todos os componentes fornecidos por Subfornecedores, incorporados ao Fornecimento;
- Coletânea de dados, medidas e ensaios mais importantes obtidos durante a montagem, extraídos do conjunto de protocolos de montagem e ensaios, com respectiva referência;
- Recomendações sobre tolerâncias de desgaste a fim de determinar épocas em que devem ser substituídos componentes, ou simplesmente sofrer manutenção;
- Lista de normas pertinentes;
- Descrição da filosofia de operação, modos de funcionamento e limites operativos;
- Descrição sucinta do princípio de operação do equipamento principal e de todos seus sistemas periféricos e acessórios;

Instruções detalhadas de operação, descrevendo todas as etapas de funcionamento, cuidados e restrições operativas.

- b) *Data Book* - Caderno de ocorrências durante a fabricação, montagem e ensaios de cada equipamento, com todos os seus detalhes, principalmente relatórios de ensaios em fábrica e respectivos *data sheet*.

## 4 . REQUISITOS TÉCNICOS

### 4.1 Objetivo

Estas Especificações Técnicas fixam os requisitos técnicos para o projeto e fabricação dos equipamentos objeto desse fornecimento.

### 4.2 Condições Ambientais

A subestação será construída em local, onde a altitude é inferior a 1.000 m em clima temperado.



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

---

A temperatura média anual é de 24°C, sendo que as temperaturas mínima e máxima são 0°C e 40°C, respectivamente.

A umidade relativa do ar pode alcançar valores de até 90% durante certos períodos do ano. A velocidade máxima do vento é de 126 km/h a temperatura de 15°C.

A chuva não é bem distribuída durante o ano. A área de maior incidência pluviométrica registra uma média anual de 800mm.

### 4.3 Materiais

Todos os materiais deverão ser da melhor qualidade técnica, isentos de defeitos e imperfeições, novos e de fabricação recente e de classificação e categoria indicadas nos Documentos de Projeto. Os materiais não especificamente descritos deverão ser os mais apropriados para os fins a que se destinam e deverão atender as últimas Especificações aplicáveis da American Society for Testing and Materials (ASTM) ou outras Normas equivalentes aprovadas.

Todos os materiais, peças e montagem das mesmas, a serem utilizados no fornecimento, salvo onde especificados em contrário, deverão ser ensaiados de conformidade com as exigências das Normas aplicáveis da ABNT, ANSI, IEC, NEMA ou ASTM, ou com o melhor e mais moderno método técnico aprovado para o tipo e classe específicos do serviço.

### 4.4 Qualidade de Execução

A execução deverá ser da mais alta qualidade e de acordo com a melhor e mais moderna prática de fabricação de equipamentos de alta qualidade, independentemente de quaisquer omissões das presentes Especificações Técnicas. Deverá haver o maior grau possível de intercambiabilidade entre as peças.

As peças a serem soldadas deverão ser cortadas rigorosamente no tamanho adequado, suas arestas aparadas, cortadas a maçarico ou usinadas, de modo a satisfazer o tipo de soldadura exigido e a permitir a penetração da solda.

As peças a serem soldadas deverão estar isentas de ferrugem, graxa ou outros materiais estranhos, a uma distância de 50 mm das arestas preparadas para a solda. Todas as soldas deverão ser executadas pelo método do arco elétrico, de acordo com a Standard Qualification Procedure da AWS, ou Norma equivalente aprovada, e todos os soldadores designados para o serviço deverão estar devidamente qualificados de acordo com a AWS ou Norma equivalente.

### 4.5 Intercambiabilidade

Todos os equipamentos de mesmo tipo e valores nominais deverão ser física e eletricamente intercambiáveis. Sempre que possível pequenas partes e dispositivos, deverão ser de projeto idêntico, assim como, mutuamente intercambiáveis e substituíveis.

### 4.6 Fontes Auxiliares

São disponíveis para o que for necessário as seguintes tensões, com respectivas faixas de variação nos terminais do equipamento.

- 380 VCA, 60 Hz, sistema trifásico estrela aterrado, fornecido com uma variação de tensão de 342 a 418 V, para acionamento de motores;
- 220 VCA, 60 Hz, monofásico, fase- terra, fornecido com uma variação de tensão de mais ou menos 10%, para alimentação de aquecimento e iluminação interna ou eventualmente, tomadas.

### 4.7 Características Técnicas Tpc-242 kV

- a) Tensões nominais:



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

---

- Tensão nominal do sistema (fase-fase, kV-eficaz): 230
- Tensão máxima de operação contínua (fase-fase, kV-eficaz): 242
- b) Frequência nominal (Hz): 60
- c) Neutro do sistema: Estrela efetivamente aterrado
- d) Polaridade: subtrativa
- e) Ligação do enrolamento primário: fase-terra
- f) Níveis de isolamento nominais:
  - Tensão suportável a impulso atmosférico (kV-crista):
  - Onda plena: 850
  - Onda cortada, 3 (três) microseg: 935
  - Tensão suportável, 60 Hz, 1 (um) minuto a seco e sob chuva (kV-eficaz): 360
  - Tensão suportável, 60 Hz, 1 (um) minuto entre os enrolamentos
  - Secundários e a terra e entre os enrolamentos secundários (kV-eficaz): 2,5
- g) Tensão mínima de início e extinção de corona visual (fase-terra, kV-eficaz): 154
- h) Tensão máxima de rádio interferência à tensão fase-terra de 154 kV-rms (microvolt): 250
- i) Nível máximo de descargas parciais internas à tensão fase-terra de 154 kV-eficaz (pC): 10
- j) Número de enrolamentos secundários:
  - Para proteção: 1
  - Para medição: 1
- k) Relação de transformação: 1200/2000
- l) Ligação dos enrolamentos secundários: estrela aterrado
- m) Classe de exatidão e cargas:
  - Classe de exatidão (Norma ANSI) e cargas nominais:
    - Enrolamento de proteção (1200/2000:1): 0,6 wxyz
    - Enrolamento de medição (1200/2000:1): 0,3 wxy
  - As classes de exatidão acima devem ser mantidas para:
    - Variação de tensão de 90% a 110% da tensão nominal do sistema. Para tensões inferiores a 90% (até 5%) o TPC deve atender a classe de exatidão definida pela Norma ANSI.
    - Variação de frequência:
      - Para enrolamento de medição mais ou menos 0,6 Hz.
      - Para enrolamento de proteção mais ou menos 1,8 Hz.
    - Variação de temperatura de - 10 C a + 40 C.
    - Variação da carga de 0 (zero) ao valor nominal especificado acima e fator de potência 0,85 (indutivo).



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

---

- Carga total simultânea de 275 VA.
- n) Distância mínima de escoamento (mm/kV): 23
- o) tor nominal de tensão (Norma IEC public. 186): 1,5/30seg
- p) Fator de potência (% à 20°C):
  - TPI: 1
  - Coluna Capacitiva: 0,5
- q) Corrente máxima de alta frequência do capacitor de acoplamento (IEC-358)(A): 1
- r) Elevação de temperatura acima da temperatura ambiente de 40°C a potência térmica nominal e com fator nominal de tensão contínuo (°C):
  - óleo 55
  - enrolamento 55
  - ponto mais quente 65

### 4.8 Proteção Contra Corrosão

#### 4.8.1 Geral

Os equipamentos a serem fornecidos segundo estas especificações deverão receber um dos seguintes tratamentos:

- Pintura
- Galvanização
- Galvanização e Pintura

O CONTRATADO deverá estabelecer em sua proposta qual dos tratamentos especificados, será utilizado em cada parte metálica de seu equipamento.

#### 4.8.2 Proteção através de pintura

##### a) Preparo de superfícies para pintura

As superfícies de aço carbono, latão, bronze, alumínio, etc... deverão ser previamente limpas com solventes, afim de remover os resíduos de óleo e graxa, remanescentes do processo de fabricação.

Nas superfícies de aço carbono, proceder o jateamento abrasivo conforme Norma NBR 7348, para retirar toda a carepa de laminação, óxidos e impurezas estranhas, tais como: crostas, rebarbas e saliências. Resultando num grau de preparação de superfícies Sa 2 ½ conforme SIS 05 59 00 e num perfil de rugosidade médio de 50 micrômetros.

##### b) Pintura

O preparo de superfície e aplicação da tinta de fundo, deve ocorrer dentro da mesma jornada de trabalho. Durante aplicação das tintas, a umidade relativa do ar não deverá ser superior a 80%. Em nenhuma hipótese poderá ser aplicada tinta sobre superfícies úmidas. Deverão ser obedecidas todas as especificações técnicas de preparação e aplicação, recomendadas pelo fabricante das tintas utilizadas.

O valor da aderência do esquema de pintura deve ser classificado entre  $Y_0$ ,  $X_0$  e  $Y_1$ ,  $X_1$  conforme ABNT MB 985.



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

---

- Tinta de fundo

Descrição da tinta:

Tinta de fundo a base de epóxi-poliamida pigmentada com óxido de ferro.

Número de demãos: 1 (uma)

Espessura por demão: 100 micrômetros

Cor: Vermelho óxido

- Tinta de acabamento

Descrição da tinta:

Tinta de acabamento a base de resina poliuretano-alifático com propriedade de retenção de cor e brilho.

Número de demãos: 2 (duas)

Espessura por demão: 35 micrômetros

Cor: Cinza-claro Ref. Munsel N-6,5

### 4.8.3 Proteção através de galvanização

#### a) Preparo de superfície

As superfícies metálicas de aço carbono deverão seguir os mesmos processos descritos no item 4.8.2 desta Especificação Técnica.

#### b) Galvanização

Todos os parafusos, porcas, arruelas, contra-porcas e ferragens de montagem, fabricados de metais ferrosos, deverão ser zincados a quente de acordo com a norma ASTM-A-153, com exceção de arruelas de pressão, que deverão ser zincadas em banho eletrolítico.

Perfis, chapas, barras e fitas de aço forjado, deverão ser zincadas a quente, de acordo com a norma ASTM-A-123.

A zincagem das superfícies metálicas dos equipamentos somente deverá ser realizada após a conclusão dos tratamentos mecânicos de conformação e usinagem.

A espessura total da zincagem deverá ser de 70 micrômetros, distribuída uniformemente na superfície das chapas.

### 4.8.4 Proteção através de Galvanização e Pintura

Quando a superfície a ser pintada é galvanizada ou de metais não ferrosos, deverá ser aplicado primer condicionador de aderência seguido do esquema de pintura descrito no item 4.8.2b desta Especificação Técnica.

Descrição:

Primer condicionador de aderência a base de resina epóxi-isocianeto alifático, pigmentado com óxido de ferro.

Número de demãos: 1 (uma)

Espessura por demão: 20 micrômetros

Cor: Vermelho Óxido

### 4.8.5 Informações Complementares





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

---

Todas as superfícies usinadas ou polidas, que pelo projeto não devam sofrer revestimento protetor (zincagem e/ou pintura) deverão ser rigorosamente limpas, revestidas com composto anti-oxidante facilmente removível e protegidas contra avaria até sua instalação.

As partes móveis, tais como dobradiças e outras, onde o revestimento protetor da superfície poderá descascar ou ser arranhado, deverão ser feitas em aço inoxidável ou materiais tais como: bronze, latão, alumínio, etc.

A pintura deverá ser concluída na fábrica, de forma que apenas retoques eventuais sejam efetuados no campo. A pintura deverá ser de tal qualidade que qualquer retoque no campo possa ser feito sem o uso de equipamentos especiais.

### 4.8.6 Cor

Os equipamentos para instalação externa deverão ser pintados, na cor cinza claro, notação Munsell N6.5.

Na parte interna dos tanques que é pintada, esta deve ser na cor branca, notação Munsell N9,5.

### 4.8.7 Durabilidade

O esquema de pintura aplicado deverá resistir a um período de 10 (dez) anos.

### 4.8.8 Tropicalização

O equipamento a ser fornecido segundo estas Especificações, deverá ser apropriado para o serviço e armazenagem com condições tropicais descritas no item 4.2 desta Especificação Técnica.

Um verniz especial resistente a umidade e a fungos, deverá ser aplicado nas partes sujeitas ou favoráveis à formação de meio de cultura de fungos, devido a presença ou deposição de substâncias nutrientes, isto inclui os seguintes materiais: linho, nitrato de celulose, celulose regenerada, madeira não tratada, juta, materiais plásticos (empregando algodão, linho e serragem, como incorporantes) couro, cortiça, papel, papelão, fibras orgânicas, feltros orgânicos e outros produtos de origem animal ou vegetal em geral.

O verniz não deverá ser aplicado em qualquer superfície ou peças onde o tratamento interferirá na operação ou desempenho do equipamento.

Os resistores de aquecimento deverão ser fornecidos em quantidades e potência para minimizar a condensação em todos os compartimentos (tensão de alimentação 220 VCA).

## 4.9 Instruções para Embalagem e Transporte

### 4.9.1 Geral

As embalagens deverão ser suficientes para proteger o conteúdo de danos durante o transporte do local de fabricação até depois da chegada ao local da obra, em condições que envolvam bastante movimentação, transbordo, trânsito por estradas não pavimentadas, armazenamento prolongado, exposição a umidade e a possibilidade de roubo. Essa embalagem deverá estar de acordo com os requisitos mínimos descritos abaixo sem a eles se limitar necessariamente. O CONTRATADO deverá usar seu próprio critério quanto à adequação das exigências solicitadas, sendo o único responsável pela entrega do fornecimento em bom estado e ordem.

### 4.9.2 Procedimentos para Embalagem e Transporte

As caixas, engradados e estrados deverão ser construídos de modo adequado às necessidades do embarque, e cintados com fita de aço, nylon ou similar. A madeira usada deverá ser de bitola adequada a carga, isenta de falhas e bem seca.





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

---

O equipamento pesado e/ou suas partes, quando não dispuserem de alças próprias para suspensão ou estas não forem utilizadas, deverão ser colocados e aparafusados sobre estrado devidamente reforçado para suportar e evitar empenos nas peças. Os equipamentos para instalação ao tempo, poderão ser embalados em engradados ou caixas abertas. Todas as aberturas como das válvulas ou outras, rosqueadas ou não, deverão ser protegidas contra danos, poeira ou água a que estarão sujeitas durante o transporte e armazenamento.

Os itens deverão ser separados e embarcados em fardos com até 6 (seis) metros de comprimento.

A massa de cada fardo não deverá ultrapassar 1.500 kg e sempre que praticável as extremidades deverão ser protegidas.

Todos os materiais de pequenas dimensões, suscetíveis de extravio, tais como: parafusos, pinos, arruelas, etc., e materiais sujeitos a serem dobrados, riscados ou de qualquer outra forma avariados serão simplesmente acondicionados em caixotes. Cada caixote deverá conter somente material de um único tipo e exibir na parte externa, marcação que identifique o tipo e quantidade do material ali contido.

As porcas deverão vir atarraxadas nos respectivos parafusos.

No caso de mercadorias suscetíveis a danos causados pela umidade, deverão ser usados revestimentos impermeáveis em forma de sacos ou invólucros selados com adesivo impermeável. Deverá ser providenciada proteção adequada mediante um absorvente de umidade como sílica-gel, que não danifique os mecanismos. Estes procedimentos são obrigatórios e imprescindíveis no caso de haver transporte marítimo.

Deverá ser dada proteção especial às peças frágeis que deverão ser embrulhadas em almofadas crepe-celulósicas ou em outro material de igual eficiência e colocadas entre palha de madeira ou isopor. Estes itens deverão ser embalados em caixotes de madeira, reforçados com precauções especiais contra o risco de quebra.

### **4.10 Características Construtivas**

#### **4.10.1 Geral**

Estas Especificações Técnicas fixam os requisitos técnicos para o projeto e fabricação dos transformadores de potencial capacitivo objeto desse fornecimento.

#### **4.10.2 Detalhes Gerais de Construção**

O conjunto formado pelo equipamento e acessórios, deverá ser auto-suportante para uso externo e apropriado para montagem vertical, sobre um suporte do tipo pedestal.

As chaves de aterramento, as bobinas de reatância e os centelhadores, para o transformador de potencial deverão ser fornecidos dentro do armário. A chave de aterramento deverá ser claramente identificada e deverá ter uma indicação de suas posições, com os dizeres “aberto” e “aterrado”.

Se o enrolamento primário do transformador de potencial tiver uma tensão nominal superior a 4 kV, o transformador deverá ser contido por um recipiente de óleo, hermeticamente selado, completo com todos os dispositivos necessários para permitir o enchimento, a drenagem e amostragem do óleo no campo. Um dispositivo de indicação do nível do óleo, deverá ser fornecido para o TPI bem como para as colunas capacitivas.

A base do armário de aço deverá ser fornecida com olhais ou alças para içamento do equipamento completo. Deverá haver pontos para içamento do divisor de tensão capacitivo separadamente.



As unidades capacitivas com invólucro de porcelana serão montadas em série, sobre o armário de aço, que contém o transformador (transformador de potencial) e todos os dispositivos necessários de compensação, amortecimento e proteção, requeridos para operação segura, durante a ocorrência de sobretensões de manobra e defeitos no sistema e para a supressão dos efeitos de ferroressonância. A unidade eletromagnética deverá ser ligada entre o terminal intermediário e o terminal de terra do divisor de tensão capacitivo.

Os circuitos secundários cujos terminais tenham a mesma polaridade do terminal de alta tensão, deverão ser fornecidos com fusíveis montados na base do transformador de potencial capacitivo. Estes fusíveis deverão ser utilizados para assegurar a continuidade de serviço de um enrolamento secundário, quando no circuito de outro enrolamento ocorrer um curto-circuito, assim como proteger o transformador de potencial capacitivo e os circuitos a ele ligados, de danos durante um curto-circuito secundário.

Deverão ser adotadas medidas destinadas a total supressão dos efeitos de ferroressonância, bem como a ter uma boa resposta aos transitórios, tais que satisfaçam as condições dos itens 42 e 43 da publicação 186A da IEC.

230kV

Tempo min. Reliq. 0,4s

As unidades capacitivas deverão constituir-se de elementos empilhados e equipados com contatos para ligação em série.

Cada divisor capacitivo de potencial deverá possuir dois enrolamentos secundários, tendo cada um deles dupla relação obtida por meio de uma derivação no enrolamento secundário, de maneira que o terminal de não polaridade do enrolamento seja o terminal comum.

11



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

---

### 4.10.5 Invólucro de Porcelana

Cada isolador de porcelana, contendo um conjunto de elementos capacitivos ligados em série deverá constituir-se em uma peça única.

O isolador de porcelana deverá ser um conjunto completo e uma unidade selada, capaz de ser substituída no campo, sem ocorrer desgaseificação ou remoção do líquido isolante.

O topo do tanque do transformador de potencial capacitivo, com a respectiva vedação, poderá ser usado para selar o fundo do isolador de porcelana mais baixo, entretanto, o líquido isolante destes dois conjuntos deverá ser separado.

Deverão ser usados flanges de metal para interligar os isoladores de porcelana e para fixar o isolador mais baixo a base do tanque. Juntas cimentadas não são aceitáveis.

A porcelana deverá ser fabricada por processo úmido e deverá ser homogênea, livre de cavidades por laminação, defeitos, ser bem vitrificada e impermeável a umidade. A vitrificação deverá ser uniforme na cor, livre de bolhas, rebarbas e outros defeitos. A cor do verniz deverá ser marrom.

### 4.10.6 Caixas Terminais

As caixas terminais deverão ser fabricadas em chapa de aço de bitola com espessura não inferior a 1,9 mm (nº 14 MSG).

As caixas terminais deverão ser providas com uma cobertura ou com uma porta vedada com gaxeta, a prova de tempo e a prova de pó. Um ferrolho ou outro dispositivo apropriado deverá ser fornecido para utilização com cadeado.

Todas as caixas terminais deverão ser projetadas para a entrada de conduítes pelo fundo. Nestes locais haverá chapas removíveis com vedação para furação no campo. As caixas deverão ser projetadas com ampla folga, para evitar interferência entre a fiação e os acessórios montados próximos a caixa.

Uma barra de terra apropriada ou um parafuso de terra deverá ser incluído dentro das caixas terminais, com finalidade de aterramento.

As caixas terminais deverão ser equipadas com resistor de aquecimento e termostato de controle, para evitar umidade excessiva. Cada resistor deverá ser protegido por um fusível adequado.

### 4.10.7 Terminais de Alta Tensão

Cada transformador de potencial capacitivo deverá ser fornecido com terminais chatos de 4 (quatro) furos, segundo recomendações das Normas NEMA, posição vertical na sua parte superior.

Os transformadores de Potencial Capacitivo deverão ser fornecidos com conectores terminais retos, em liga de Alumínio, barra chata quatro (04) furos NEMA e um cabo CAA 636MCM GROSBEAK, livres de corona para 230 kV.

Os conectores de alta tensão serão de alumínio. Por conseguinte, onde forem requeridas conexões de cobre com alumínio, as mesmas deverão ser projetadas de modo que qualquer deterioração destas conexões seja a mínima, ou que não fiquem submetidas a esforços.

Os terminais de alta tensão dos TPC's, poderão ser fornecidos com proteção anti-corona, se necessário.

### 4.10.8 Ligações à Terra



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

---

a) Aterramento da coluna capacitiva.

O terminal de baixa tensão (da coluna capacitiva) deverá ser aterrado no lado externo da caixa de terminais. Para tanto, deverá haver um parafuso de terra e um dispositivo de conexão junto a bucha de entrada do terminal de baixa tensão.

b) Aterramento de TPI.

O terminal do neutro (isolação 2.500 volts, eficaz) do primário do transformador de potencial intermediário deverá ser firmemente aterrado em uma posição visível e acessível.

c) Aterramento das caixas de terminais.

Todas as caixas de terminais deverão ser firmemente aterradas ao tanque do TPI.

d) Aterramento do TPC.

Um terminal de cobre, provido de um conector tipo grampo de bronze deverá ser fornecido no tanque do TPI, para fins de aterramento do TPC. O conector deverá ser apropriado para cabo de bitola variando de 67 mm<sup>2</sup> (2/0 AWG) a 127 mm<sup>2</sup> (250 MCM). Este terminal de aterramento do TPC deverá ser fornecido com 4 furos e os espaçamentos entre eles deverão estar de acordo com as normas NEMA.

e) Todas as interligações, exceto "Aterramento do TPC", deverão ser providas pelo fabricante.

### 4.10.9 Terminais de Baixa Tensão

Todos os enrolamentos secundários do TPC deverão ser levados através de buchas com conexões sem solda, as réguas terminais embutidas em caixas à prova de tempo, adequadas para receber cabos com terminais tipo olhal. Esta réguas terminais deverão ser identificadas com caracteres alfanuméricos.

### 4.10.10 Esforços

Os transformadores de potencial capacitivos deverão suportar uma carga aplicada (Cantilever) no topo do equipamento e normal ao eixo do isolador de porcelana correspondente de 2.000N.

O terminal de alta tensão do TPC deverá suportar uma carga vertical de 1.000N

O terminal de alta tensão do TPC deverá suportar uma carga horizontal de 1.400N

### 4.10.11 Óleo

O óleo isolante deverá ser de base naftênica e atender a NORMA CNP-18/85, tipo A do Conselho Nacional do Petróleo.

O óleo deverá ser do tipo mineral, livre de inibidores.

O óleo deverá ser de tipo facilmente encontrado no Brasil.

O CONTRATADO deverá informar na Proposta as características físicas, químicas e elétricas do(s) óleo(s) proposto(s).

### 4.10.12 Ferroressonância

Deverão ser fornecidos dispositivos para garantir o seguinte desempenho quanto a



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

---

ferroressonância:

- a) com 120% da tensão nominal e carga próxima de zero, decorridos dez ciclos da frequência nominal após a aplicação e remoção repentina de curto-circuito nos terminais secundários, a crista da tensão secundária não deverá desviar-se mais que 10% do seu valor imediatamente anterior à aplicação do curto-circuito.
- b) com 150% da tensão nominal e carga próxima de zero, após aplicação e remoção repentina de curto-circuito nos terminais secundários, a ferroressonância não deverá ser sustentada por mais de 2 segundos.

### 4.11 Peças, Acessórios e Placas de Identificação

#### 4.11.1 Acessórios

Cada Transformador de Potencial Capacitivo deverá ser fornecido, no mínimo, com os seguintes acessórios:

- a) Chave de aterramento para aterrar o primário do transformador de potencial.
- b) Centelhador ou pára-raios para o transformador de potencial.
- c) Terminais de alta tensão e respectivos conectores.
- d) Placas de identificação e diagramática.
- e) Anéis de corona, caso requeridos pelo projeto.
- f) Olhais ou alças para içamento.
- g) Caixa de terminal.
- h) Terminal(s) de aterramento e respectivo(s) conector(es).
- i) Óleo.
- j) Dispositivos de leitura de nível de óleo.
- k) Centelhador ou pára-raios para bobina de drenagem.
- l) Dispositivo de alívio de pressão.
- m) Câmara de expansão do óleo no topo da bucha.

#### 4.11.2 Placas de identificação

Placas de Identificação de aço inoxidável, bronze fundido ou latão não sujeito a corrosão deverão ser instaladas em todos os equipamentos. Elas deverão ser gravadas ou cunhadas em Português e deverão conter todas as informações aplicáveis, abaixo especificadas, juntamente com qualquer outra informação relevante que possa ser necessária.

A placa de identificação deverá conter, no mínimo, as seguintes informações:

- a) A expressão "Transformador de Potencial Capacitivo".
- b) Nome do Fabricante.
- c) Ano de fabricação.
- d) Número de série.
- e) Tipo ou modelo.
- f) Uso interno ou externo.



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

---

- g) Norma e ano de sua edição.
- h) Frequência nominal.
- i) Tensão máxima do equipamento.
- j) Nível de isolamento.
- k) Fator de sobretensão contínuo.
- l) Fator de sobretensão contínuo e por 30 s.
- m) Capacitâncias primária (C1), secundária (C2) e total (Ct).
- n) Relações nominais
- o) Tensões secundárias nominais (Usec).
- p) Exatidão, classe e carga.
- q) Carga de exatidão simultânea.
- r) Potência térmica nominal.
- s) Tensão primária nominal do TPI de tensão intermediária.
- t) Grupo de ligação.
- u) Massa total (M-total).
- v) Massa do líquido isolante.
- w) Número do manual de instruções.
- x) Diagrama de ligação.

Cada unidade capacitiva deverá ter uma placa contendo, no mínimo, as seguintes informações:

- a) Nome ou marca do Fabricante.
- b) Número de série do Fabricante.
- c) Tipo ou modelo.
- d) Capacitância em picofarads.
- e) Tensão nominal.

## 5 . INSPEÇÃO E ENSAIOS

### 5.1 Geral

Os Transformadores de Potencial Capacitivo deverão ser submetidos aos ensaios de rotina e tipo como requerido nesta Especificação Técnica.

O custo dos ensaios de rotina e aqueles de tipo em que o CONTRATADO não tenha relatórios de ensaios como requerido, estão incluídos no preço CONTRATADO.

Todos os ensaios deverão ser realizados de acordo com as revisões mais recentes das publicações ABNT, IEC, ANSI e/ou NEMA aplicáveis, exceto quando especificado em contrário.

Todos os equipamentos a serem fornecidos deverão estar de acordo com todos os requisitos de ensaios e valores especificados neste documento, conforme deverão comprovar os certificados de ensaios, em forma de relatórios. Caso contrário, o CONTRATADO deverá realizar os ensaios faltantes, sem custo adicional.



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

---

Os dados de ensaios de equipamentos de diferentes valores nominais, porém comparáveis àqueles propostos, poderão ser aceitos se, tais dados comprovarem que os equipamentos propostos estão em conformidade com os requisitos da especificação.

Os dados de ensaios deverão ser completos, incluindo-se desenhos que possam servir de referência a estes e deverão atestar claramente as datas da realização dos mesmos.

### 5.2 Ensaios de Rotina

#### Geral

Os seguintes ensaios de rotina serão realizados na fábrica, em todos os transformadores de potencial capacitivos a serem fornecidos, todos de acordo com os itens indicados na NORMA ANSI C93.2, C93.1 e NBR-8017, exceto quando especificado em contrário nestas especificações.

- a) Capacitância e Fator de dissipação do isolamento;
- b) Tensão Induzida;
- c) Tensão suportável a freq. industrial a seco;
- d) Descargas parciais internas - ensaio de acordo com a norma IEC-270, 358 e 44.4;
- e) Polaridade;
- f) Exatidão;
- g) Verificação do(s) supressor(es) de surto.
- h) Estanqueidade/Todos os TPCs, completamente montados, incluindo as aberturas, buchas, superfícies seladas por gaxetas e suportadas por flanges e com todos os demais elementos devidamente posicionados, deverão suportar uma pressão de óleo ou de ar de 0,07 MPa acima da pressão normal de operação, por uma hora sem vazamento ou queda de pressão;
- i) Medição da resistência do isolamento;
- j) Resistência ôhmica dos enrolamentos e bobina de drenagem;
- k) Fator de potência do TPI;
- l) Aderência e espessura da pintura (1 unidade);

### 5.3 Ensaio de Tipo

Os seguintes ensaios de tipo deverão ser realizados em um transformador de potencial capacitivo completo, de acordo com os itens indicados nas normas ANSI-C93.2, C93.1 e NBR-8017 exceto quando indicados nestas especificações.

- a) Ensaio de Dielétricos;
- b) Ensaio de RIV;
- c) Este ensaio deverá ser realizados de acordo com a Publicação 107 da norma NEMA.
- d) Ensaio de sobretenção de curta duração;
- e) Ensaio de curto-circuito;
- f) Ensaio de elevação de temperatura;
- g) Ensaio de ferroressonância;
- h) Este ensaio deverá ser realizado de acordo com a cláusula 48 da Publicação IEC 186A.





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

---

- i) Ensaio de resposta a transitórios;
- j) Este ensaio deverá ser realizado de acordo com a cláusula 49 da Publicação IEC 186 A.
- k) Ensaio de corrente de excitação;
- l) Ensaio de medição de condutância e capacitância parasitas no terminal de baixa tensão;
- m) Ensaio de estanqueidade a quente;
- n) Ensaio de exatidão (ANSI C93.2);
- o) Ensaio da determinação do coeficiente de temperatura (IEC-358);
- p) Ensaio em componentes de porcelana
  - Uma série completa de ensaios deverá ser executada em cada tipo de porcelana utilizada na composição do transformador de potencial. Estes ensaios deverão incluir mas não se limitar aos ensaios mecânicos de ciclos térmicos, hidrostáticos e hidrodinâmicos listados abaixo:
    - Ensaio de temperatura de acordo com a norma IEC 233;
    - Ensaio de alteração súbita de temperatura;
    - Ensaio de pressão súbita;
    - Ensaio hidrostático.

Nos isoladores submetidos a potenciais elétricos os seguintes ensaios deverão ser realizados:

- Tensão suportável à frequência industrial, um minuto a seco;
- Tensão crítica disruptiva à frequência industrial, a seco;
- Tensão suportável à frequência industrial, 10 segundos, sob chuva;
- Tensão crítica disruptiva à frequência industrial, sob chuva.

### 5.4 Ensaio de óleo

Deverá ser apresentado relatório dos ensaios ou um certificado do Fornecedor original do óleo embarcado pelo CONTRATADO, no fornecimento deste equipamento.

### 5.5 Falhas nos Ensaio

Se o equipamento não passar em determinado ensaio, o mesmo deverá ser reparado, com as partes defeituosas substituídas ou reprojatadas.

## 6 . INFORMAÇÕES TÉCNICAS

### 6.1 Geral

Antes da assinatura do contrato deverão ser apresentados todas as informações abaixo relacionadas. Desenhos e dados deverão apresentar-se suficientemente claros e detalhados para possibilitarem efetuar uma avaliação completa e efetiva de como foram atendidas as disposições da presente especificação.

Quaisquer correções ou modificações que possam vir a tornar-se necessárias nas informações prestadas, com a finalidade de atender todas as exigências do Contrato, estarão sujeitas a aprovação e não eximem o CONTRATADO de fornecer o equipamento nas condições contratadas.

### 6.2 Dados de Fabricação





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

---

Tipo e designação do Fabricante.

Relação de Normas que o CONTRATADO pretende utilizar na fabricação.

Histórico de serviços dos equipamentos com características iguais ou comparáveis aquelas dos equipamentos que estão sendo oferecidos, que o CONTRATADO tenha anteriormente fabricado incluindo descrição, valores nominais, nomes de compradores, locais de instalação, ano de fabricação e datas de energização.

### 6.3 Dados Gerais para Transformadores de Potencial Capacitivos

- Catálogos e panfletos que descreva o equipamento;
- Croquis de dimensões, incluindo a planta da base de montagem e massa;
- Descrição geral da construção com detalhes sobre vedação e gaxetamento;
- Características eletromagnéticas completas do núcleo, incluindo tipo de aço e classificação ASTM;
- Fatores de correção, curvas de ângulo de fase e curvas de excitação, para todas as relações de transformação;
- Especificação para o óleo isolante incluindo a quantidade suficiente para cada unidade. Descrição do método de expansão e cumprimento das exigências descritas nesta Especificação;
- Esquemático dos enrolamentos primários e secundários com as ligações dos terminais e indicação dos núcleos magnéticos;
- Descrição das buchas incluindo nome dos fabricantes, tipo, pesos, dimensões, materiais usados e processos de fabricação, esforço de cantilever, distância de escoamento e certificados de ensaios em buchas similares;
- Descrição do sistema de selo das buchas de alta e baixa tensão;
- Descrição de todos os acessórios propostos;
- Características físicas, químicas e elétricas do óleo isolante utilizado.

### 6.4 Dados de Ensaio

Relatórios completos de ensaios de tipo de equipamentos idênticos em operação.

- Relação e descrição dos ensaios de controle de qualidade dos materiais, acessórios e fabricação destes equipamentos;
- Detalhes dos procedimentos, roteiros de ensaios que serão usados para ensaiar a performance do equipamento de acordo com as Normas, bem como a descrição do local de realização dos mesmos.

### 6.5 Dados Técnicos e Características Garantidas

O CONTRATADO deverá garantir, que as características de cada transformador de potencial capacitivo, marcadas com asterisco, serão equivalentes ou superiores as indicadas.

Todas as informações aqui solicitadas deverão ser fornecidas antes da assinatura do contrato, para todos os equipamentos ofertados.

- a) Modelo do Fabricante:
- b) Tensões nominais: (\*)



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

---

- Tensão nominal do equipamento (kV-eficaz):
- Tensão máxima de operação contínua (fase-terra, kV-eficaz):
- c) Frequência nominal (Hz):(\*)
- d) Polaridade:(\*)
- e) Níveis de isolamento nominais:(\*)
- Tensão suportável a impulso atmosférico (kV-crista)
- Onda plena:
- Onda cortada, 3 (três) microseg:
- f) Tensão suportável, 60 Hz, 1 (um) minuto a seco e sob chuva (kV-eficaz):
- g) Tensão suportável, 60 Hz, 1 (um) minuto entre o enrolamento secundário e a terra e entre os enrolamentos secundários (kV-eficaz):
- h) Tensão mínima de início e extinção de corona visual (fase-terra, kV-eficaz):(\*)
- i) Tensão máxima de rádio interferência à 110% da tensão máxima fase-terra referida a 150 ohms (microvolt):(\*)
- j) Nível máximo de descargas parciais internas à 110% da tensão máxima fase-terra (pC):(\*)
- k) Enrolamentos secundários:(\*)
- Número de enrolamentos secundários:
- Proteção:
- Medição:
- Relação de transformação de cada secundário:
- relação 1:
- relação 2:
- l) Classe de exatidão e cargas:
- Classe de exatidão (Norma ANSI) e cargas nominais:(\*)
- Enrolamento de proteção:
  - Relação de transformação 1
  - Relação de transformação 2
- Enrolamento de medição:
  - Relação de transformação 1
  - Relação de transformação 2
- As classes de exatidão acima devem ser mantidas para (sim ou não):(\*)
- Variação da tensão de 90% a 110% da tensão nominal do sistema.
- Para tensões inferiores a 90% (até 5%) o TPC deve atender a classe de exatidão definida pela Norma ANSI. (39.1-90) item 5.2.2.1
- Variação da frequência de:



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

---

- Para enrolamento de medição mais ou menos 0,6 Hz.
- Para enrolamento de proteção mais ou menos 1,8 Hz.
- Variação da temperatura ambiente de -10 °C a + 40°C.
- Variação da carga de 0 (zero) ao valor nominal especificado acima e fator de potência 0,85 (indutivo).
- Carga total simultânea
  - Distribuição da carga simultânea: (\*)
- Enrolamento de proteção (VA)
- Enrolamento de medição (VA)
  - Classe de exatidão do TPC para uma variação de tensão primária de 110% a 150%:
- Enrolamento de proteção:
- Enrolamento de medição:
  - Classe de exatidão do TPC para uma variação da frequência de 56 a 69 Hz:
- Enrolamento de proteção:
- Enrolamento de medição:
- m) Fator nominal de tensão (Norma IEC public. 186): (\*)
  - 30 segundos:
  - Contínuo:
- n) Potência térmica nominal de cada enrolamento, a temperatura ambiente de 40°C: (\*)
  - Enrolamento primário (VA):
  - Enrolamento secundário proteção (VA):
  - Enrolamento secundário medição (VA):
- o) Elevação de temperatura acima da temperatura ambiente de 40 °C à potência térmica nominal e com fator nominal de tensão contínuo (C): (\*)
  - óleo
  - enrolamentos
  - ponto mais quente
- p) Capacitâncias nominais (60 Hz, 20° C): (\*)
  - C1 (pF):
  - C2 (pF):
  - Ctotal (pF):
  - Capacitância (se aplicável) (pF):
  - coluna superior
  - coluna intermediária (se aplicável)



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

---

- coluna inferior
- Precisão (mais ou menos %):
- Coeficiente de temperatura da capacitância (%/ C):
- Número dos elementos série-paralelo da coluna:
- C1:
- C2:
- Capacitância de cada elemento (pF):
- q) Corrente máxima de alta frequência do capacitor de acoplamento (A):(\*)
- r) Distância mínima de escoamento, fase-terra (cm):(\*)
- s) Dimensões aproximadas totais externas do TPC completo:
  - Comprimento (cm):
  - Largura (cm):
  - Altura (cm):
- t) Esforços para cálculo das fundações:
  - Massas aproximadas:
    - TPC sem óleo (kg):
    - Óleo (kg):
  - Esforços:(\*)
  - Esforço mecânico aplicado no topo do TPC (cantilever)(N):
  - Esforço mecânico aplicado no terminal de alta tensão no sentido vertical (N):
  - Esforço mecânico aplicado no terminal de alta tensão no sentido horizontal (N):
- u) Óleo tipo ou modelo/fabricante: (\*)
  - Coluna capacitiva:
  - Tanque:
- v) Fusíveis:

Corrente do secundário para um curto-circuito nos terminais secundários (I<sub>cc</sub>);máximo tempo permitido para a corrente de curto-circuito e as recomendações do Fabricante para os fusíveis (descrição do tipo):

  - I<sub>cc</sub> (A, rms):(\*)
  - Máximo tempo permissível (I<sub>cc</sub>)(s):(\*)
  - Impedância de curto circuito(medida pelo lado secundário) (ohms)
  - Recomendações do Fabricante para:(\*) (tipo de fusível/modelo)

Secundário 1 (Proteção)

  - relação de transformação 1(.....)
  - relação de transformação 2(.....)



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

---

### Secundário 2 (Medição)

- relação de transformação 1(.....)
- relação de transformação 2(.....)
- w) Resistência de aquecimento 220 Vac (W)(\*)
- x) Processos de pintura e/ou Galvanização (\*)
  - tanque
  - externa
  - interna
  - caixa(s) de terminais
  - topo da coluna capacitiva
  - anel anti-corona (se aplicável)
- y) Capacitância parasita total (pF):
- z) Fator de potência do isolamento (% à 20° C): (\*)
  - Coluna capacitiva .
  - coluna superior
  - intermediária (se aplicável)
  - coluna inferior
  - TPI
- aa) Resistência/Indutância dos enrolamentos a 20 °C:
  - Primário (ohm/mH)
  - Secundário 1(Proteção) (ohm/mH)
  - relação de transformação 1(.....)
  - relação de transformação 2(.....)
  - Secundário 2 (Medição) (ohm/mH)
  - relação de transformação 1(.....)
  - relação de transformação 2(.....)
  - Bobina de drenagem (ohm/mH)
- bb) Resistência do isolamento entre:(Mohm)
  - Primário e secundários
  - Primário e massa
  - Secundários e massa
- cc) Tensão nominal do TPI (kV,rms)
- dd) Interligação das colunas de porcelana através de flanges de metal (sim ou não)
- ee) Dispositivos de alívio de pressão (sim ou não)



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

---

- ff) Quantidade de colunas capacitivas por TPC
- gg) Frequência de ressonância do TPC ( NBR 8017): (\*)



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

---



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



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

ÍNDICE	PG.
<b>1 . OBJETO E OBJETIVO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Equipamentos, Materiais e Serviços Incluídos no Fornecimento.....</b>	<b>1</b>
1.1.1 Subestação E1 .....	1
1.1.2 Subestação E2.....	1
1.1.3 Subestação E3.....	1
1.1.4 Subestação E4.....	1
1.1.5 Subestação E5.....	1
1.1.6 Conectores Instalados nos Terminais de Alta Tensão .....	2
1.1.7 Embalagem e transporte .....	2
1.1.8 Documentação .....	2
1.1.9 Ensaios .....	2
<b>1.2 Equipamentos, Materiais e Serviços Excluídos do Fornecimento .....</b>	<b>2</b>
<b>2 . NORMAS E UNIDADES .....</b>	<b>2</b>
<b>3 . DOCUMENTOS PARA APROVAÇÃO .....</b>	<b>2</b>
3.1 Documentos a serem Apresentados.....	2
<b>4 . REQUISITOS TÉCNICOS.....</b>	<b>5</b>
4.1 Objetivo.....	5
4.2 Condições Ambientais.....	5
4.3 Materiais .....	5
4.4 QUALIDADE DE EXECUÇÃO .....	5
4.5 Intercambiabilidade.....	6
4.6 Fontes Auxiliares Disponíveis.....	6
4.7 Características Técnicas dos Seccionadores.....	6
4.8 Proteção Contra Corrosão.....	7
4.8.1 Geral.....	7
4.8.2 Proteção Através de Pintura.....	7
4.8.3 Proteção através de galvanização.....	8
4.8.4 Proteção Através de Galvanização e Pintura .....	8
4.8.5 Informações Complementares .....	9
4.8.6 Cor .....	9
4.8.7 Durabilidade .....	9
4.8.8 Tropicalização .....	9
4.9 Instruções para Embalagem e Transporte .....	9
4.9.1 Geral.....	9
4.9.2 Procedimentos para embalagem e transporte .....	9
4.10 Características Construtivas .....	10
4.10.1 Geral .....	10
4.10.2 Projeto Físico .....	10
4.10.3 Contatos Principais .....	11
4.10.4 Lâminas de Aterramento .....	11
4.10.5 Requisitos de Corona.....	11
4.10.6 Capacidade de Interrupção para Corrente de Intensidade Desprezível.....	12
4.10.7 Terminais de Alta Tensão e Conectores de Aterramento .....	12
4.10.8 Isoladores .....	12
4.10.9 Requisitos Dielétricos.....	12
4.10.10 Mecanismo de Operação .....	13





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

---

4.10.11 Motores e Controle.....	14
4.10.12 Armário do Mecanismo de Operação, controle e caixas terminais .....	15
4.10.13 Aterramento .....	16
4.10.14 Intertravamento .....	16
4.10.15 Contatos auxiliares.....	17
4.10.16 Falha no Suprimento da Alimentação em CA .....	17
4.10.17 Conexões de cobre com Alumínio.....	17
4.10.18 Componentes Mecânicos .....	17
<b>4.11 Placas de Identificação.....</b>	<b>18</b>
<b>5 . INSPEÇÃO E ENSAIOS .....</b>	<b>18</b>
5.1 Geral.....	18
5.2 Ensaios de Rotina .....	19
5.3 Ensaios de Tipo.....	19
5.4 Falha no Ensaio.....	20
<b>6 . INFORMAÇÕES TÉCNICAS .....</b>	<b>20</b>
6.1 Geral.....	20
6.2 Dados de Fabricação .....	20
6.3 Dados Gerais para Secionadores .....	20
6.4 Dados de Ensaios .....	21
6.5 Dados Técnicos e Características Garantidas .....	21



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

---

### 1 . OBJETO E OBJETIVO

O objeto deste relatório é o Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional e seu objetivo abrange a descrição geral do fornecimento, define seus limites e as responsabilidades a serem assumidas pelo CONTRATADO para fornecer os seccionadores abertura vertical, com lâminas e sem lâminas de terra, necessários para a implantação das subestações de 230 kV do Trecho V - Eixo Leste

O fornecimento inclui projeto, fabricação, inspeção, ensaios na fábrica, embalagem para transporte, transporte da fábrica até o canteiro de obras, supervisão de montagem, testes finais de campo e comissionamento dos seccionadores abertura vertical, com lâminas e sem lâminas de terra necessários para a implantação das subestações de 230 kV.

#### 1.1 Equipamentos, Materiais e Serviços Incluídos no Fornecimento

##### 1.1.1 Subestação E1

Conforme diagramas unifilares nº EN.B/V.DS.EL.0102.

1.1.1.1 Quatro (04) seccionadores tripolares, abertura vertical, sem lâminas de terra, motorizados, tensão nominal 242 kV, fornecido com todos os acessórios especificados;

1.1.1.2 Dois (02) seccionadores tripolares, abertura vertical, com lâminas de terra, motorizados, tensão nominal 242 kV, fornecido com todos os acessórios especificados;

##### 1.1.2 Subestação E2

Conforme diagramas unifilares nº EN.B/V.DS.EL.0202.

1.1.1.1 Quatro (04) seccionadores tripolares, abertura vertical, sem lâminas de terra, motorizados, tensão nominal 242 kV, fornecido com todos os acessórios especificados;

1.1.1.2 Dois (02) seccionadores tripolares, abertura vertical, com lâminas de terra, motorizados, tensão nominal 242 kV, fornecido com todos os acessórios especificados;

##### 1.1.3 Subestação E3

Conforme diagramas unifilares nº EN.B/V.DS.EL.0302.

1.1.3.1 Quatro (04) seccionadores tripolares, abertura vertical, sem lâminas de terra, motorizados, tensão nominal 242 kV, fornecido com todos os acessórios especificados;

1.1.3.2 Quatro (04) seccionadores tripolares, abertura vertical, sem lâminas de terra, motorizados, tensão nominal 242 kV, fornecido com todos os acessórios especificados;

1.1.3.3 Dois (02) seccionadores tripolares, abertura vertical, com lâminas de terra, motorizados, tensão nominal 242 kV, fornecido com todos os acessórios especificados;

##### 1.1.4 Subestação E4

Conforme diagramas unifilares nº EN.B/V.DS.EL.0402.

1.1.4.1 Quatro (04) seccionadores tripolares, abertura vertical, sem lâminas de terra, motorizados, tensão nominal 242 kV, fornecido com todos os acessórios especificados;

1.1.4.2 Dois (02) seccionadores tripolares, abertura vertical, com lâminas de terra, motorizados, tensão nominal 242 kV, fornecido com todos os acessórios especificados;

##### 1.1.5 Subestação E5

Conforme diagramas unifilares nº EN.B/V.DS.EL.0502.



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

---

1.1.5.1 Três (03) seccionadores tripolares, abertura vertical, sem lâminas de terra, motorizados, tensão nominal 242 kV, fornecido com todos os acessórios especificados;

1.1.5.2 Um (01) seccionador tripolar, abertura vertical, com lâminas de terra, motorizado, tensão nominal 242 kV, fornecido com todos os acessórios especificados;

### 1.1.6 Conectores Instalados nos Terminais de Alta Tensão

Deverão ser fornecidos instalados nos terminais de alta tensão dos seccionadores os conectores terminais.

### 1.1.7 Embalagem e transporte

O fornecimento inclui as embalagens e os serviços de transporte de todos os equipamentos, materiais e acessórios, a partir dos respectivos locais de origem, no Brasil ou no exterior, até o local da Obra.

### 1.1.8 Documentação

O fornecimento inclui o conjunto de desenhos, catálogos, manuais e demais documentos técnicos que caracterizam o fornecimento.

### 1.1.9 Ensaaios

O fornecimento inclui a execução, às custas do CONTRATADO, dos ensaios conforme especificado, em fábrica e/ou laboratório independente.

## 1.2 Equipamentos, Materiais e Serviços Excluídos do Fornecimento

- a) Serviços de obras civis.
- b) Estruturas metálicas de suporte para seccionadores.
- c) Cabo de aterramento dos seccionadores.

## 2 . NORMAS E UNIDADES

Exceto quando especificado de outra forma os equipamentos e seus componentes deverão ser projetados, fabricados e ensaiados de acordo com as Normas e Publicações aplicáveis das seguintes organizações:

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ANSI - American National Standards Institute
- IEC - International Electrotechnical Commission
- NEMA - National Electrical Manufacturers Association
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- AWS - American Welding Society

O proponente deverá indicar claramente em sua proposta por qual ou quais normas o equipamento será projetado, fabricado e ensaiado.

Todos os dados e dimensões deverão ser apresentados no Sistema Internacional de Unidades.

## 3 . DOCUMENTOS PARA APROVAÇÃO

### 3.1 Documentos a serem Apresentados



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

---

O CONTRATADO deverá enviar para aprovação os desenhos e outros documentos com dados técnicos aplicáveis a seu Fornecimento, incluindo mas não se limitando aos a seguir relacionados:

- a) Cronograma de Documentos - Uma lista completa de todos os desenhos, dados técnicos e documentos de projeto, por título e número, que o CONTRATADO irá fornecer, com as respectivas datas de entrega. Este cronograma deverá seguir padrão a ser definido pela CONTRATANTE, deverá ter espaço adequado para registrar o histórico de cada documento;
- b) Lista de Documentos - Documentos com número próprio, na qual deverão estar relacionados todos os Desenhos, Procedimentos e Ensaio, Relatórios de Ensaio e Manuais de Instruções, com os respectivos números e títulos;
- c) Cronograma de Fabricação e Fornecimento - Documento mostrando as diversas etapas de fabricação, incluindo o aprovisionamento e ensaios;
- d) Desenhos de Arranjo Geral - Desenhos de Conjunto, indicando a relação dos componentes, materiais e acessórios do equipamento principal, contendo todos os elementos necessários ao projeto da instalação, montagem e a manutenção, tais como, massas, dimensões, dados para fixação, alturas recomendadas, esforços limites, etc.
- e) Diagramas Elétricos - Desenhos contendo todos os dados relativos a parte elétrica do equipamento, tais como, esquemático das ligações internas e externas, esquemas de fiação, características dos componentes, etc.
- f) Relatórios de Ensaio - Documento contendo pelo menos a relação dos ensaios realizados, a quantidade e o número de série dos equipamentos ensaiados. O relatório propriamente dito, deverá fornecer além dos resultados todos os dados necessários para a análise, interpretação e avaliação de cada ensaio.
- g) Desenhos de Transporte - Desenhos indicando a massa, dimensões máximas externas, centro de gravidade, pontos de içamento, recomendações e cuidados especiais para cada peça isolada ou embalagem a ser utilizada durante o transporte.
- h) Manual de Controle e Garantia da Qualidade - O CONTRATADO deverá preparar e submeter à aprovação um Manual de Controle de Qualidade, que deverá cobrir todas as atividades que implicarão na qualidade final e desempenho do Fornecimento, conforme diretrizes da norma ISO 9001.

Este Manual consistirá basicamente de três partes:

- Plano de Inspeção durante a Fabricação;
- Plano de Inspeção durante a Montagem;
- Plano de Comissionamento;
- Cada uma das três partes conterá basicamente os itens abaixo, sem a isto se limitarem;
- Lista das etapas a serem controladas, fazendo referência aos Cronogramas de Fabricação, Montagem e Comissionamento;
- Lista das partes pertinentes das normas adotadas;
- Descrição de todos os métodos de controle para cada item citado na lista das etapas a serem controladas;
- Cópia de todos os protocolos a serem preenchidos. Tais protocolos serão específicos para este fornecimento;



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

---

- Lista de todos os instrumentos e aparelhos de medição necessários para cada etapa;
- Programa de ensaio, detalhando a sequência de atividades, interdependência entre elas e o tempo previsto para sua execução completa;
- Relatórios das inspeções executadas durante a fabricação, que serão incorporados ao Manual à medida que forem sendo emitidos. O CONTRATADO deverá emití-los até 15 (quinze) dias após a execução dos ensaios. Tais relatórios deverão incluir resultados dos ensaios, curvas, cálculos de verificação, fórmulas utilizadas na determinação dos resultados, fotos ilustrativas e análises objetivas, quando for o caso.
- i) Manual de Montagem, Manutenção e Operação - O CONTRATADO deverá preparar e submeter à aprovação um Manual de Montagem, Manutenção e Operação contendo todas as informações necessárias para a montagem, manutenção e operação do Fornecimento no campo. Este documento será considerado como único e final, válido para a montagem, manutenção e operação do Fornecimento.

O Manual de Montagem, Manutenção e Operação deverá incluir, mas não se limitar aos seguintes itens:

- Listagem e descrição detalhada de todas as atividades de montagem;
- Conjunto completo de desenhos específicos para montagem na Obra;
- Todos os desenhos que forem mencionados no manual deverão ser anexados a ele;
- Todos os protocolos de controle de montagem na Obra;
- Lista de todas as normas aplicáveis;
- Instruções de armazenagem a serem observadas na Obra;
- Todos e quaisquer requisitos a serem observados na Obra, que possam influir na futura qualidade de desempenho do equipamento;
- Indicação da quantidade estimada de força de trabalho durante a montagem na Obra e o número de supervisores de montagem recomendado pelo CONTRATADO;
- Frequência de inspeção dos diversos componentes do Fornecimento;
- Critérios a serem observados em cada inspeção, indicando todos os pontos a serem medidos, com os valores aceitáveis. Protocolos de inspeção pertinentes devem ser anexados;
- Detalhes e roteiro completo dos serviços de substituição dos componentes, incluindo esquemas e desenhos quando necessários;
- Período recomendado para a manutenção programada dos diversos componentes do Fornecimento;
- Cópias dos catálogos de todos os componentes fornecidos por Subfornecedores, incorporados ao Fornecimento;
- Coletânea de dados, medidas e ensaios mais importantes obtidos durante a montagem, extraídos do conjunto de protocolos de montagem e ensaios, com respectiva referência;
- Recomendações sobre tolerâncias de desgaste a fim de determinar épocas em que devem ser substituídos componentes, ou simplesmente sofrer manutenção;
- Lista de normas pertinentes.



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

---

- Descrição da filosofia de operação, modos de funcionamento e limites operativos;
  - Descrição sucinta do princípio de operação do equipamento principal e de todos seus sistemas periféricos e acessórios;
  - Instruções detalhadas de operação, descrevendo todas as etapas de funcionamento, cuidados e restrições operativas.
- j) *Data Book* - Caderno de ocorrências durante a fabricação, montagem e ensaios de cada equipamento, com todos os seus detalhes, principalmente relatórios de ensaios em fábrica e respectivos *data sheet*.

### 4 . REQUISITOS TÉCNICOS

#### 4.1 Objetivo

Estas Especificações Técnicas fixam os requisitos técnicos para o projeto, fabricação e ensaios dos equipamentos objeto desse fornecimento.

#### 4.2 Condições Ambientais

A subestação será construída em local, onde a altitude é inferior a 1.000 m em clima temperado. A temperatura média anual é de 24°C, sendo que as temperaturas mínima e máxima são 0°C e 40°C, respectivamente.

A umidade relativa do ar pode alcançar valores de até 90% durante certos períodos do ano. A velocidade máxima do vento é de 126 km/h a temperatura de 15°C.

A chuva não é bem distribuída durante o ano. A área de maior incidência pluviométrica registra uma média anual de 800mm.

#### 4.3 Materiais

Todos os materiais deverão ser da melhor qualidade técnica, isentos de defeitos e imperfeições, novos e de fabricação recente. Os materiais não especificamente descritos deverão ser os mais apropriados para os fins a que se destinam e deverão atender as últimas Especificações aplicáveis da *American Society for Testing and Materials* (ASTM) ou outras Normas equivalentes aprovadas.

Todos os materiais, peças e montagem das mesmas, a serem utilizados no fornecimento, salvo onde especificados em contrário, deverão ser ensaiados de conformidade com as exigências das Normas aplicáveis da ABNT, ANSI, IEC, NEMA ou ASTM, ou com o melhor e mais moderno método técnico aprovado para o tipo e classe específicos do serviço.

#### 4.4 QUALIDADE DE EXECUÇÃO

A execução deverá ser da mais alta qualidade e de acordo com a melhor e mais moderna prática de fabricação de equipamentos de alta qualidade, independentemente de quaisquer omissões das presentes Especificações Técnicas. Deverá haver o maior grau possível de intercambiabilidade entre as peças.

A usinagem das peças substituíveis deverá ser rigorosa e segundo as dimensões especificadas de modo que as substituições feitas de acordo com os desenhos possam ser prontamente efetuadas.



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

As peças a serem soldadas deverão ser cortadas rigorosamente no tamanho adequado, suas arestas aparadas, cortadas a maçarico ou usinadas, de modo a satisfazer o tipo de soldadura exigido e a permitir a penetração da solda.

As peças a serem soldadas deverão estar isentas de ferrugem, graxa ou outros materiais estranhos, a uma distância de 50 mm das arestas preparadas para a solda. Todas as soldas deverão ser executadas pelo método do arco elétrico, de acordo com a *Standard Qualification Procedure* da AWS, ou Norma equivalente aprovada, e todos os soldadores designados para o serviço deverão estar devidamente qualificados de acordo com a AWS ou Norma equivalente.

### 4.5 Intercambiabilidade

Todos os equipamentos de mesmo tipo e valores nominais deverão ser física e eletricamente intercambiáveis. Sempre que possível pequenas partes e dispositivos, deverão ser de projeto idêntico, assim como, mutuamente intercambiáveis e substituíveis.

### 4.6 Fontes Auxiliares Disponíveis

Estão disponíveis na subestação as seguintes tensões:

- a) 380 VCA, 60 Hz, sistema trifásico estrela aterrado sem neutro, com variação de tensão de 342 a 418 V, para acionamento de motores.
- b) 220 VCA, 60 Hz, monofásico, fase-terra, com variação de tensão de mais ou menos 10%, para alimentação de aquecimento e iluminação interna e, eventualmente, tomadas.
- c) 125 Vcc, não aterrado, com as seguintes variações de tensão:
  - circuitos de fechamento, controle e alarme 90 - 140 Vcc
  - circuitos de abertura 70 - 140 Vcc

### 4.7 Características Técnicas dos Seccionadores

- a) Tensões nominais:
  - Tensão nominal (fase-fase, kV-eficaz): 230
  - Tensão máxima de operação contínua suportável (kV-eficaz): 242
- b) Frequência nominal (Hz): 60
- c) Níveis de isolamento nominais:
  - Tensão suportável à frequência industrial, 1 (um) minuto a seco e sob chuva:
    - Fechada, para a terra (kV-eficaz): 395
    - Entre contatos abertos (kV-eficaz): 460
  - Tensão suportável de impulso atmosférico, a seco (1,2 x 50 microseg):
    - Fechada, para a terra (kV-crista): 950
    - Entre contatos abertos (kV-crista):
  - Tensão suportável a impulso atmosférico, aplicada em um terminal : 1050
  - Tensão suportável a frequência industrial, aplicada no terminal oposto: 140
  - Tensão suportável a frequência industrial dos circuitos auxiliares e de controle, 1(um) minuto (kV-eficaz): 2,5





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

---

d) Número de pólos :	3
e) Tensão mínima de início e extinção de corona visual (fase-terra, kV-eficaz):	>154
f) Tensão máxima de rádio interferência, a 154 kV-eficaz, fase-terra (microvolts):	
• Com contatos abertos:	1000
• Com contatos fechados:	350
g) Correntes nominais:	
• Corrente nominal (A-eficaz):	1.250
• Corrente suportável de curta duração:	
– Lâminas principais (kA-eficaz):	40
– Lâminas de aterramento (kA-eficaz):	40
• Corrente suportável de crista:	
– Lâminas principais (kA-crista):	100
– Lâminas de aterramento (kA-crista):	100
h) Duração admissível de curto-circuito (segundos):	1

### 4.8 Proteção Contra Corrosão

#### 4.8.1 Geral

Os equipamentos a serem fornecidos segundo estas especificações deverão receber um dos seguintes tratamentos:

- Pintura
- Galvanização
- Galvanização e Pintura

O CONTRATADO deverá estabelecer em sua proposta qual dos tratamentos especificados, será utilizado em cada parte metálica de seu equipamento.

#### 4.8.2 Proteção Através de Pintura

##### a) Preparo de Superfícies para Pintura

As superfícies de aço carbono, latão, bronze, alumínio, etc., deverão ser previamente limpas com solventes, afim de remover os resíduos de óleo e graxa, remanescentes do processo de fabricação.

Nas superfícies de aço carbono, proceder o jateamento abrasivo conforme Norma NBR 7348, para retirar toda a carepa de laminação, óxidos e impurezas estranhas, tais como: crostas, rebarbas e saliências. Resultando num grau de preparação de superfícies Sa 2 ½ conforme SIS 05 59 00 e num perfil de rugosidade médio de 50 micrometros.

##### b) Pintura

O preparo de superfície e aplicação da tinta de fundo, deve ocorrer dentro da mesma jornada de trabalho. Durante aplicação das tintas, a umidade relativa do ar não deverá ser superior a 80%. Em nenhuma hipótese poderá ser aplicada tinta sobre superfícies úmidas.

Deverão ser obedecidas todas as especificações técnicas de preparação e aplicação, recomendadas pelo fabricante das tintas utilizadas.





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

---

O valor da aderência do esquema de pintura deve ser classificado entre  $Y_o$ ,  $X_o$  e  $Y_1$ ,  $X_1$  conforme ABNT MB 985.

- Tinta de fundo

Descrição da tinta:

Tinta de fundo a base de epóxi-poliamida pigmentada com óxido de ferro.

Número de demãos: 1 (uma)

Espessura por demão: 100 micrômetros

Cor: Vermelho óxido

- Tinta de acabamento

Descrição da tinta:

Tinta de acabamento a base de resina poliuretano-alifático com propriedade de retenção de cor e brilho.

Número de demãos: 2 (duas)

Espessura por demão: 35 micrômetros

Cor: Cinza-claro Ref. Munsell N-6,5

### 4.8.3 Proteção através de galvanização

#### a) Preparo de superfície

As superfícies metálicas de aço carbono deverão seguir os mesmos processos descritos no item 4.8.2 desta Especificação Técnica.

#### b) Galvanização

Todos os parafusos, porcas, arruelas, contra-porcas e ferragens de montagem, fabricados de metais ferrosos, deverão ser zincados a quente de acordo com a norma ASTM-A-153, com exceção de arruelas de pressão, que deverão ser zincadas em banho eletrolítico.

Perfis, chapas, barras e fitas de aço forjado, deverão ser zincadas a quente, de acordo com a norma ASTM-A-123.

A zincagem das superfícies metálicas dos equipamentos somente deverá ser realizada após a conclusão dos tratamentos mecânicos de conformação e usinagem.

A espessura total da zincagem deverá ser de 70 micrômetros, distribuída uniformemente na superfície das chapas.

### 4.8.4 Proteção Através de Galvanização e Pintura

Quando a superfície a ser pintada é galvanizada ou de metais não ferrosos, deverá ser aplicado primer condicionador de aderência seguido do esquema de pintura descrito no item 4.8.2b desta Especificação Técnica.

Descrição:

Primer condicionador de aderência a base de resina epoxi-isocianeto alifático, pigmentado com óxido de ferro.

Número de demãos: 1 (uma)

Espessura por demão: 20 micrômetros



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

---

Cor: Vermelho Óxido

### 4.8.5 Informações Complementares

Todas as superfícies usinadas ou polidas, que pelo projeto não devam sofrer revestimento protetor (zincagem e/ou pintura) deverão ser rigorosamente limpas, revestidas com composto anti-oxidante facilmente removível e protegidas contra avaria até sua instalação.

As partes móveis, tais como dobradiças e outras, onde o revestimento protetor da superfície poderá descascar ou ser arranhado, deverão ser feitas em aço inoxidável ou materiais tais como: bronze, latão, alumínio, etc.

### 4.8.6 Cor

Os equipamentos para instalação externa quando pintados deverão ser, na cor cinza claro, notação *Munsell* N6.5.

### 4.8.7 Durabilidade

O esquema de pintura aplicado deverá resistir a um período de 10 (dez) anos.

### 4.8.8 Tropicalização

O equipamento a ser fornecido segundo estas Especificações deverá ser apropriado para o serviço e armazenagem com condições tropicais descritas na seção ET-4.2.

Um verniz especial resistente a umidade e a fungos, deverá ser aplicado nas partes sujeitas ou favoráveis à formação de meio de cultura de fungos, devido a presença ou deposição de substâncias nutrientes, isto inclui os seguintes materiais: linho, nitrato de celulose, celulose regenerada, madeira não tratada, juta, materiais plásticos (empregando algodão, linho e serragem, como incorporantes) couro, cortiça, papel, papelão, fibras orgânicas, feltros orgânicos e outros produtos de origem animal ou vegetal em geral.

O verniz não deverá ser aplicado em qualquer superfície ou peças onde o tratamento interferirá na operação ou desempenho do equipamento.

Os resistores de aquecimento deverão ser fornecidos em quantidades e potência para minimizar a condensação em todos os compartimentos (tensão de alimentação 220 VCA).

## 4.9 Instruções para Embalagem e Transporte

### 4.9.1 Geral

As embalagens deverão ser suficientes para proteger o conteúdo de danos durante o transporte do local de fabricação até depois da chegada ao local da obra, em condições que envolvam bastante movimentação, transbordo, trânsito por estradas não pavimentadas, armazenamento prolongado, exposição a umidade e a possibilidade de roubo. Essa embalagem deverá estar de acordo com os requisitos mínimos descritos abaixo sem a eles se limitar necessariamente. O Fornecedor deverá usar seu próprio critério quanto à adequação das exigências solicitadas, sendo o único responsável pela entrega do fornecimento em bom estado e ordem.

### 4.9.2 Procedimentos para embalagem e transporte

- a) As caixas, engradados e estrados deverão ser construídos de modo adequado as necessidades do embarque, e cintados com fita de aço, *nylon* ou similar. A madeira usada deverá ser de bitola adequada a carga, isenta de falhas e bem seca.
- b) equipamento pesado e/ou suas partes, quando não dispuserem de alças próprias para suspensão ou estas não forem utilizadas, deverão ser colocados e aparafusados sobre estrado devidamente reforçado para suportar e evitar empenos nas peças. Os



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

---

equipamentos para instalação ao tempo, poderão ser embalados em engradados ou caixas abertas.

- c) Todos os materiais de pequenas dimensões, suscetíveis de extravio, tais como: parafusos, pinos, arruelas, etc., e materiais sujeitos a serem dobrados, riscados ou de qualquer outra forma avariados serão simplesmente acondicionados em caixotes. Cada caixote deverá conter somente material de um único tipo e exibir na parte externa, marcação que identifique o tipo e quantidade do material ali contido.
- d) As porcas deverão vir atarraxadas nos respectivos parafusos.
- e) No caso de mercadorias suscetíveis a danos causados pela umidade, deverão ser usados revestimentos impermeáveis em forma de sacos ou invólucros selados com adesivo impermeável. Deverá ser providenciada proteção adequada mediante um absorvente de umidade como silica-gel, que não danifique os mecanismos. Estes procedimentos são obrigatórios e imprescindíveis no caso de haver transporte marítimo.
- f) Deverá ser dada proteção especial às peças frágeis que deverão ser embrulhadas em almofadas crepe-celulósicas ou em outro material de igual eficiência e colocadas entre palha de madeira ou isopor. Estes itens deverão ser embalados em caixotes de madeira, reforçados com precauções especiais contra o risco de quebra.

### 4.10 Características Construtivas

#### 4.10.1 Geral

Os seccionadores deverão ser tripolares, abertura no ar, instalação externa, montagem horizontal, com operação motorizada em grupo. As Especificações Técnicas são aplicáveis ao seguinte tipo construtivo de seccionador:

- a) seccionador de operação vertical constituído por três (03) colunas isolantes, sendo duas fixas, suportes dos contatos fixos e móveis e uma rotativa que aciona o contato móvel, tipo AV da Norma NBR-6935 (tipo A da ANSI C37.32). Nesta e demais seções desta especificação será designado por seccionador de abertura vertical;

Os seccionadores deverão ser fornecidos completos com bases de aço, um motor, intertravamentos elétrico e mecânico, conectores de terra e todos os outros acessórios necessários para operação adequada, incluindo os parafusos para montagem em estruturas de aço fornecidas por terceiros.

#### 4.10.2 Projeto Físico

- Cada base do seccionador deverá constituir-se de uma estrutura ou conjunto de aço estrutural, de resistência adequada, a fim de fornecer um suporte rígido. Cada base individual de polo do seccionador deverá ter dois ou quatro olhais de içamento nas extremidades opostas, equidistantes do centro de gravidade do polo completo do seccionador e de resistência suficiente, para suspender o pólo completo do seccionador. As bases de todos os seccionadores deverão ter parafusos de nivelamento, para ajuste das lâminas e dos contatos.
- O projeto dos seccionadores deverá fornecer um controle positivo da lâmina, em todas as posições, com esforço mecânico mínimo nos isoladores.
- Todos os seccionadores deverão ser projetadas de tal forma que as lâminas de aterramento, possam ser prontamente acrescentadas.



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

---

Todas as partes dos seccionadores deverão ser projetadas, para suportar esforços mecânicos, devido as correntes nominais suportáveis de crista e de curta duração, de magnitudes especificadas e velocidade do vento, simultaneamente, como especificado.

O projeto do seccionador não deverá resultar no indevido esforço das colunas de isoladores, a fim de assegurar a pressão adequada do contato na posição fechada.

### 4.10.3 Contatos Principais

Os contatos dos seccionadores deverão ser usinados e auto-alinháveis.

A pressão do contato deverá ser aumentada e liberada por um movimento longitudinal ou rotativo, ou ambos, da lâmina ou hastes. Outras maneiras podem ser consideradas, para o aumento e liberação da pressão do contato, nos contatos principais, desde que sejam fornecidas com a proposta suficientes informações do projeto, com finalidade de determinar sua aceitabilidade.

Os contatos deverão ser auto-alinháveis, porém, deverão ser de tal forma projetados, para que a ação da limpeza não cause arranhão ou abrasão nocivos a superfície do contato. A ação de limpeza deverá ser suficiente para remover qualquer camada de óxido, que venha a se formar. Os contatos deverão ser revestidos de prata.

Os contatos deverão ser projetados e fabricados de forma a transportarem a corrente nominal, em operação contínua, ao longo dos anos, sem sobre-aquecimento. A elevação máxima de temperatura dos contatos sobre 40 °C de temperatura ambiente, na corrente nominal, deverá ser 53 °C, de acordo com a Tabela 9 da Norma NBR 6935 JAN/1985.

O projeto dos contatos deverá ser tal que as forças magnéticas, durante as correntes nominais suportáveis de crista e de curta duração, não tendam a abrir o seccionador.

### 4.10.4 Lâminas de Aterramento

As lâminas de aterramento, deverão ter a mesma capacidade de corrente nominais suportáveis de crista e de curta duração que a lâminas principais.

As lâminas de aterramento deverão ter a mesma qualidade de material e acabamento que as lâminas principais. Os contatos da lâmina de aterramento deverão ser usinados com precisão e ser auto-alinháveis. Os contatos deverão ser auto-limpáveis para remover qualquer camada de óxido que venha a se formar, porém projetados de forma que a ação não causará arranhão ou abrasão nocivos a superfície do contato.

Os contatos deverão ser projetados de forma que as forças magnéticas durante as correntes suportáveis de crista e de curta duração não tendam a abrir a lâmina.

As lâminas de aterramento deverão ser operadas para aterrar os seccionadores na extremidade do clipe de contato, e deverão ser localizadas na posição que não diminua os espaçamentos ou obstrua as áreas de circulação adjacentes. As lâminas de aterramento devem operar em um plano paralelo definido pelo polo completo do seccionador.

Cada lâmina de aterramento do seccionador deverá ser provida de uma extensão para ligar a lâmina de aterramento à terra. A cordoalha de cobre ou cordoalhas deverão ter a mesma capacidade de correntes nominais suportáveis de crista e de curta duração, conforme especificado para a lâmina de aterramento. Uma das extremidades da cordoalha de cobre flexível deverá ser presa com segurança a lâmina de aterramento perto da articulação. A outra extremidade da cordoalha flexível ou cordoalhas deverá ser presa na base do seccionador.

### 4.10.5 Requisitos de Corona



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

---

Os contornos das partes metálicas deverão ser tais que eliminem as áreas de alta concentração do fluxo eletrostático. Todas as superfícies deverão ser lisas sem pontas de projeção ou irregularidades que possam causar corona.

### 4.10.6 Capacidade de Interrupção para Corrente de Intensidade Desprezível

Os contatos principais de todos os seccionadores deverão ser capazes de interromper a corrente de magnetização do transformador de força ou de um sistema de barras bastante extenso, ao qual podem estar ligados transformadores de instrumento, transformadores de potencial capacitivos e outros elementos, que contribuem para um acréscimo da corrente de intensidade desprezível.

O Proponente deverá incluir na sua proposta, a informação sobre a capacidade de interrupção da corrente de carga de seus seccionadores.

### 4.10.7 Terminais de Alta Tensão e Conectores de Aterramento

Cada seccionador deverá ser fornecido com terminais do tipo barra chata, com 4 furos, padrão NEMA, espessura de 16 a 20 mm, adequados para instalação de conectores de alumínio. Cada terminal deverá suportar esforços de 1000 N na vertical e 2000 N na horizontal.

Os seccionadores deverão ser fornecidos com conectores terminais retos, em liga de alumínio, barra chata quatro (04) furos NEMA e um cabo CAA 636 MCM, livres de corona para 230 kV.

A base de cada polo, de cada seccionador, deverá ser fornecida com dois conectores terminais de bronze, tipo grampo, próprios para cabos de cobre trançado de 50 a 120mm<sup>2</sup>, localizados em extremidade opostas e fixados a base do pólo com pelo menos dois parafusos.

### 4.10.8 Isoladores

As colunas de sustentação deverão ser fornecidas para todos os seccionadores. Cada coluna de sustentação deverá consistir de unidades, tipo isolador cilíndrico de núcleo sólido, (ANSI C29.9 1971), aparafusadas juntas para formar uma coluna. As unidades tipo isolador multicone de núcleo sólido são aceitáveis. Os isoladores deverão ser feitos por um Fabricante reconhecido, de primeira classe e suas possibilidades de intercâmbio deverão ser indicadas na proposta, fornecendo o tipo e o número do catálogo.

O cantilever não deverá ser inferior 6000 N em qualquer direção, a fim de resistir aos esforços mecânicos especificados

A distância mínima de escoamento é de 20 mm/kV nominal.

A cor da porcelana deverá ser marrom.

### 4.10.9 Requisitos Dielétricos

Os seccionadores montados deverão ser de tal forma projetados que a tensão suportável das partes vivas para a terra, com as lâminas principais na posição aberta ou fechada e as lâminas de aterramento totalmente abertas, não seja menor do que a tensão suportável a impulso atmosférico das colunas de isoladores especificada.

As partes energizadas expostas deverão ter espaçamentos conforme os requisitos das Normas ANSI-C2-, *National Electrical Safety Code*, baseada na tensão suportável de impulso atmosférico especificada.

O "gap" aberto entre a extremidade de uma lâmina de aterramento e a parte energizada mais próxima, durante qualquer porção do percurso da lâmina de aterramento, deverá ser tal que suporte a tensão suportável a frequência industrial, a seco e sob chuva conforme especificado.

O uso de "gaps" de proteção não é permitido.



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

---

### 4.10.10 Mecanismo de Operação

Cada seccionador deverá ser completo, tripolar, movimento simples, operação simultânea tripolar. Esta operação simultânea tripolar poderá ser obtida através de um mecanismo comum de operação, ou através de operação individual monopolar de comando único.

Cada seccionador deverá ser fornecido completo, com todas as engrenagens mancais, eixos de articulação, alavancas de operação, bases e acessórios para operação a motor e manual. O seccionador será montado sobre uma estrutura, a uma altura a ser definida nos desenhos de arranjo da subestação.

A haste de operação vertical deverá ser do tipo torsional. O Proponente deverá fornecer todos os suportes e guarnições para as engrenagens de redução, manivelas de operação e outras partes dos seccionadores necessários para a instalação completa dos seccionadores nas estruturas de suporte.

O mecanismo deverá ser de tal forma projetado que todas as hastes, eixos, tubos, articulações, conectores, alavancas de operação e acessórios sejam capazes de transmitir o torque ou esforço inerente à operação do seccionador sem falha, distorção apreciável ou perda de movimento a fim de assegurar operação positiva e confiável e para assegurar que todas as lâminas das três fases do seccionador estejam sob controle positivo e operem simultaneamente durante todo o ciclo de operação.

Cada seccionador deverá abrir ou fechar sem qualquer impacto ou vibração apreciável, deverá estar isento de qualquer solavanco ou movimentação não uniforme e não deverá ir de encontro aos limitadores de abertura e fechamento com uma força suficientemente grande para distorcer qualquer parte do mecanismo de operação. Os seccionadores deverão ser providos com um mecanismo adequado de compensação a fim de facilitar a abertura e o fechamento destes. O seccionador deverá ser projetado de forma que todo o contato e a capacidade de corrente estejam seguros de qualquer ponto dentro da tolerância máxima do deslocamento angular de quinze por cento (sete e meio por cento sobre deslocamento e sete e meio por cento sub-deslocamento) do mecanismo de operação.

Todas as hastes ou eixos entre pólos (fase-fase) deverão ter apenas os acoplamentos necessários, localizados nas extremidades. As hastes ou eixos verticais de operação deverão ser providos de guias adequadas de tubo e mancais presos as hastes de até 3 metros. Os acoplamentos tipo grampo, presos as hastes ou eixos de operação deverão ser equipados com parafusos de retenção auto-travantes ou possuir parafusos com porca a fim de evitar o deslizamento das peças.

Todos os pinos das articulações, contrapinos, parafusos de retenção auto-apertáveis, parafusos de porca e arruelas de pressão deverão ser de metal resistente a corrosão tais como o bronze-silício ou aço inoxidável. Todos os orifícios nas manivelas e articulações com pinos móveis deverão ser aparafusados a fim de assegurar uma adaptação precisa. As partes metálicas com espessura de até 6,5 mm poderão ser perfuradas e aparafusadas.

Os mancais localizados na base das colunas de isoladores rotativas deverão ser do tipo de cilindro. Os mancais base das colunas de isoladores rotativas deverão ser adequadamente protegidos do tempo a fim de evitar a entrada de poeira ou umidade. Todos os mancais deverão ser tais que, mantenham o devido alinhamento, assegurem fácil operação e sejam seguros contra corrosão ou mau funcionamento sob todas as condições de tempo e de operação. Todas as engrenagens deverão estar contidas em caixas à prova de tempo projetadas para conter o lubrificante para cobri-las. As partes que requeiram periódica lubrificação a graxa deverão ser providas de dispositivos que permitam o uso de engraxadeiras.





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

---

Todo o projeto deverá ser tal que, os esforços de cantilever ou de torção, impostos a quaisquer colunas de isoladores pela operação do seccionador, não excedam os limites conservativos de segurança das colunas.

Um dispositivo mecânico, indicando as posições "Aberto" e "Fechado" das lâminas do seccionador, deverá ser provido na extremidade mais baixa da haste vertical ou eixo de operação para as lâminas principais e de aterramento. O indicador deverá ser de metal, localizado onde possa ser facilmente visível do chão.

Todos os seccionadores deverão ser fornecidos com um mecanismo operado a motor e um manual, para operação das lâminas principais. Quando o seccionador tiver lâminas de aterramento, um mecanismo completo e independente de operação a motor e um operador manual, deverão ser fornecidos para estas lâminas de aterramento.

A operação manual das lâminas deverá ser realizada por meio de uma manivela ou volante de manobra, conectado a uma haste ou eixo vertical de operação, através do arranjo da caixa de engrenagem. O mecanismo de operação quando acionado a motor deverá ser projetado de forma que, durante a operação manual do seccionador, o motor ficará inoperante e deverá ser desacoplado eletricamente e mecanicamente, da haste ou eixo vertical de operação.

Os operadores manuais deverão requerer uma força de até 250 N, aplicada na extremidade da manivela ou volante de manobra de operação, para as lâminas principais e de aterramento para operação efetiva do seccionador sob condições normais de operação.

O armário de proteção da engrenagem do mecanismo de operação deverá ser feito de material resistente a corrosão. As engrenagens e os mancais, feitos de metal resistente a corrosão, deverão ser recobertos com graxa adequada tipo silicone a prova d'água, quando da montagem na Fábrica, ou deverão ser totalmente imersos em um lubrificante apropriado. As engrenagens e os mancais juntamente com o lubrificante deverão ser selados no armário, a fim de produzir um mecanismo que não requeira manutenção. A parte inferior do mecanismo, independente do tipo de lubrificante empregado, deverá ser fornecida com um orifício de drenagem e bujão.

Os limitadores de abertura e de fechamento, fornecidos no mecanismo, deverão ser ajustáveis e ser projetados de tal forma que não possam ser ultrapassados. Estes limitadores deverão ser elétricos e mecânicos. Os limitadores elétricos deverão ser independentes dos contatos auxiliares. Os limitadores mecânicos terão a função de bloquear a operação do motor na falha do limitador elétrico.

O sistema de acoplamento entre haste vertical e caixa de comando deverá ser tal que não exista a possibilidade de se efetuar o acoplamento entre eles quando se encontraram em posições opostas como, por exemplo, lâmina fechada e mecanismo operador na posição aberta.

### 4.10.11 Motores e Controle

Os motores deverão ser do tipo indução, 60 Hz, trifásicos e deverão operar corretamente com tensões entre os valores indicados no item FONTES AUXILIARES DISPONÍVEIS.

Cada circuito de alimentação do motor deverá ser equipado com um disjuntor tripolar, com disparador magnético, para proteção contra curto-circuitos.

Cada alimentador de motor deverá ser fornecido com relé de falta de tensão e proteção contra perda de fase e sobrecarga. O circuito de selo dos contadores do motor, deverá ser supervisionado pelo relé de sub-tensão de CA para evitar a partida automática do motor após uma perda de CA.



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

---

Uma chave seletora de controle deverá ser fornecida no armário do mecanismo de operação a fim de permitir a seleção entre a operação "Local" e "Remota". Quando a chave seletora estiver na posição "Local", todo o controle remoto do seccionador será totalmente bloqueado.

O mecanismo de operação de cada seccionador tripolar deverá ser fornecido com dois botões de pressão, montados no armário do mecanismo de operação, ligados ao circuito do controle e identificados com "Abrir" e "Fechar", para permitir abertura e fechamento elétrico do seccionador no local.

Um disjuntor bipolar, montado no armário do mecanismo de operação, deverá ser fornecido para proteger o circuito de controle do seccionador. Um contato da botoeira de fechamento deverá interromper o circuito da botoeira de abertura e vice-versa.

O CONTRATADO deverá prover um circuito de selo para os contatores do motor, de forma a permitir que os mesmos sejam acionados por contatos tipo momentâneo das chaves de comando (Remoto) e das botoeiras (Local).

### 4.10.12 Armário do Mecanismo de Operação, controle e caixas terminais

As caixas terminais e os armários de controle deverão ser feitos de aço, com espessura não inferior a 1,90 mm (nº 14 MSG).

As caixas terminais e os armários de controle deverão ser providos com uma porta removível, vedada com gaxeta, a prova de tempo e de poeira. Uma porta com articulações resistentes, adequadas, deverá ser prevista, caso sua massa seja acima de 5 kilogramas. Um ferrolho ou outro dispositivo adequado deverá ser fornecido para uso com cadeado.

O mecanismo de controle e os controles locais deverão ser abrigados em um armário, a prova de água, equipado com uma porta removível. A porta removível deverá ser provida de um ferrolho ou dispositivo adequado, a fim de permitir o fechamento com cadeado.

Todas as superfícies vedadas com gaxeta deverão ser lisas, exatas e reforçadas, onde necessário, a fim de minimizar a distorção e fornecer uma selagem segura.

Todas as caixas terminais e armários de controle deverão ser projetados, para a entrada de conduíte da parte inferior, através de conexões a prova de tempo e de poeira. As caixas e armários deverão ser projetadas com espaçamento adequado, a fim de evitar a interferência entre a entrada e a fiação da parte inferior e quaisquer blocos terminais ou acessórios, montados na caixa ou no armário.

As entradas de tubulações deverão ser furadas no fundo da caixa ou do armário pelo CONTRATADO, a fim de receber qualquer conduíte por ele fornecido. A entrada para quaisquer outros conduítes deverá ser furada no campo por terceiros. O fundo da caixa ou do armário, onde especificado e em todos os casos onde a furação não pode ser convenientemente feita no local, deverá ser provido com uma placa removível, vedada com gaxeta, que deverá ser furada no campo para receber os conduítes.

As caixas terminais e os armários deverão ser montados, para serem prontamente acessíveis do chão e deverão ser acessíveis com segurança, sem desenergizar qualquer equipamento de alta tensão.

Um espaço no fundo do armário, deverá ser providenciado para a entrada de no mínimo três conduítes de 2 polegadas e um conduíte de 1 1/2 polegada.

O armário de controle deverá ser equipado com aquecedores totalmente selados, para proteção contra umidade excessiva. Os aquecedores deverão ser operados em 220 V, corrente alternada, monofásica, mas deverão ter uma tensão nominal não inferior a 240 V. Cada aquecedor deverá ser provido de um termostato de controle e protegido por meio de um disjuntor termomagnético.





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

---

Os aquecedores deverão ser instalados de modo a não causarem risco aos equipamentos ou a fiação.

Todo equipamento do mecanismo de operação a motor deverá ser ligado a um bloco terminal tipo olhal e parafuso passante, pronto para conexão aos circuitos externos. O bloco terminal deverá ser fornecido com terminais sobressalentes, na quantidade de pelo menos 10% do número empregado, porém não inferior a 10 terminais sobressalentes.

A tensão de controle deverá ser de 125 Volts, corrente contínua. O circuito de controle deverá ser projetado para operação local ou remota, devendo uma chave "Local-Remoto" ser prevista no armário de controle do seccionador.

Um contador de operação deverá ser fornecido e montado de modo a ficar claramente visível por um operador de pé, ao nível do terreno e com a porta do armário de comando e controle fechada.

### 4.10.13 Aterramento

Um conector tipo grampo ou tipo compressão, adequado para um condutor de cobre trançado 50 mm<sup>2</sup> a 120 mm<sup>2</sup>, completo, com um condutor flexível de cobre não inferior a 50 mm<sup>2</sup>, de comprimento suficiente, deverá ser fornecido, ligado à extremidade inferior da haste ou eixo vertical de operação, próximo da manivela de operação manual, para aterramento do mecanismo de operação à malha de terra.

A capacidade de condução de corrente dos condutores flexíveis de cobre não deverá ser inferior do que aquela relativa a 50 mm<sup>2</sup> de cabo de cobre nú. Uma virola, com um orifício de um centímetro de diâmetro, deverá ser fornecida na extremidade livre do condutor flexível, para permitir anexação à base do seccionador. Todos os acessórios necessários para isto deverão ser fornecidos.

### 4.10.14 Intertravamento

O mecanismo de operação, de todos os seccionadores com lâminas de aterramento deverá incluir um arranjo de intertravamento mecânico para evitar o fechamento simultâneo das lâminas principal e de aterramento. Para se assegurar um intertravamento positivo, o mecanismo deverá ser estruturalmente adequado, quando montado na estrutura proposta, a fim de resistir a força máxima que pode ser aplicada a ele pelo mecanismo de operação especificado, sendo este uma manivela de operação diretamente conectada, engrenagem atuada a manivela ou motor. A posição do intertravamento mecânico deverá ser tal que, a conexão entre o intertravamento mecânico e os eixos verticais de operação das lâminas principal e de aterramento, sejam adjacentes a guias ou mancais dos eixos verticais de operação. Os eixos mecânicos de intertravamento deverão ser fornecidos com guias ou mancais adequados.

O CONTRATADO deverá fornecer um relé de intertravamento, a ser alimentado por um circuito CC independente do circuito de comando do seccionador, e que será energizado por contatos externos de intertravamento. Este relé só deverá permitir comando elétrico (Local e Remoto) do seccionador quando estiver energizado. O Fabricante deverá projetar o circuito de maneira tal que, uma vez iniciada a operação do seccionador, o circuito de intertravamento se torne inefetivo, garantindo desta forma a completa operação de abertura ou de fechamento do seccionador, independente das condições de intertravamento. O consumo máximo em regime contínuo deste relé de intertravamento não deverá ser superior a 20 W em 125 VCC.

Para a operação manual do seccionador, o Fabricante deverá prever uma trava mecânica comandada por um solenóide *magnetic bolt*, que deverá ser acionado por um comando que garanta sua energização somente durante a operação do seccionador, e supervisionado pelo relé de intertravamento referido anteriormente, obedecendo as mesmas condições de



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

---

intertravamento. O solenóide será alimentado pelo mesmo circuito CC que alimenta o relé de intertravamento, e deverá ser dimensionado para ser capaz de permanecer continuamente energizado. O consumo máximo contínuo para este solenóide não deverá ser superior a 250 W em 125 VCC. Durante todo o tempo de operação manual do seccionador, os comandos elétricos (Local e Remoto) deverão ser bloqueados.

Um sistema de proteção adequado deverá ser previsto para o caso de inversão de fases ou falhas dos contatos de fim de curso, de forma a não permitir danos ao motor ou ao próprio seccionador (ex: sistema de embreagem).

Os intertravamentos tipo chave Kirk não são aceitáveis.

### 4.10.15 Contatos auxiliares

Cada seccionador deverá ser equipado com uma chave auxiliar com 12 contatos, independentes e reversíveis monopolares, para os intertravamentos externos e indicações. Cada seccionador deverá ser montado na fábrica com 6 contatos normalmente abertos e 6 contatos normalmente fechados.

Os contatos auxiliares deverão ser ajustáveis no campo para regulação com as lâminas principais (atuação antecipada) e deverão ser completos, com todos os links de ligação e acessórios.

Os contatos auxiliares dos seccionadores deverão ser isolados, monopolares, 600 Vca e 250 Vcc, com uma capacidade contínua de condução de 20 A e com valores nominais de interrupção de 20 A em 240 V, 20 A não indutivos em 125 Vcc e 1,5 A indutivos em 125 Vcc.

Os contatos auxiliares deverão ser instalados no armário do mecanismo de operação do motor ou em um armário separado, a prova de tempo, com quatro entradas de conduites de 01 1/2 polegada no fundo do armário. Quando os contatos auxiliares estão contidos em um armário separado, o armário deverá ser montado de forma que o ajuste e a manutenção das chaves auxiliares possam ser feitos diretamente do chão.

A parte móvel dos contatos auxiliares deverá ser presa ao eixo principal de operação por soldagem, pinagem ou outros meios positivos, a fim de evitar o deslizamento acidental e consequentemente mau ajuste dos contatos auxiliares. O ajuste de regulação do contato deverá ser realizado mudando-se a posição dos contatos estacionários. Nenhum outro projeto será aceito.

Todos os contatos auxiliares do seccionador deverão ser ligados por fio ao bloco terminal para ligação aos circuitos externos.

### 4.10.16 Falha no Suprimento da Alimentação em CA

O controle deverá ser projetado de forma que, quando a alimentação retorna, depois de uma perda de suprimento de CA, as lâminas do seccionador deverão permanecer na posição mantida anteriormente à perda no suprimento da alimentação até ser dado um novo comando.

### 4.10.17 Conexões de cobre com Alumínio

Onde forem necessárias conexões de cobre com alumínio, estas deverão ser devidamente projetadas, para assegurar que qualquer deterioração da conexão, seja mantida a um mínimo e restrita a porções que não conduzam corrente ou estejam sob esforços mecânicos.

### 4.10.18 Componentes Mecânicos

Os parafusos de porca, porcas, arruelas e pinos usados na montagem das partes não ferrosas deverão ser de bronze-silício, de acordo com a Norma ASTM-B-98-76.



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

---

As molas de compensação e de pressão de contato, que estão expostos ao tempo, deverão ser de metal resistente a corrosão, tais como bronze-silício ou aço inoxidável.

### 4.11 Placas de Identificação

Placas de Identificação de aço inoxidável, bronze fundido ou latão não sujeito à corrosão deverão ser instaladas em todos os equipamentos. Elas deverão ser gravadas ou cunhadas em Português e deverão conter todas as informações aplicáveis, abaixo especificadas, juntamente com qualquer outra informação relevante que possa ser necessária.

Cada seccionador deverá estar equipado com placas de identificação, contendo as seguintes informações:

- a) Nome ou marca registrada do Fabricante.
- b) Tipo e número de modelo do Fabricante.
- c) Número de série do Fabricante.
- d) Ano de fabricação.
- e) Número de identificação do livro de instrução.
- f) Tensão nominal.
- g) Tensão máxima.
- h) Frequência nominal.
- i) Tensão suportável a impulso atmosférico.
- j) Tensão suportável a frequência industrial.
- k) Corrente nominal.
- l) Corrente nominal suportável de crista.
- m) Corrente nominal suportável de curta duração (3 segundos).
- n) Duração nominal do curto-circuito.
- o) Carga mecânica no terminal.
- p) Massa por pólo ou massa total.
- q) Tensão do circuito de controle.
- r) Tensão de alimentação do motor.

## 5 . INSPEÇÃO E ENSAIOS

### 5.1 Geral

Os seccionadores deverão ser submetidos aos ensaios de rotina e de tipo relacionados nesta Especificação Técnica.

Os dados de ensaios de equipamentos de diferentes valores nominais, porém comparáveis àqueles propostos, poderão ser aceitos se, tais dados comprovarem que os equipamentos propostos estão em conformidade com os requisitos da especificação.

Todos os ensaios deverão ser realizados de acordo com a revisão mais recente da Publicação NBR 6935/1985 exceto quando especificado em contrário.



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

---

Todos os equipamentos a serem fornecidos deverão estar de acordo com todos os requisitos de ensaios e valores especificados, comprovados pelos relatórios, certificados de ensaios de tipo, referentes a ensaios atuais realizados em equipamentos de mesmo projeto, características nominais, material e tecnologia. Caso contrário o CONTRATADO deverá realizar os ensaios faltantes sem custo adicional.

Os dados de ensaio deverão ser completos e acompanhados da indicação dos desenhos que possam servir de referência aos mesmos e das datas de execução dos ensaios correspondentes.

### 5.2 Ensaios de Rotina

Os seguintes ensaios de rotina deverão ser realizados nos seccionadores:

- a) Ensaio de tensão suportável a frequência industrial, a seco, no circuito principal.
- b) Ensaio de tensão aplicada nos circuitos auxiliares e de controle.
- c) Medição da resistência do circuito principal.
- d) Ensaio de operação mecânica.

Após a montagem do seccionador, deverá ser medido o tempo de ajuste efetuado por 1 (um) técnico especializado, o qual não deverá ser superior a 5 (cinco) horas. O tempo e outros detalhes específicos do ajuste deverão constar no relatório de inspeção.

Os ensaios de tensão aplicada nos circuitos auxiliares e de controle e medição da resistência do circuito principal deverão ser realizados em todas as unidades, enquanto que os ensaios de tensão suportável a frequência industrial a seco, no circuito principal e operação mecânica, deverão ser executados por amostragem, na razão do número inteiro superior ou igual a raiz cúbica do número de peças a ser fornecida em cada lote. Nos ensaios a serem realizados por amostragem, os seccionadores deverão ser totalmente montados, inclusive com seus acessórios.

### 5.3 Ensaios de Tipo

Um seccionador de cada tipo, completamente montado, inclusive com seus acessórios, deverá ser submetido aos seguintes ensaios:

- a) Ensaios dielétricos.
  - Ensaio de tensão suportável a impulso atmosférico.
  - Ensaio de tensão suportável a frequência industrial, a seco, e sob chuva durante 1 (um) minuto.
- b) Ensaio de elevação de temperatura.
- c) Ensaio de corrente suportável nominal de curta duração e do valor de crista da corrente suportável.
- d) Ensaio de resistência mecânica e operação.
- e) Ensaio de tensão de rádio interferência.

O ensaio de tensão de rádio interferência deverá ser realizado de acordo com a Norma NEMA Publicação 107.

- f) Ensaio de corona visual.



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

---

No ensaio de corona visual, a tensão na qual o corona inicia e se extingue, deverá ser determinada e observações do corona na tensão especificada (110% da tensão máxima do sistema, fase-terra) deverão ser feitas.

A sala de ensaio deverá permanecer escura por 5 (cinco) minutos, antes do início dos ensaios, de maneira a acostumar os observadores a escuridão.

Os ensaios deverão ser realizados com o seccionador em qualquer posição, que o Inspetor requeira, porém pelo menos em ambas as posições, fechada e totalmente aberta e com o seccionador montado de forma que as observações visuais possam ser feitas de todos os ângulos.

A tensão aplicada ao objeto de ensaio deverá ser aumentada continuamente, de modo a estabelecer a tensão na qual descargas visíveis aparecem notadamente no objeto de ensaio (tensão início de corona).

Após a energização do objeto de ensaio nesse valor, durante 1 (um) minuto, a tensão aplicada deverá ser diminuída lentamente até que todas as descargas desapareçam (tensão de extinção de corona).

Três ensaios sucessivos deverão ser efetuados de acordo com este método e deverão ser determinados os valores de extinção de corona.

Observações visuais deverão ser feitas e fotografias deverão ser tiradas a tensão especificada.

No relatório de ensaio deverão ser indicados o tipo de máquina fotográfica utilizada, a exposição e a sensibilidade do filme.

### 5.4 Falha no Ensaio

Se o equipamento não passar em determinado ensaio, o mesmo deverá ser reparado, com as partes defeituosas substituídas ou reprojetadas.

## 6 . INFORMAÇÕES TÉCNICAS

### 6.1 Geral

Juntamente com sua proposta o CONTRATADO deverá apresentar todas as informações abaixo relacionadas. Desenhos e dados deverão apresentar-se suficientemente claros e detalhados para possibilitarem uma avaliação completa e efetiva de como foram atendidas as disposições da presente especificação.

### 6.2 Dados de Fabricação

Tipo e designação do Fabricante.

Relação de Normas que o CONTRATADO pretende utilizar na fabricação.

Histórico de serviços dos equipamentos com características iguais ou comparáveis aquelas dos equipamentos que estão sendo oferecidos, que o CONTRATADO tenha anteriormente fabricado incluindo descrição, valores nominais, nomes de compradores, locais de instalação, ano de fabricação e datas de energização.

### 6.3 Dados Gerais para Seccionadores

Descrição dos processos de montagem e uma estimativa do tempo, necessário para montagem do seccionador.



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

---

Desenhos de dimensões, pesos, fotografias e dados de catálogo do equipamento proposto, e de todos os componentes de seu fornecimento ou de terceiros.

Desenho típico de montagem mostrando a instalação.

Detalhes de construção do seguinte:

- a) Braço de contato.
- b) Lâmina de aterramento.
- c) Capacidade de condução de corrente dos contatos móveis e rotativos.
- d) Mecanismo para ajuste da velocidade dos movimentos de abertura e fechamento e faixa de ajuste, caso haja algum.
- e) Detalhes dos terminais da chave e dos conectores dos condutores.
- f) Conexões entre pólos.
- g) Mecanismo de operação (descrição completa) incluindo o mecanismo das lâminas de aterramento, intertravamento mecânico e elétrico, motores e controles.
- h) Contatos auxiliares das lâminas principais e de aterramento (quantidade e possibilidade de ajuste no campo).
- i) Molas de contato (quantidades para cada tipo).

Descrição detalhada da permissão para operar o intertravamento.

Detalhes de montagem do armário.

As seguintes informações deverão ser fornecidas para os isoladores:

- a) Fabricante e tipo.
- b) Descrição, dimensões e pesos das unidades de isolamento e das colunas.

### 6.4 Dados de Ensaios

Relatórios completos de ensaios certificados de tipo realizados em equipamentos idênticos ao equipamento proposto.

Relação e descrição dos ensaios de controle de qualidade dos materiais, acessórios e fabricação destes equipamentos e breve descrição dos métodos organizacionais de Controle de qualidade.

Detalhes dos procedimentos, roteiros de ensaios que serão usados para ensaiar a performance do equipamento de acordo com as Normas padrões, bem como a descrição do local de realização dos mesmos.

### 6.5 Dados Técnicos e Características Garantidas

O CONTRATADO deverá garantir, que as características de cada seccionador, abaixo relacionados, serão equivalentes ou superiores as marcadas com asterisco.

Todas as informações aqui solicitadas deverão ser fornecidas pelo CONTRATADO, para todos os equipamentos ofertados.

- a) Tensões nominais: (\*)
  - Tensão nominal (fase-fase, kV-eficaz):



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

---

- Tensão máxima operação contínua (fase-fase, kV-eficaz:
- b) Níveis de isolamento: (\*)
  - Tensão suportável nominal a frequência industrial, 01 (um) minuto a seco e sob chuva:  
Fechada, para a terra (kV-eficaz):  
Entre contatos abertos (kV-eficaz):
  - Tensão suportável nominal de impulso atmosférico, a seco (1,2 x 50 microseg):  
Fechada, para a terra (kV-crista):  
Entre contatos abertos (kV-crista):
  - Tensão de descarga disruptiva a 50% (U50%) para impulso atmosférico  
Fechada, para a terra (kV-crista):  
Entre contatos abertos (kV-crista):
- c) Frequência nominal (Hz): (\*)
  - Tensão suportável à frequência industrial dos circuitos auxiliares e de controle, (um) minuto (kV-eficaz):
- d) Número de polos:
- e) Correntes nominais: (\*)
  - Corrente nominal (A-eficaz):
  - Corrente suportável de curta duração, lâminas principais (kA-eficaz):
  - Corrente suportável de crista, lâminas principais (kA-crista):
  - Corrente suportável de curta duração, lâminas de aterramento (kA-eficaz):
  - Corrente suportável de crista, lâminas de aterramento (kA-crista):
- f) Duração admissível de curto-circuito (segundos):
- g) Tensão máxima de rádio interferência, a 154 kV-eficaz, fase-terra (microvolt):
- h) Tensão mínima de início e extinção de corona visual, (fase-terra, kV-eficaz): (\*)
- i) Tempo de fechamento (segundos): (\*)
  - lâminas principais:
  - lâminas de aterramento:
- j) Tempo de abertura, (segundos): (\*)
  - lâminas principais:
  - lâminas de aterramento:
- k) Valores nominais e características do motor (das lâminas principais, quando fornecido):
  - Número de fases:
  - Tensão nominal a 60 Hz (V):
  - Potência nominal (kW):





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

---

- l) Potência e tensão nominais requeridas pelos elementos de aquecimento (W,V):
- m) Diagramas típicos de controle.
- n) Requisitos de controle de potência (W):
- o) Aumento da temperatura do contato, acima da temperatura ambiente de 40 °C a corrente nominal normal (°C): (\*)
- p) Espaçamentos elétricos mínimos:
  - Fase-fase (linha central) (mm):
  - Fase-terra (metal a metal) (mm):
  - Contatos abertos, lâminas principais (mm):
  - Entre as partes vivas na posição aberta (mm):
  - Contatos abertos, lâminas de aterramento (mm):
  - Capacidade de interrupção da corrente de carga: (\*)
- q) Máximo em  $U_n$  correspondendo a (p Farads) (A):
  - Máximo em  $U_{max}$ . correspondendo a (p Farads) (A):
- r) Corrente e tensão nominais dos contatos auxiliares das lâminas principais e de aterramento (A,V):
- s) Massa de um mecanismo completo de operação (kg):
- t) Massa de um pólo completo (kg):
- u) Forças e torques transmitidos à estrutura de suporte durante a operação do seccionador (N, N. m):
- v) Para as colunas de isoladores:
  - Tensão suportável a impulso atmosférico a seco (1,2 x 50 microseg) (kV-crista): (\*)
  - Tensão de descarga disruptiva a 50% ( $U_{50\%}$ ) para impulso atmosférico:  
Fechada, para a terra (kV-crista):  
Entre contatos abertos (kV-crista):
  - Tensão suportável a frequência industrial, 01(um) minuto a seco (kV-eficaz): (\*)
  - Tensão mínima de ensaio de rádio interferência (fase-fase, kV-eficaz): (\*)
  - Tensão máxima de rádio interferência a 154 kV eficaz, fase-terra (microvolt): (\*)
  - Esforço mínimo a Cantilever (carga mecânica a flexão) (N): (\*)
  - Esforço mínimo a torção (carga mecânica a torção) (N.m): (\*)
  - Esforço mínimo à compressão (N): (\*)
  - Circunferência dos parafusos da unidade, parte de cima (mm):
  - Circunferência dos parafusos da unidade, parte de baixo (mm):
  - Distância mínima de escoamento (mm): (\*)
  - Distância de arco, a seco (mm):





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

---

- Cor da porcelana:
  - Tipo e designação da coluna isolante:
  - Fabricante
- w) Tipo e designação do seccionador.



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

---



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



ÍNDICE	PG
<b>1. OBJETO E OBJETIVO</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Equipamentos, Materiais e Serviços Incluídos no Fornecimento</b>	<b>1</b>
1.1.1 Subestação E1	1
1.1.2 Subestação E2	1
1.1.3 Subestação E3	1
1.1.4 Subestação E4	1
1.1.5 Subestação E5	1
1.1.6 Ferramentas e dispositivos especiais, necessários para montagem, ensaios e manutenção.	1
1.1.7 Peças sobressalentes.	1
<b>1.2 Equipamentos, Materiais e Serviços Excluídos do Fornecimento</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Limites do Fornecimento</b>	<b>2</b>
1.3.1 Interface com a Linha de Transmissão em 230 kV	2
1.3.2 Interface com a Linha de Transmissão em 6,9 kV	3
1.3.3 Interligação com os Serviços Auxiliares e Sistemas de Controle e Proteção da Estação de Bombeamento	3
1.3.4 Interligação com o Sistema de Aterramento	3
<b>1.4 Documentação</b>	<b>3</b>
<b>1.5 Cooperação do Contratado com Terceiros</b>	<b>5</b>
<b>2. NORMAS TÉCNICAS</b>	<b>6</b>
2.1 Objetivo	6
2.2 Normas	6
<b>3. REQUISITOS TÉCNICOS</b>	<b>6</b>
3.1 Objetivo	6
3.2 Condições de Serviço	6
3.2.1 Condições Ambientais	6
3.2.2 Características dos Equipamentos a serem Interligados	7
3.2.3 Cubículo 6,9 kV	7
3.2.4 Sistema de Transmissão	7
3.3 Características Técnicas	7
3.3.1 Valores Nominais	7
3.3.2 Elevação de Temperatura	8
3.3.3 Capacidade de Suportar Curto-circuito	9
3.3.4 Nível de Ruído Audível	9
3.3.5 Ligação dos Enrolamentos	9
3.3.6 Impedância de Curto-circuito	9
3.3.7 Tipo de Isolamento	9
3.3.8 Método de Resfriamento	9
3.3.9 Corrente de Excitação	9
3.3.10 Intercambiabilidade	10
3.3.11 Potência de Curto-circuito Trifásico	10
3.4 Recursos da Casa de Força	10
3.4.1 Fontes de Tensão Auxiliar	10
3.5 Movimentação	10
3.5.1 Meios para Movimentação	10
3.5.2 Carga e Descarga na Obra	10
3.5.3 Tratamento de Óleo e Enchimento	10
3.6 Características Construtivas	11



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

3.6.1 Tanque e Tampa .....	11
3.6.2 Núcleo .....	12
3.6.3 Enrolamentos .....	12
3.6.4 Buchas .....	12
3.6.5 Transformadores de Corrente Tipo Bucha .....	13
3.6.6 Conservador de Óleo .....	13
3.6.7 Sistema de Resfriamento .....	14
3.6.8 Comutador de Derivações sem Tensão .....	15
3.6.9 Quadro de Controle .....	15
3.6.10 Fiação e Régua Terminais .....	16
3.6.11 Válvulas .....	16
3.6.12 Óleo Isolante .....	17
3.6.13 Dispositivos de Proteção e Indicação dos Transformadores .....	17
3.6.14 Cores e Esquemas de Pinturas .....	18
3.6.15 Barra de Aterramento da Bucha de Neutro .....	18
3.6.16 Placas de Identificação .....	19
<b>3.7 Transporte e Embalagem .....</b>	<b>20</b>
3.7.1 Geral .....	20
3.7.2 Facilidades para Içamento .....	20
3.7.3 Equipamentos, Acessórios, Sobressalentes e Materiais .....	21
<b>4. PEÇAS SOBRESSALENTES E DISPOSITIVOS ESPECIAIS .....</b>	<b>22</b>
4.1 Objetivo .....	22
4.2 Requisitos Gerais para Peças Sobressalentes .....	22
4.3 Peças Sobressalentes para os Transformadores .....	23
4.4 Requisitos Gerais para Dispositivos Especiais .....	23
<b>5. INSTALAÇÃO E MONTAGEM .....</b>	<b>23</b>
5.1 Objetivo .....	23
5.2 Geral .....	23
5.3 Escopo dos Serviços de Supervisão de Montagem .....	24
<b>6. ENSAIOS .....</b>	<b>24</b>
6.1 Objetivo .....	24
6.2 Geral .....	24
6.3 Controle de Qualidade .....	25
6.3.1 Acompanhamento de Fabricação .....	25
6.4 Ensaios de Componentes .....	25
6.4.1 Buchas .....	25
6.4.2 Transformadores de corrente tipo bucha .....	26
6.4.3 Comutador de Derivações sem Tensão .....	26
6.4.4 Equipamento de Resfriamento .....	26
6.4.5 Quadro de Controle, Quadro de Terminais e Fiação .....	26
6.4.6 Dispositivos de Supervisão e Proteção .....	26
6.4.7 Motores Elétricos .....	27
6.4.8 Ensaios no óleo Isolante .....	27
6.5 Ensaios de Rotina .....	27
6.5.1 Ensaios Especiais .....	27
6.5.2 Relatórios de Ensaios .....	27
6.5.3 Falhas em Ensaios .....	27
<b>7. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E INFORMAÇÕES DE PROPOSTA .....</b>	<b>28</b>
7.1 Características Garantidas .....	28



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

---

7.1.1 Geral .....	28
7.1.2 Transformadores Abaixadores .....	28
7.1.3 Buchas de Tensão Inferior .....	30
7.1.4 Buchas de Tensão Superior .....	30
7.1.5 Bucha de Neutro .....	31
7.1.6 Transformador de Corrente tipo Bucha .....	31
7.1.7 Sistema de Resfriamento .....	31
7.1.8 Garantias de desempenho para o fornecimento e penalizações .....	31
7.1.9 Garantias .....	31
<b>7.2 Dados Técnicos.....</b>	<b>31</b>
7.2.1 Geral .....	31
7.2.2 Transformadores Abaixadores .....	32
7.2.3 Buchas de Tensão Superior .....	33
7.2.4 Buchas de Tensão Inferior .....	33
7.2.5 Bucha de Neutro .....	33
7.2.6 Transformador de Corrente tipo Bucha .....	33
7.2.7 Sistema de Resfriamento .....	33
<b>7.3 Cronogramas.....</b>	<b>34</b>



### 1. OBJETO E OBJETIVO

O objeto deste relatório é o Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional e seu objetivo abrange a descrição geral do fornecimento, define seus limites e as responsabilidades a serem assumidas pelo CONTRATADO para fornecer os transformadores abaixadores, necessários para a implantação das subestações de 230 kV do Trecho V - Eixo Leste

O fornecimento inclui projeto, fabricação, inspeção, ensaios na fábrica, embalagem para transporte, transporte da fábrica até o canteiro de obras, supervisão de montagem, testes finais de campo e comissionamento dos transformadores abaixadores necessários para a implantação das subestações de 230 kV.

#### 1.1 Equipamentos, Materiais e Serviços Incluídos no Fornecimento

##### 1.1.1 Subestação E1

Conforme diagramas unifilares nº EN.B/V.DS.EL.0102.

1.1.1.1 Dois (02) transformadores abaixadores de 18/23MVA, trifásicos, de dois enrolamentos e imersos em óleo isolante, fornecido com todos os acessórios, peças sobressalentes, ferramentas e dispositivos especiais especificados.

##### 1.1.2 Subestação E2

Conforme diagramas unifilares nº EN.B/V.DS.EL.0202.

1.1.2.1 Dois (02) transformadores abaixadores de 12/16 MVA, trifásicos, de dois enrolamentos e imersos em óleo isolante, fornecido com todos os acessórios, peças sobressalentes, ferramentas e dispositivos especiais especificados.

##### 1.1.3 Subestação E3

Conforme diagramas unifilares nº EN.B/V.DS.EL.0302.

1.1.3.1 Dois (02) transformadores abaixadores de 18/23MVA, trifásicos, de dois enrolamentos e imersos em óleo isolante, fornecido com todos os acessórios, peças sobressalentes, ferramentas e dispositivos especiais especificados.

##### 1.1.4 Subestação E4

Conforme diagramas unifilares nº EN.B/V.DS.EL.0402.

1.1.4.1 Dois (02) transformadores abaixadores de 18/23MVA, trifásicos, de dois enrolamentos e imersos em óleo isolante, fornecido com todos os acessórios, peças sobressalentes, ferramentas e dispositivos especiais especificados.

##### 1.1.5 Subestação E5

Conforme diagramas unifilares nº EN.B/V.DS.EL.0502.

1.1.5.1 Dois (02) transformadores abaixadores de 18/23MVA, trifásicos, de dois enrolamentos e imersos em óleo isolante, fornecido com todos os acessórios, peças sobressalentes, ferramentas e dispositivos especiais especificados.

1.1.6 Ferramentas e dispositivos especiais, necessários para montagem, ensaios e manutenção.

1.1.7 Peças sobressalentes.



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

---

1.1.8 Todos os acessórios especificados, incluindo medidores, sensores, indicadores, TC's de bucha de neutro, comutador de derivações sem tensão, equipamento de resfriamento, quadros de terminais, quadros de controle e conservador, respirador com secador de ar, conectores e placas de identificação.

1.1.8 Fiação completa dos medidores, sensores, indicadores e dispositivos até o quadro de controle do transformador, incluindo os eletrodutos de aço para essa fiação.

1.1.9 Buchas de tensão inferior, tipo completamente imersas, ar - óleo, adequadas para conexão a cabos aéreos.

1.1.10 Buchas de tensão superior tipo completamente imersas, ar - óleo, adequadas para conexão a cabos aéreos.

1.1.11 Bucha de neutro e barramento de aterramento com conectores.

1.1.12 Conjunto de rodas biorientáveis para cada transformador.

1.1.13 Sistema hidráulico para levantamento do transformador completamente montado e cheio de óleo.

1.1.14 Dispositivos de aterramento diagonalmente opostos constituídos por chapas de aterramento fornecidos com os conectores.

1.1.15 Óleo isolante para o primeiro enchimento, e mais 5%.

1.1.16 Acessórios para transporte e por empréstimo, um registrador gráfico de impactos em três direções, para uso durante o transporte, e todos os dispositivos para carga e descarga do transformador na Estação de Bombeamento.

1.1.17 Válvulas, dispositivos, olhais, ganchos e aberturas de inspeção para diversas finalidades.

1.1.18 Cilindros de gás inerte ou ar super seco, para uso durante o transporte e antes do enchimento de óleo, incluindo ar super seco para os procedimentos de montagem na Obra, tubulação, reguladores de pressão e manômetros.

1.1.19 Montagem e ensaios na fábrica e/ou laboratório independente, conforme especificado.

1.1.20 Montagem, ensaios na Obra e operação inicial.

1.1.21 Documentação completa do projeto dos transformadores incluindo desenhos, memórias de cálculo, catálogos e manuais de instruções de montagem, instalação, operação e manutenção.

1.1.22 Transporte da fábrica até o local da Obra de todos os itens do Fornecimento.

1.1.23 Serviços de descarga dos transformadores na Obra, incluindo mão de obra e todos os materiais necessários.

1.1.24 Equipamento completo (caminhão e tanque), incluindo o operador dos serviços para tratamento de óleo do transformador. Esse equipamento será utilizado somente durante a montagem do transformador, sendo retornado ao fabricante após o uso.

### **1.2 Equipamentos, Materiais e Serviços Excluídos do Fornecimento**

Fundações e bases de concreto

- a) Fiação externa, desde a régua terminal instalada no quadro de controle do transformador e destinada a outros equipamentos da Estação de Bombeamento.

### **1.3 Limites do Fornecimento**

1.3.1 Interface com a Linha de Transmissão em 230 kV



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

---

O limite será o conector montado no terminal de cada bucha ar - óleo do lado de tensão superior.

### 1.3.2 Interface com a Linha de Transmissão em 6,9 kV

O limite será o conector montado no terminal de cada bucha ar - óleo do lado de tensão inferior.

### 1.3.3 Interligação com os Serviços Auxiliares e Sistemas de Controle e Proteção da Estação de Bombeamento

Os limites serão os bornes terminais dos quadros de controle, incluídos no Fornecimento, para conexão dos cabos provenientes dos sistemas de serviços auxiliares de ca e cc, e dos sistemas de controle, supervisão e proteção da Estação de Bombeamento.

### 1.3.4 Interligação com o Sistema de Aterramento

Os limites serão os conectores de aterramento, incluídos no Fornecimento, destinados ao aterramento dos transformadores e ao aterramento do neutro.

## 1.4 Documentação

O CONTRATADO deverá enviar para aprovação os desenhos e outros documentos com dados técnicos aplicáveis a seu Fornecimento, incluindo mas não se limitando aos a seguir relacionados:

- a) Cronograma de Documentos - Uma lista completa de todos os desenhos, dados técnicos e documentos de projeto, por título e número, que o CONTRATADO irá fornecer, com as respectivas datas de entrega, que deverão atender às necessidades do empreendimento.
- b) Folha de Dados do Transformador - Em um resumo de todas as características técnicas do transformador, normas de fabricação, materiais, massas, volumes, métodos construtivos e outros.
- c) Dados para estudo de coordenação de isolamento - Todas as características técnicas do transformador necessários ao estudo de coordenação de isolamento.
- d) Desenhos de Arranjo Geral - Desenhos de Conjunto, indicando a relação dos componentes, materiais e acessórios do equipamento principal, inclusive pesos e dimensões.
- e) Desenhos Detalhados - Desenhos com todos os detalhes dos equipamentos e materiais necessários à fabricação e/ou montagem. Esses desenhos deverão ter referências indicadas em todos os outros desenhos de conjunto correspondentes.
- f) Requisitos e Informações para o Projeto Civil - Todas as dimensões, massas, esforços e detalhes necessários para que a Projetista dimensione as estruturas de concreto, incluindo localização, recessos, itens embutidos, necessidade de injeção, bem como dimensões e tipos de chumbadores.
- g) Desenhos de Montagem - Todos os detalhes e dados, em seqüência, necessários à instalação ou montagem do Fornecimento, dando-se especial atenção para as tolerâncias finais de montagem e perfeito funcionamento do equipamento.
- h) Desenhos de Fabricação - Todos os detalhes necessários à fabricação dos equipamentos do Fornecimento, incluindo as respectivas listas de material.
- i) Desenhos de Transporte - Desenhos indicando o peso, dimensões máximas externas, centro de gravidade, pontos de içamento, recomendações e cuidados especiais para cada peça isolada ou embalagem a ser utilizada durante o transporte.
- j) Manual de Controle e Garantia da Qualidade - O CONTRATADO deverá preparar e submeter à aprovação um Manual de Controle de Qualidade, que deverá cobrir todas as





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

---

atividades que implicarão na qualidade final e desempenho do Fornecimento, conforme diretrizes da norma ISO 9001.

Este Manual consistirá basicamente de três partes:

- Plano de Inspeção durante a Fabricação;
- Plano de Inspeção durante a Montagem;
- Plano de Comissionamento.

Cada uma das três partes conterá basicamente os itens abaixo, sem a isto se limitarem:

- Lista das etapas a serem controladas, fazendo referência aos Cronogramas de Fabricação, Montagem e Comissionamento;
  - Lista das partes pertinentes das normas adotadas;
  - Descrição de todos os métodos de controle para cada item citado na lista das etapas a serem controladas;
  - Cópia de todos os protocolos a serem preenchidos. Tais protocolos serão específicos para este fornecimento.
  - Lista de todos os instrumentos e aparelhos de medição necessários para cada etapa;
  - Programa de ensaio, detalhando a sequência de atividades, interdependência entre elas e o tempo previsto para sua execução completa;
  - Relatórios das inspeções executadas durante a fabricação, que serão incorporados ao Manual à medida que forem sendo emitidos. O CONTRATADO deverá emití-los até 15 (quinze) dias após a execução dos ensaios. Tais relatórios deverão incluir resultados dos ensaios, curvas, cálculos de verificação, fórmulas utilizadas na determinação dos resultados, fotos ilustrativas e análises objetivas, quando for o caso.
- k) Manual de Montagem, Manutenção e Operação - O CONTRATADO deverá preparar e submeter à aprovação um Manual de Montagem, Manutenção e Operação contendo todas as informações necessárias para a montagem, manutenção e operação do Fornecimento no campo. Este documento será considerado como único e final, válido para a montagem, manutenção e operação do Fornecimento.

O Manual de Montagem, Manutenção e Operação deverá incluir, mas não se limitar aos seguintes itens:

- Listagem e descrição detalhada de todas as atividades de montagem;
- Conjunto completo de desenhos específicos para montagem na Obra;
- Todos os desenhos que forem mencionados no manual deverão ser anexados a ele;
- Todos os protocolos de controle de montagem na Obra;
- Lista de todas as normas aplicáveis;
- Instruções de armazenagem a serem observadas na Obra;
- Todos e quaisquer requisitos a serem observados na Obra, que possam influir na futura qualidade de desempenho do equipamento.
- Indicação da quantidade estimada de força de trabalho durante a montagem na Obra e o número de supervisores de montagem recomendado pelo CONTRATADO.



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

---

- Frequência de inspeção dos diversos componentes do Fornecimento;
- Critérios a serem observados em cada inspeção, indicando todos os pontos a serem medidos, com os valores aceitáveis. Protocolos de inspeção pertinentes devem ser anexados;
- Detalhes e roteiro completo dos serviços de substituição dos componentes, incluindo esquemas e desenhos quando necessários;
- Período recomendado para a manutenção programada dos diversos componentes do Fornecimento;
- Cópias dos catálogos de todos os componentes fornecidos por Subfornecedores, incorporados ao Fornecimento;
- Coletânea de dados, medidas e ensaios mais importantes obtidos durante a montagem, extraídos do conjunto de protocolos de montagem e ensaios, com respectiva referência;
- Recomendações sobre tolerâncias de desgaste a fim de determinar épocas em que devem ser substituídos componentes, ou simplesmente sofrer manutenção;
- Lista de normas pertinentes.
- Descrição da filosofia de operação, modos de funcionamento e limites operativos;
- Descrição sucinta do princípio de operação do equipamento principal e de todos seus sistemas periféricos e acessórios;

Instruções detalhadas de operação, descrevendo todas as etapas de funcionamento, cuidados e restrições operativas.

- l) Data Book - Caderno de ocorrências durante a fabricação, montagem e ensaios de cada equipamento, com todos os seus detalhes, principalmente relatórios de ensaios em fábrica e respectivos *data sheet*.
- m) Memórias de Cálculo - As memórias de cálculo deverão ser apresentadas em forma de Relatório Técnico, com os seguintes itens no mínimo:
  - objetivo;
  - critérios;
  - dados de projeto;
  - cálculos;
  - origem de cada fórmula utilizada;
  - conclusão;
  - bibliografia;
  - listagem dos *softwares* utilizados.

### 1.5 Cooperação do Contratado com Terceiros

O CONTRATADO deverá cooperar durante o projeto, a fabricação e a montagem na Obra, com os fornecedores de outros equipamentos e com a empresa projetista da Estação de Bombeamento para que o projeto e a montagem sejam concluídos a contento e no prazo previsto.



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

---

O CONTRATADO deverá cooperar no intercâmbio de todos os desenhos, dimensões, gabaritos e outras informações necessárias para garantir a completa coordenação do projeto, arranjo, fabricação e fornecimento de todas as conexões e equipamentos correlatos.

### 2. NORMAS TÉCNICAS

#### 2.1 Objetivo

Esta seção lista as normas técnicas, aplicáveis ao projeto, materiais, fabricação e ensaios dos equipamentos, objeto do Fornecimento.

Sempre que houver divergência entre os valores estipulados nestas Especificações Técnicas e Normas, os valores especificados prevalecem sobre aqueles recomendados nas Normas.

#### 2.2 Normas

A relação de normas a seguir deve ser considerada como requisito geral, não abrangendo exaustivamente todos os materiais a serem empregados. O uso de materiais com características e qualidades diferentes daquelas aqui definidas para as respectivas aplicações poderá, a critério da CONTRATANTE, ser aprovado ou não.

- a) NBR 5356 - Transformador de Potência - Especificação
- b) NBR 5380 - Transformador de Potência - Método de Ensaio
- c) NBR 5416 - Aplicação de Cargas em Transformadores de Potência - Procedimento
- d) NBR 7277 - Medição do Nível de Ruído de Transformadores e Reatores - Método de Ensaio
- e) NBR 7570 - Guia para Ensaios de Tensão Suportável Nominal de Impulso Atmosférico e de Manobra para Transformadores e Reatores - Procedimento
- f) NBR 7037 - Recebimento, Instalação e Manutenção de Transformadores de Potência em Óleo Isolante Mineral
- g) NBR 5034 - Buchas para Tensões Alternadas Superiores a 1 kV
- h) NBR 6856 - Transformadores de Corrente – Especificações

### 3. REQUISITOS TÉCNICOS

#### 3.1 Objetivo

Esta seção especifica os requisitos técnicos detalhados que deverão ser atendidos quanto às características, desempenho, projeto, fabricação, transporte e montagem dos transformadores abaixadores e seus equipamentos associados objeto do Fornecimento.

Esta Especificação Técnica pretende que o equipamento fornecido seja tanto quanto possível projetado, fabricado e montado de acordo com a prática normal do CONTRATADO na produção de transformadores desta capacidade e para condições de operação como as que estão previstas para a Estação de Bombeamento EB-V/3.

#### 3.2 Condições de Serviço

As condições de serviço são normais para equipamentos ao tempo, de acordo com as Normas IEC 517 e IEC 694.

##### 3.2.1 Condições Ambientais



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

A subestação será construída em local, onde a altitude é inferior a 1.000 m em clima temperado. A temperatura média anual é de 24°C, sendo que as temperaturas mínima e máxima são 0°C e 40°C, respectivamente.

A umidade relativa do ar pode alcançar valores de até 90% durante certos períodos do ano. A velocidade máxima do vento é de 126 km/h a temperatura de 15°C.

A chuva não é bem distribuída durante o ano. A área de maior incidência pluviométrica registra uma média anual de 800mm.

As condições climáticas locais são favoráveis à corrosão e à formação de fungos; o CONTRATADO deverá tomar cuidados especiais, tais como pintura adequada e aquecedores onde se fizer necessário.

### 3.2.2 Características dos Equipamentos a serem Interligados

#### 3.2.3 Cubículo 6,9 kV

- Tensão nominal 6,9 kV  $\pm$  5%
- Frequência nominal 60 Hz

#### 3.2.4 Sistema de Transmissão

As tensões de operação deste sistema são as seguintes:

- nominal: 230 kV
- máxima: 245 kV
- mínima: 207 kV

Os níveis de isolamento dos equipamentos são:

- tensão suportável nominal a impulso atmosférico 850 kV
- tensão suportável nominal a impulso atmosférico cortado 935 kV
- tensão suportável nominal a impulso de manobra 650 kV
- tensão suportável nominal a frequência industrial a seco (1 minuto) 360 kV

## 3.3 Características Técnicas

### 3.3.1 Valores Nominais

- a) Tipo trifásico
- b) Potência nominal contínua para qualquer derivação, com tensão nos terminais primários a 95% da tensão nominal e elevação de temperatura das várias partes do transformador não ultrapassando em mais de 5°C as elevações obtidas em condições nominais, como previsto na NBR 5356, sobre a temperatura máxima do ar ambiente de 40°C..... 18/23 ou 12/16 MVA
- c) Frequência nominal 60 Hz
- d) Tensões nominais:
  - do enrolamento primário 230 kV
  - do enrolamento secundário 6,9 kV
- e) Faixa de derivações para  $U_N = 230$  kV  $U_N \pm 2 \times 2,5\%$
- f) Níveis de isolamento:



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

- do enrolamento de tensão inferior:
  - Tensão máxima (valor eficaz) 7,2 kV
  - Tensão suportável nominal de impulso atmosférico pleno (valor de crista) 60 kV
  - Tensão suportável nominal de impulso atmosférico cortado (valor de crista) 66 kV
  - Tensão suportável nominal à frequência industrial durante 1 minuto (valor eficaz) 20 kV
- do enrolamento de tensão superior:
  - Tensão máxima (valor eficaz) 242 kV
  - Tensão suportável nominal de impulso atmosférico pleno (valor de crista) 850 kV
  - Tensão suportável nominal de impulso atmosférico cortado (valor de crista) 935 kV
  - Tensão suportável nominal à frequência industrial, durante 1min.(valor eficaz) 360 kV
- do terminal de neutro:
  - Tensão máxima (valor eficaz) 7,2 kV
  - Tensão suportável nominal à frequência industrial (valor eficaz) 20 kV
  - Tensão suportável nominal de impulso atmosférico (valor de crista) 60 kV
- da bucha de tensão inferior:
  - Tipo porcelana
  - Tensão nominal (valor eficaz) 7,2 kV
  - Tensão suportável nominal de impulso atmosférico pleno (valor de crista) 60 kV
  - Tensão suportável nominal à frequência industrial, a seco e sob chuva, durante 1 minuto (valor eficaz) 20 kV
  - Distância de escoamento 20 mm/kV
- da bucha de tensão superior:
  - Tipo capacitiva
  - Tensão nominal (valor eficaz) 242 kV
  - Tensão suportável nominal de impulso atmosférico pleno (valor de crista) 950 kV
  - Tensão suportável nominal à frequência industrial, a seco e sob chuva (valor eficaz) 395 kV
- da bucha de neutro:
  - Tensão suportável nominal de impulso atmosférico pleno (valor de crista) 60 kV
  - Tensão suportável nominal à frequência industrial, a seco e sob chuva, durante 1 minuto (valor eficaz) 20 kV

### 3.3.2 Elevação de Temperatura

As elevações de temperatura dos enrolamentos, do óleo, das partes metálicas e outras partes dos transformadores, acima da temperatura do ar ambiente de 40° C, válidas para todas as derivações, não devem exceder os limites abaixo:

- Limite de elevação de temperatura dos enrolamentos, medida pelo método de variação da resistência: 65°C



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

- Limite de elevação de temperatura do ponto mais quente dos enrolamentos: 80°C
- Limite de elevação de temperatura do óleo, medida próxima à parte superior do tanque: 65°C
- Limite de elevação de temperatura das partes metálicas em contato com ou adjacente à isolamento sólida: 65°C

Os transformadores deverão ser projetados utilizando papel termoestabilizado.

Os transformadores deverão ser capazes de operar a plena carga com um radiador fora de serviço, sem ultrapassar os limites de elevação de temperatura indicados acima.

Os transformadores deverão ser adequados para operação com parte ou todo o equipamento de resfriamento fora de serviço, em conformidade com a NBR 5416 - Aplicação de cargas em Transformadores de Potência - Procedimento.

Os transformadores deverão ser capazes de operar na derivação principal com tensão e frequência diferentes das nominais, como previsto pela NBR 5356.

### 3.3.3 Capacidade de Suportar Curto-circuito

A capacidade dos transformadores de suportarem curtos-circuitos deverá estar de acordo com a NBR-5356, sendo o valor de impedância o indicado no item 3.3.6 e o valor da potência de curto-circuito trifásico na barra de 230 kV, o indicado no item 3.3.11.

Será efetuada uma inspeção detalhada e completa do projeto dos transformadores para verificar a capacidade de suportar curto-circuito.

A fabricação dos transformadores não deverá ser iniciada antes do projeto ser aprovado. Para este propósito, deverá ser provido acesso a todos os cálculos e dados. A aprovação, contudo, não exime o CONTRATADO de todas as garantias relativas à capacidade dos transformadores suportarem curtos-circuitos.

### 3.3.4 Nível de Ruído Audível

O nível de ruído do transformador energizado à tensão e à frequência nominais, quando medido na Fábrica deverá satisfazer os requisitos da norma NEMA TR-1.

### 3.3.5 Ligação dos Enrolamentos

Será adotada a ligação Dyn1, conforme NBR-5356.

### 3.3.6 Impedância de Curto-circuito

Na base de 23 MVA ou 16 MVA, 230 kV, 60 Hz, com o comutador de derivações sem tensão na derivação central, a impedância não deverá ser superior a 14%. Este valor será confirmado com o estudo de integração da Estação de Bombeamento ao sistema.

### 3.3.7 Tipo de Isolamento

O enrolamento de tensão superior deverá ter isolamento progressivo e o enrolamento de tensão inferior deverá ter isolamento uniforme.

### 3.3.8 Método de Resfriamento

O método de resfriamento dos transformadores deverá ser ONAF.

### 3.3.9 Corrente de Excitação

A corrente de excitação deverá ser a mais baixa possível, compatível com um projeto econômico e não deve ser superior a  $2,5 I_n$  a 60 Hz e 110%  $U_N$ .



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

Deverão ser apresentadas, juntamente com a proposta, as curvas típicas de saturação indicando o *knee point* e o valor da reatância do núcleo de ar. Deverá também ser informado o método que será usado para determinar as curvas.

A corrente de excitação em vazio não deve aumentar mais do que 2,5 vezes quando o transformador for energizado à frequência nominal com tensão de 115% da nominal.

### 3.3.10 Intercambiabilidade

Os transformadores e acessórios deverão ser idênticos, de um único projeto e fabricante e completamente intercambiáveis, sem necessidade de adaptações de qualquer natureza.

### 3.3.11 Potência de Curto-circuito Trifásico

- Contribuição do lado de tensão inferior Pendente MVA
- Contribuição do lado de tensão superior Pendente MVA

## 3.4 Recursos da Casa de Força

### 3.4.1 Fontes de Tensão Auxiliar

Serão providas as seguintes fontes de tensão auxiliar:

- Controle, supervisão e proteção - 125 V corrente contínua, a dois fios, sistema não aterrado, com faixa de variação da tensão de +10% a -20%, nível de curto-circuito de 10 kA.
- Auxiliares - sistema trifásico em estrela, com neutro aterrado, quatro fios, 380/220 V, faixa de variação da tensão +10% a -10%, nível de curto-circuito de 15 kA.

## 3.5 Movimentação

### 3.5.1 Meios para Movimentação

A descarga dos transformadores na obra se fará por macaqueamento.

Todos os transformadores deverão ser fornecidos com rodas bidirecionais (90°), para sua movimentação. Os transformadores serão instalados sobre suas bases. Os mancais das rodas deverão ser com rolamento para reduzir os esforços de tração.

Olhais de tração deverão ser fornecidos junto à base do transformador para seu tracionamento totalmente montado e cheio de óleo.

### 3.5.2 Carga e Descarga na Obra

O CONTRATADO deverá fornecer todos os meios e materiais necessários a operação de carga de um transformador no meio de transporte.

O CONTRATADO deverá entregar os transformadores na Obra e para tanto deverá fornecer todos os dispositivos (vigas, cabos e outros materiais) necessários à operação de descarga dos transformadores.

Na ocasião da chegada do transformador na Obra, a descarga deverá ser efetuada pelo CONTRATADO. A descarga deverá ser efetuada diretamente sobre a base, na Subestação. A transportadora da CONTRATADA deverá efetuar o seguro dos transformadores e este deverá cobrir inclusive até o completo descarregamento e colocação dos mesmos sobre a base.

### 3.5.3 Tratamento de Óleo e Enchimento

O CONTRATADO deverá providenciar todo material necessário, incluindo caminhão, tanque em micafil para tratamento de óleo, cilindros de ar super seco, equipamentos de ensaio de análise do óleo e todos os dispositivos necessários para o tratamento do óleo e enchimento dos transformadores durante a montagem.





### 3.6 Características Construtivas

#### 3.6.1 Tanque e Tampa

O tanque deverá ser construído de chapas de aço soldadas, dimensionadas para conter o óleo sob todas as temperaturas de operação e adequadamente rígido para movimentação e transporte. Ele deverá ser completo, com flanges para ligação às tubulações dos radiadores, válvulas e acessórios requeridos e uma tampa removível, com todas as saídas necessárias para buchas e aberturas para inspeção.

Os transformadores completamente montados deverão ser projetados para suportar uma pressão manométrica de 50 kPa, aplicada à superfície do líquido, durante 24 horas, sem causar vazamentos ou deformações no tanque.

O tanque deverá ser projetado para vácuo pleno e não deverá apresentar deformações permanentes quando submetido a vácuo de 66,7 Pa (0,5 mmHg) e mantido por quatro (4) horas, após o que será feita inspeção no equipamento a fim de se verificar eventuais danos ou deformações. A deformação da tampa durante o processo de vácuo não deverá causar esforço sobre as culatras.

O fundo do tanque deverá ser provido de guias satisfatórias para alinhar a parte ativa, nos últimos centímetros durante sua colocação no interior do tanque. A parte ativa, após introduzida, deverá ser rigidamente fixada de modo a garantir o seu correto posicionamento nas operações de transporte.

Na parte superior do tanque deverá haver uma ou mais aberturas com tampas aparafusadas, para permitir acesso às partes inferiores das buchas, terminais, aterramento do núcleo e porções superiores do conjunto do núcleo, bobinas e comutadores.

Deverá ser previsto no projeto do transformador uma abertura de visita que permita a inspeção nos pontos vitais da parte ativa do transformador.

Deverão ser fornecidos dois pontos de aterramento, localizados em lados opostos do tanque. Cada ponto de aterramento deverá consistir de uma chapa de aço inoxidável, soldada eletricamente acima da base de suporte estrutural de aço ou diretamente à base. Deverá ser fornecido em cada ponto de aterramento, um conector de bronze, adequado para dois (2) cabos de cobre, com seção de 95 mm<sup>2</sup>.

A tampa do transformador deve ser aparafusada, possuindo um sistema de juntas de vedação com batentes e limitadores de aperto. O projeto deverá prever tampa plana, com pequeno declive, a fim de evitar o acúmulo de água. A tampa deverá possuir olhais, para seu içamento.

Sapatas para macacos deverão ser instaladas para possibilitar o levantamento do transformador completamente montado e cheio de óleo através de macacos.

Todas as tampas ou dispositivos necessários para transporte do transformador, farão parte do Fornecimento.

Não serão aceitos parafusos soldados nos flanges dos "canecos" para fixar as buchas e outras peças pesadas que sejam montadas na tampa do transformador.

Todas as porcas, parafusos, arruelas, grampos e peças similares deverão ser de aço galvanizado a quente ou de material metálico não sujeito a ferrugem ou corrosão.

As juntas de vedação em contato com o óleo isolante não deverão ser afetadas pela ação do óleo isolante quente. As juntas de vedação deverão ser fabricadas de borracha sintética, dureza *shore* A70 + 5, à base de "Borracha Buna N" (acrílico nitrilo), de acordo com a norma ASTM D-735, resistente ao óleo mineral isolante. Todas as juntas de vedação sujeitas a danos devidos a





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

---

supercompressões deverão ter proteção adequada para prevenir esse efeito. As juntas de vedação deverão ter a sua compressão limitada por batentes apropriados.

Caso os canecos, onde estão alojados o transformador de corrente de neutro, tipo bucha, seja montado externamente e seja necessária a remoção dos mesmos por questões de altura para transporte, deverão ser fornecidos flanges apropriados para fechar tanto o caneco como o tanque do transformador. O flange do caneco, onde é fixada a bucha, deverá ser aparafusada, permitindo a remoção do mesmo de modo a se ter acesso ao transformador de corrente. As tubulações para condução de gás do caneco ao relé de gás deverão ser instaladas na parte superior do mesmo, de modo a evitar a formação de bolsões de gás. Todas as regiões superiores do tanque que permitam o acúmulo de gás deverão ser conectadas diretamente à tubulação do relé *Buchholz*.

Na parte externa do tanque, acima do quadro de terminais, em local visível, deverá ser gravado o número de série do transformador.

### 3.6.2 Núcleo

O núcleo deverá ser construído com chapas de aço silício de grãos orientados, laminadas a frio, de alta permeabilidade e baixas perdas.

A montagem das chapas e da estrutura de suporte deverá ser projetada de maneira a eliminar ruídos e vibrações indesejáveis com o mínimo de obstrução ao fluxo de óleo. O núcleo deverá ser rigidamente fixado para resistir às distorções provocadas por esforços de curtos-circuitos ou movimentação durante o transporte. O ponto de aterramento do núcleo deverá ficar na tampa principal do transformador.

Todos os parafusos e outros elementos de fixação do núcleo deverão ser providos de dispositivos de travamento, prevenindo possíveis afrouxamentos causados por vibrações e operação do transformador.

### 3.6.3 Enrolamentos

Os enrolamentos dos transformadores deverão ser construídos com condutores de cobre eletrolítico (teor de pureza maior que 99,9%), isentos de escamas, rebarbas e saliências pontiagudas, devendo possuir os cantos arredondados e ser uniformemente isolados.

Os terminais de todos os enrolamentos deverão ser soldados ou tratados com prata e aparafusados. Conexões feitas com soldas fracas não serão aceitas.

Todos os cabos terminais dos enrolamentos para as buchas deverão ser rigidamente presos para prevenir danos devido a vibrações. Tubos guias deverão ser usados onde necessário.

### 3.6.4 Buchas

As buchas deverão satisfazer a NBR 5034.

Todas as buchas de mesma tensão e corrente nominais deverão ser intercambiáveis.

As buchas deverão possuir meios apropriados para seu içamento.

Buchas construídas à base de resina epóxi não serão aceitas.

Toda porcelana deverá ser fabricada pelo processo úmido e ser vitrificada.

Todas as buchas deverão ser resistentes às variações de temperatura e quando montadas nos transformadores deverão prover uma vedação à prova de óleo. A vedação deverá suportar variações de pressões, devido a mudanças de temperatura, sem ocorrer vazamentos ou infiltrações.



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

O projeto deverá assegurar que não haverá formações de corona externa ou descargas parciais internas durante os testes e operação. Se necessário, deverão ser fornecidos anéis anti-corona nas buchas de alta tensão.

Todo o óleo isolante necessário às buchas deverá ser fornecido pelo CONTRATADO e deverá ser igual ao óleo do transformador.

As buchas de tensão superior deverão ser do tipo capacitivo de papel impregnado com óleo, não sendo aceita impregnação com resina e deverão ser fornecidas com uma derivação de potencial capacitado para medição do fator de potência. Estas buchas deverão ser construídas de modo que as derivações de potencial possam ser ligadas sem necessidade de drenar o óleo.

As buchas de tensão inferior poderá ser do tipo capacitiva.

Todas as buchas deverão ter placas de identificação, correspondentes com a placa de identificação nos canecos.

### 3.6.5 Transformadores de Corrente Tipo Bucha

A bucha de neutro deverá ser provida de um (1) transformador de corrente tipo bucha com as seguintes características:

- Corrente primária nominal (\*) 2000 A
- Corrente dinâmica nominal (\*) 5 kA

\* Estes valores serão confirmados no projeto executivo

- Relação de transformação - relação múltipla 400:1
- Carga nominal 50 VA (B200)
- Classe de exatidão 10
- Fator térmico 1,0

O transformador de corrente deverá atender aos requisitos da NBR-6856. O isolamento deverá ser em classe F. A corrente secundária nominal deverá ser 5 A. A polaridade instantânea relativa dos condutores ou terminais do transformador de corrente tipo bucha, deverá ser claramente indicada através de marcas permanentes.

As cargas nominais aqui especificadas são valores mínimos. Os valores definidos deverão ser determinados pelo CONTRATADO em função dos requisitos de saturação adiante explicados.

Os núcleos do TC não deverá saturar durante o intervalo de tempo de 33 milisegundos compreendido entre o início do curto-circuito e a atuação da proteção, mesmo levando em consideração a superposição das componentes de corrente contínua ( *offset* pleno ) e alternada da corrente de falta.

Toda a fiação secundária do transformador de corrente deverá ser efetuada com cabos de bitola 2,5 mm<sup>2</sup> no mínimo e levada através de eletroduto metálico à caixa a prova de tempo.

### 3.6.6 Conservador de Óleo

O conservador deverá ser construído em chapa de aço e ser resistente ao vácuo pleno.

Deverá ser prevista uma câmara de expansão de óleo, isolando o óleo do ar, formada por um diafragma ou célula de ar. Deverá ser fornecido um respirador com secador de ar para o espaço de ar acima do diafragma ou dentro da célula de ar.



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

---

O material usado na fabricação do diafragma ou da célula de ar não deverá contaminar o óleo ou ser por ele danificado. Deverá ser prevista aplicação de vácuo durante o enchimento ou tratamento sem que seja danificado o diafragma ou a célula.

Cada transformador deverá ser de um secador de ar com carga de silicagel, provido de visor para verificação da mesma.

O secador de ar deverá ter recipiente de vidro ou alumínio, cheio com sílica-gel. Se o recipiente for de alumínio deverá ter dois visores. Não serão aceitos recipientes ou visores de acrílico. A sílica-gel deverá ser facilmente removível para secagem. A entrada de ar, à prova de água, deverá ser localizada na parte inferior do recipiente, onde deverá haver um selo de óleo pelo qual o ar atmosférico passará antes de atravessar a sílica-gel. Os secadores deverão ser instalados a 1,5 m do piso.

A tubulação entre o conservador e o tanque do transformador deverá ser direta, com o mínimo de uniões e fornecida com duas válvulas borboleta e um relé de gás.

O conservador deverá ter abertura com tampa removível para inspeção e manutenção, válvula de drenagem, sendo levemente inclinado em direção a essa válvula, indicador de nível de óleo, sendo previsto meio que facilite teste no indicador, olhais para içamento e uma válvula interligando a parte inferior com a parte superior do diafragma ou a parte interna com a parte externa da célula de ar.

### 3.6.7 Sistema de Resfriamento

O método de resfriamento empregado deverá ser ONAN/ONAF, constituído trocadores de calor (radiadores e ventiladores) para cada transformador.

Os radiadores deverão atender aos requisitos da NBR-5356 e deverão ser do tipo removível, equipados com olhais para levantamento, conectados ao tanque por meio de flanges parafusados e projetados de tal forma que sejam acessíveis para limpeza e manutenção.

A tubulação entre o tanque e o radiador deverá ser equipada com válvulas borboleta e cada radiador deverá ser equipado com bujões de drenagem e enchimento na parte inferior e respiro de ar na parte superior, que permitam sua remoção ou reposição sem a drenagem do óleo do tanque do transformador.

As pás dos ventiladores deverão ser metálicas e protegidas por telas de material não oxidável, para proteção do pessoal.

Os motores deverão ser de indução, rotor tipo gaiola, trifásicos, tensão nominal 380 V, 60 Hz, com grau de proteção IPW-55. Deverão ainda atender aos requisitos aplicáveis da norma NBR-7094.

Os motores deverão ser fornecidos com um resistor de aquecimento do tipo fita energizadas automaticamente quando o motor estiver parado, para evitar a condensação de umidade no seu interior, quando fora de operação.

Todo o equipamento para controle e proteção dos motores (disjuntores, contadores, relés térmicos, transformadores de controle, chaves seletoras, botoeiras, relés auxiliares, etc.) deverá ser montado no Quadro de Controle do transformador, inclusive uma chave seletora com as posições MANUAL / AUTOMÁTICO / DESLIGADO.

Os instrumentos a serem instalados no sistema de resfriamento de cada transformador são no mínimo os relacionados a seguir. A quantidade de contatos para informação de estado, alarme e desligamentos remotos deverá atender ao especificado no item 3.6.13 Dispositivos de Proteção e Indicação dos Transformadores.



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

---

O CONTRATADO deverá elaborar um fluxograma do sistema de resfriamento mostrando toda a instrumentação do sistema e apresentar uma lista de instrumentos com suas características técnicas.

### 3.6.8 Comutador de Derivações sem Tensão

Os transformadores deverão ser equipados com um comutador de derivações sem tensão, para aumentar ou diminuir o número de espiras.

O comutador deverá ser montado no tanque do transformador e dispor de meios convenientes para operação, através de uma manivela ou volante. Os acoplamentos externos deverão ser estanques e o dispositivo de comando deverá ficar no máximo a 1,5 m do solo. Deverá dispor de um dispositivo para indicação de posição e meios para travá-lo, por meio de um cadeado em qualquer posição.

O mecanismo do comutador deverá ser do tipo que torne impossível deixar um enrolamento aberto ou curto-circuitado.

Deverão ser fornecidos limitadores mecânicos nos extremos da faixa de acionamento do comutador, para prevenir ultrapassagem de posições extremas do comutador, a menos que o comutador seja do tipo de acionamento contínuo.

Não será aceito o emprego de dois comutadores ou contatos em paralelo.

### 3.6.9 Quadro de Controle

O quadro de controle abrigará os dispositivos de controle e os de proteção e supervisão do transformador e conterá régua de terminais, concentrando toda fiação oriunda do transformador.

O quadro deverá ser à prova de tempo, grau de proteção IP-55, com porta articulada, com fechadura e dispositivo para cadeado.

O quadro deverá ser fixado no tanque, através de amortecedores de borracha, de modo a evitar que sejam transmitidas vibrações originárias do transformador para os acessórios montados no interior do quadro. O local de instalação do quadro no transformador deverá ser de fácil acesso aos dispositivos internos, e, se necessário, o projeto deverá prever escadas e/ou plataformas embutidas para acesso.

Uma placa cega removível deverá ser fornecida na parte inferior do quadro, para posterior furação na Obra, para passagem da fiação externa.

No quadro de controle os dispositivos tais como chaves, botoeiras, lâmpadas, tomadas e disjuntores termomagnéticos, deverão ser instalados em um painel basculante, montado no interior do quadro, de modo que, quando aberto, facilite o acesso a todos esses dispositivos.

Todos os dispositivos deverão ser adequadamente identificados.

Os quadros deverão ser providos de iluminação interna e aquecimento.

Deverá ser previsto um respirador na parte superior do quadro, com um dispositivo que evite a entrada de chuva e de insetos. Deverá ser prevista uma aba na parte superior, de modo a evitar que a água da chuva escorra pela junta de vedação da porta do mesmo.

Na porta do quadro deverá ser fixada a placa esquemática dos circuitos, feita em aço inoxidável, com gravação em baixo relevo na cor preta.

Deverá ser fornecida, no interior do quadro, uma tomada bipolar. A tomada deverá ter capacidade nominal de 10 A em 230 V, devendo ser adequada para pinos redondos e chatos. A tomada deverá ser protegida por um disjuntor tipo caixa moldada.



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

---

O CONTRATADO poderá utilizar tecnologia CLP para comando e controle, desde que seja comprovado a sua utilização em outros fornecimentos.

### 3.6.10 Fiação e Régua Terminais

Toda a fiação deverá ser instalada em eletrodutos, suficientemente afastados da superfície do transformador para prevenir sobreaquecimento.

Todos os condutores provenientes do transformador de corrente, dispositivos de proteção e indicação, sistema de resfriamento, etc., deverão ser ligados às régua terminais localizadas no quadro de controle. A fiação, eletrodutos e régua de bornes deverão atender aos requisitos dos itens 7.7, 7.8 e 7.9 da NBR-9368/87.

### 3.6.11 Válvulas

Cada transformador deverá ser equipado, no mínimo, com as válvulas citadas nestas especificações, conforme a seguir:

#### a) Válvulas Esféricas

Todas as válvulas esféricas deverão ser construídas em bronze, conforme norma ASTM B62 ou em latão, conforme norma ASTM B124, devendo ser flangeadas e furadas conforme norma DIN 250 PN6, sendo fixadas através de 4 parafusos passantes.

Não serão aceitas válvulas rosqueadas ou soldadas diretamente no tanque, na tampa ou no conservador.

As válvulas deverão ser do tipo esférico, de aço inoxidável, com plena capacidade de vazão. A vedação deverá ser de teflon-viton, devendo as mesmas resistirem a uma pressão de ensaio de 2,8 MPa (28 kg/cm<sup>2</sup>) sem perdas de óleo, estando o mesmo a uma temperatura de 180° C. A pressão máxima de trabalho será de 0,5 MPa (5 kg/cm<sup>2</sup>).

#### b) Válvulas Borboleta

Nas válvulas borboleta, o corpo deverá ser construído em bronze, latão ou aço forjado, devendo, no caso de aço forjado, possuir um revestimento eletrolítico de zinco e cromatização.

O manípulo deverá possuir um mostrador indicando se a válvula encontra-se aberta ou fechada. Deve também possuir um dispositivo para bloqueio da válvula em ambas as posições.

As válvulas deverão ser totalmente estanques ao óleo e ao ar, à pressão de 0,2 MPa (2 kg/cm<sup>2</sup>).

A fixação da válvula deverá permitir o desacoplamento dos radiadores, tubulações, bombas, relés de gás, etc., sem ser necessária a remoção da válvula e abaixamento do nível de óleo.

#### c) Válvula para Drenagem

Na válvula para drenagem deverá estar fixado, através de 4 parafusos, um flange cego construído em chapa de aço CG 42 com sede para guarnição e construído conforme norma DIN 2501 PN6.

#### d) Válvula para Conexão do Filtro-prensa e Máquina para Tratamento de Óleo

Nas válvulas para filtro-prensa e equipamento para tratamento de óleo deverá ser fixado um flange que servirá para adaptar os engates rápidos dos equipamentos de tratamento de óleo, assim como os dispositivos para retirada de amostra de óleo.

#### e) Válvula para Radiadores

As válvulas para radiadores deverão ser instaladas de tal forma que permitam a desmontagem dos equipamentos, sem a remoção do óleo do transformador.



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

---

### f) Válvulas para Relé *Buchholz*

A instalação das válvulas para o relé *Buchholz* deverá ser feita de tal modo que permita a remoção do relé sem que haja necessidade da desmontagem da válvula, nem a retirada do óleo da tubulação.

### 3.6.12 Óleo Isolante

Deverá ser fornecido todo o óleo isolante requerido para os transformadores, acrescido de 5%. O óleo deverá ser sem impurezas. O óleo isolante deverá ser fornecido em tambores novos.

O CONTRATADO deverá providenciar 2 (duas) cópias dos certificados de ensaios do óleo isolante que devem ser enviadas antes de ser despachado o primeiro lote.

O óleo isolante deverá atender as características estabelecidas na Resolução - DNC 03/94, ou suas revisões/atualizações posteriores, sobre especificação para óleo mineral isolante tipo A – naftênico.

### 3.6.13 Dispositivos de Proteção e Indicação dos Transformadores

#### a) Geral

Em cada transformador as funções de proteção e supervisão deverão atender aos seguintes critérios:

- Funções de proteção com desligamento do transformador deverão ter quatro (4) contatos disponíveis na régua de terminais do quadro de controle do transformador.
- Funções de proteção cuja atuação promoverá alarme deverão ter dois (2) contatos disponíveis na régua de terminais do quadro de controle do transformador.
- Indicadores de estado, como de pressão, fluxo ou nível, posição de chave seletora, ligado/desligado deverão ter dois (2) contatos disponíveis na régua de terminais do quadro de controle do transformador.

#### b) Indicador de temperatura de óleo

O indicador de temperatura de óleo deverá atender aos requisitos dos itens 8.2.1 e 8.2.2 da NBR-9368/87.

Deverá ser previsto adicionalmente um RTD para detecção de temperatura do óleo no seu ponto mais quente, do tipo resistência, para indicação e registro remoto através de um transdutor, com sinal de 4 a 20mA disponível nos bornes de saída do Quadro de Controle. A resistência deverá ser do tipo dupla de platina, 100 ohms a 0° C, faixa de medição 0°C a 150°C (100 a 157,31 ohm), ligação a 3 fios, classe A, calibração pela Norma IEC-751/85, classe de isolamento 1kV, não indutiva, tempo de resposta térmica inferior a 15s, devendo ser compactada com óxido de magnésio, dentro de um tubo metálico em aço inox AISI 304, com comprimento de 185 mm e diâmetro de 6 mm, com conexão em aço inox AISI 304, rosca 1/2" BSP.

#### c) Indicador Magnético de Nível de Óleo

O indicador de nível de óleo deverá atender aos requisitos dos itens 8.2.1 e 8.2.2 da NBR-9368/87. Deverão ser previstos contatos de nível máximo e mínimo.

O indicador deverá ser claramente visível por uma pessoa em pé, ao nível da base do transformador.

#### d) Dispositivo de Alívio de Pressão

O dispositivo de alívio de pressão deverá utilizar válvula com contatos independentes para alarme e desligamento e atender aos requisitos dos itens 8.2.1 DAP e 8.2.2 da NBR-9368/87.





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

---

### e) Relé Detetor de Gás Tipo *Buchholz*

O relé detetor de gás deverá atender aos requisitos dos itens 8.2.1 RB e 8.2.2 da NBR-9368/87.

O relé *Buchholz* deverá dispor de:

- Visor calibrado em centímetros cúbicos;
- Contatos para alarme que operem pela acumulação de gás;
- Contatos para alarme e desligamento que operem pela variação súbita de pressão;
- Dispositivo externo para ensaio funcional;
- Bujão de drenagem na parte inferior.

### f) Indicador de Temperatura dos Enrolamentos

O indicador de temperatura dos enrolamentos deverá atender aos requisitos dos itens 8.2.1 ITE e 8.2.2 da NBR-9368/87.

### 3.6.14 Cores e Esquemas de Pinturas

A cor da pintura de acabamento deverá ser :

- Transformadores: superfície externa cinza claro, notação *Munsell* N 6.5; superfícies internas na cor branca.
- Quadros: superfícies internas e externas cinza claro, notação *Munsell* N6.5.

Os esquemas de pintura para os equipamentos estão descritos a seguir:

Superfícies Externas (Expostas - Intemperismo):

- Tratamento da superfície – jateamento abrasivo ao metal branco Sa 3, conforme norma SIS 05 5900/67;
- Uma demão de tinta de fundo, à base de resina epóxi, bicomponente, curada com poliamida com pigmentos de zinco, para aplicação com espessura mínima do filme seco de 60 micrometros (tinta epóxi pó de zinco);
- Uma demão de tinta intermediária, à base de óxido de ferro, para aplicação com espessura mínima do filme seco de 100 micrometros; e
- Uma demão de tinta de acabamento, à base de resina poliuretano alifática, para aplicação com espessura mínima do filme seco de 80 micrometros.

Nota: Deverá ser seguida a recomendação do fabricante das tintas para garantir a selagem do zinco e aderência entre as camadas.

As superfícies internas de reservatórios, bombas, tubos, válvulas, cubas de mancais e outras em contato com óleo deverão ser pintadas com o seguinte esquema:

- Duas demãos de tinta à base de resina epóxi, curada com amina alifática e pigmentada com dióxido de titânio e cargas inertes na cor branca, bicomponente, para aplicação com espessura mínima do filme seco de 60 micrometros por demão. Sólidos por volume, na faixa de 52%.

Nota: A tinta utilizada neste esquema deverá ser resistente ao óleo contido nos reservatórios e cubas, logo, deverá ser rigorosamente seguida a recomendação do fabricante das tintas.

### 3.6.15 Barra de Aterramento da Bucha de Neutro



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

---

Cada transformador deverá ser fornecido com uma barra de neutro, indo desde o terminal da bucha de neutro até uma altura de 40 cm acima do piso. A extremidade inferior será conectada à malha de terra. A barra deverá ser de cobre com seção transversal 6 x 50 mm ou maior e deverá ser suportada por isoladores de 15 kV, com espaçamento de 1,00 m ou menor. Na extremidade inferior da barra deverão ser fornecidos instalados dois conectores próprios para cabo de cobre 95 mm<sup>2</sup>.

### 3.6.16 Placas de Identificação

Placas de Identificação de aço inoxidável deverão ser gravadas ou cunhadas em Português e deverão conter todas as informações aplicáveis, abaixo especificadas, juntamente com qualquer outra informação relevante que possa ser necessária. Os desenhos das placas de identificação deverão ser submetidos à aprovação. Não serão permitidas rasuras, correções ou alterações.

As placas de identificação para os transformadores deverão conter, no mínimo, as informações seguintes:

- A palavra "TRANSFORMADOR ABAIXADOR".
- Nome do Fabricante e local de fabricação .
- Tipo (segundo a classificação do Fabricante).
- Norma aplicada.
- Número de série de fabricação.
- Ano de fabricação.
- Número de identificação do livro de instrução.
- Frequência nominal.
- Designação do método de resfriamento.
- Potência nominal em kVA e as elevações de temperatura no topo do óleo e média dos enrolamentos.
- Limite de elevação de temperatura do enrolamento.
- Níveis de isolamento de impulso e de manobra para cada enrolamento.
- Impedância a 85° C, em percentagem, com base kVA e kV, especificando a derivação.
- Corrente de excitação nominal em percentagem da corrente nominal a plena carga.
- Número de fases.
- Diagrama elétrico das ligações, contendo todas as tensões nominais e de derivações e respectivas correntes.
- Diagrama elétrico das ligações de todos os acessórios.
- Máxima corrente de curto-circuito simétrica e assimétrica e sua duração em segundos.
- Nível de ruído.
- Pressão e vácuo suportáveis pelo tanque.
- Massas do núcleo e bobinas, tanque e acessórios, óleo e massa total do transformador.
- Massa para transporte das peças mais pesadas, altura para desmontar o tanque e altura mínima para levantar a bucha de alta tensão.
- Volume, em litros, e identificação do óleo isolante.





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

---

- Declaração que o transformador pode ou não ser levantado cheio com óleo.

Cada bucha deverá ter a placa de identificação do fabricante rebitada, indicando o nome do fabricante, tipo, número de série, data de fabricação, classe de tensão, nível de isolamento, capacidade de corrente, capacitância, distância de escoamento, forças transversais no topo permissíveis e de ruptura e comprimento da bucha embaixo da junta, volume do óleo e massa total.

Independente dos dados contidos nas placas fornecidas pelo fabricante dos transformadores de corrente, deverão ser previstas informações que incluam a classe de exatidão, correntes nominais, número de série, ano de fabricação, identificação de Fabricante, a expressão "Transformador de Corrente tipo Bucha", relação de transformação, derivações secundárias e diagrama de ligações. Estas informações poderão ser marcadas diretamente na placa de identificação do transformador ou em pequenas placas individuais, ou ainda serem agrupadas em uma placa única, porém identificando cada transformador de corrente.

Deverão ser obedecidas a mesma construção e mesmo tipo de marcações da placa de identificação do transformador, assim como a localização ser ao seu lado.

A parte ativa deverá ter identificação acessível em si mesma ou em um de seus componentes estruturais, indicando o número série da unidade.

Os centros de gravidade (CG) do transformador completamente montado, com e sem óleo, deverão ser marcados indelevelmente nos dois lados adjacentes do tanque do transformador e deverão ser apropriadamente indicadas "CG com óleo" e "CG sem óleo".

Uma placa diagramática deverá ser fornecida para mostrar as posições requeridas para colocar cabos e levantar propriamente o conjunto de núcleo e bobina e o transformador completo, com e sem óleo.

Deverá ser prevista uma placa esquemática dos serviços auxiliares, construída em aço inoxidável e gravada em baixo relevo pelo processo fotolítico. Esta placa deverá ter as mesmas informações contidas no desenho e ser fixada internamente no armário de controle.

Caso o transformador seja desmontado por qualquer motivo durante a fabricação ou ensaios, as partes removidas do transformador montado deverão ser apropriadamente etiquetadas e identificadas na presença do Inspetor, para que estas partes não possam ser intercambiadas ou sua identidade confundida. Este procedimento deverá ser adotado mesmo que somente uma unidade seja desmontada e não existam outras partes similares, no período em que o processo de desmontagem seja feito na Fábrica.

### **3.7 Transporte e Embalagem**

#### **3.7.1 Geral**

O transporte de todos os equipamentos e materiais fornecidos pelo CONTRATADO até a Obra, ficarão a cargo do CONTRATADO.

As embalagens deverão ser suficientes para proteger o conteúdo de danos durante o transporte do local de fabricação até depois da chegada ao local da Obra, em condições que envolvam bastante movimentação, trânsito por estradas não pavimentadas, armazenamento prolongado e exposição à umidade. Essa embalagem deverá estar de acordo com os requisitos mínimos descritos abaixo sem a eles se limitar. O CONTRATADO deverá usar seu próprio critério quanto à adequação das exigências solicitadas, sendo o único responsável pela entrega do Fornecimento em bom estado e ordem.

#### **3.7.2 Facilidades para Içamento**



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

---

Suportes para içamento deverão ser fornecidos no tanque, tampa, conservador e acessórios do transformador, para prover meios seguros de içar o equipamento.

Os suportes deverão acomodar adequadamente os cabos de aço, devendo possuir um sistema de bloqueio para evitar que os mesmos escapem durante as operações de transporte.

Deverá ser cuidadosamente evitado que o cabo de içamento faça contato com os pontos ou bordos pontiagudos, durante as operações de içamento, para prevenir a fadiga do cabo e a conseqüente falha. Os suportes para içamento deverão ser suficientemente fortes para levantar o transformador completamente montado e cheio de óleo.

### 3.7.3 Equipamentos, Acessórios, Sobressalentes e Materiais

O transformador deverá ser embarcado, sem óleo e sem buchas, com o tanque cheio de nitrogênio ou ar extra seco, sob uma pressão de 0,02 MPa, suficiente para assegurar que as mudanças de temperatura encontradas durante o transporte, não provoquem formação de pressões negativas.

Deverá ser fornecido um medidor indicador de pressão de gás, com dois ponteiros, um de arraste para registro do menor valor de pressão alcançada, independente de qualquer aumento de pressão subsequente, e o outro para a indicação da pressão de gás no tanque.

Deverá ser fornecido junto ao transformador, um cilindro cheio de nitrogênio ou ar extra seco sob pressão plena, incluindo um conjunto de válvulas reguladoras e de alívio automático, com manômetro e a tubulação flexível necessária e conectores para permitir que o cilindro seja ligado ao tanque, para controle automático de pressão de gás no interior do equipamento durante o transporte.

Os cilindros cheios de nitrogênio ou ar de reserva deverão ter capacidade para o propósito pretendido.

Para proteção contra danos durante o embarque, este medidor deverá ser embalado em um invólucro de metal, rigidamente montado, com janela de vidro defronte do indicador para permitir leituras da pressão de gás sem afetar o invólucro protetor.

Antes da instalação de cada unidade no local, a pressão de gás, que foi alcançada durante o transporte, deverá ser lida para verificar se a pressão foi ou é suficiente para impedir a entrada de umidade dentro do tanque.

O CONTRATADO será responsável por qualquer falha das condições e requisitos acima.

O transformador deverá ser montado na gôndola de transporte na posição correta para sua descarga na base.

O conjunto núcleo e bobinas deverá ser fixado ao tanque de modo a impossibilitar contato dos enrolamentos com os lados do tanque, mesmo que o transformador seja submetido a manuseios descuidados. As amarras deverão ser de aço.

Os radiadores deverão ser protegidos para transporte com uma embalagem conveniente de madeira, adequada para levantar o conjunto completo através dos seus olhais permanentes.

Os desenhos que mostram todos os detalhes de transporte deverão ser enviados para aprovação.

O transformador deverá ser expedido com registrador gráfico de impacto (tipo impacto-graph), fixado próximo ao centro de gravidade do transformador e montado no interior de uma caixa metálica à prova de intempéries. O registrador deverá possuir um sistema de registro em papel com indicação nos três eixos e uma autonomia para 60 dias.



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

---

As juntas que forem embarcadas separadamente, incluindo peças sobressalentes e reservas, não devem ser tratadas com cera ou qualquer outro preservativo; deverão ser acondicionadas em sacos plásticos selados à prova de umidade. Deverão ser colocadas em caixas de metal galvanizado ou estanhado com uma tampa hermética removível. Nenhum material absorvente de umidade deverá ser incluído dentro da embalagem, recomendando-se para este propósito o papel encerado acolchoado. Antes do embarque, a caixa metálica e seu conteúdo deverão ser rigorosamente secos e a tampa da caixa ser selada com fita adesiva de largura não menor que 5 cm. A caixa deverá ser protegida por uma embalagem de madeira resistente para prevenir contra perfuração durante o transporte.

As buchas dos transformadores deverão ser embaladas desmontadas do equipamento. A embalagem deverá ser adequada para um tempo prolongado de armazenagem e proteger as buchas contra danos e umidade.

Todos os transformadores de corrente deverão ser curto circuitados e aterrados nos blocos terminais, do lado do usuário.

Todos os materiais de pequenas dimensões, suscetíveis de extravio, tais como: parafusos, pinos, arruelas, etc., e materiais sujeitos a serem dobrados, riscados ou de qualquer outra forma avariados, deverão ser acondicionados em caixotes. Cada caixote deverá conter somente materiais de um único tipo e exibir, na parte externa, marcação que identifique o tipo e quantidade do material ali contido.

As peças sobressalentes deverão ser embaladas à parte e, além de satisfazer aos itens acima citados, deverão receber um cuidado especial para armazenamento por longo período e indicação, bem visível, de que se tratam de "peças sobressalentes".

No caso de materiais sujeitos a danos causados pela umidade, deverão ser usados revestimentos impermeáveis em forma de sacos ou invólucros selados com adesivo impermeável. Deverá ser providenciada proteção adequada mediante um absorvente de umidade como sílica-gel, que não danifique os mecanismos. Este item é obrigatório e imprescindível no caso de haver transporte marítimo.

Deverá ser dada proteção especial às peças frágeis, que deverão ser embaladas em almofadas crepecelulósicas ou em outro material de igual eficiência e colocados entre palha de madeira ou isopor. Estes itens deverão ser embalados em caixotes de madeira, reforçados com precauções especiais contra o risco de quebra.

Caso os volumes cheguem avariados ou em condições inadequadas nos locais designados, serão embalados novamente por conta do CONTRATADO, de modo que seu conteúdo seja convenientemente protegido durante o armazenamento no local de entrega.

## **4. PEÇAS SOBRESSALENTES E DISPOSITIVOS ESPECIAIS**

### **4.1 Objetivo**

Esta seção especifica os requisitos gerais aplicáveis às peças sobressalentes e ferramentas especiais a serem fornecidas sob este contrato.

### **4.2 Requisitos Gerais para Peças Sobressalentes**

As peças sobressalentes a serem fornecidas deverão obrigatoriamente ser idênticas às originais e serem intercambiáveis com as mesmas, sem necessidade de ajustes.

Todas as peças sobressalentes deverão ser embaladas de forma a suportar sem deterioração armazenagens por longos períodos, em caixas separadas das peças originais.



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

O CONTRATADO deverá indicar os preços das peças sobressalentes listadas adiante e das peças sobressalentes adicionais à lista apresentada, que considerar imprescindíveis para atender as garantias contratuais e necessárias a operação e manutenção do equipamento.

### 4.3 Peças Sobressalentes para os Transformadores

A lista de peças sobressalentes para os transformadores deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Duas (2) buchas de tensão inferior;
- b) Duas (2) buchas de tensão superior com canecos metálicos para proteção da porcelana e o respectivo suporte de armazenamento;
- c) Duas (2) buchas de neutro com conector;
- d) Dois (2) conjuntos completo de juntas para cada tipo de flangeamento sujeita a abertura durante a fase de montagem. Este conjunto deverá ser em aditamento àquele requerido para montagem no campo e operação inicial;
- e) Dois (2) termômetros indicadores de temperatura de óleo;
- f) Dois (2) conjuntos completo de peças sobressalentes para o sistema indicador de temperatura do enrolamento, incluindo um relé detetor de temperatura e um transformador de corrente de ajuste;
- g) Dois (2) indicadores magnéticos de nível de óleo;
- h) Dois (2) relés *Buchholz*;
- i) Duas (2) válvulas de alívio de pressão;
- j) Dois (2) secadores de ar a sílica-gel;
- k) Duas (2) membranas ou bolsas para o tanque de expansão;
- l) Duas (2) válvulas de cada tipo e tamanho fornecido;
- m) Dois (2) eletroventiladores completos para o sistema de resfriamento;
- n) Cinco por cento (5%) do total de todo o Fornecimento, no mínimo 1 (uma) peça de cada um dos diversos tipos de relés, contadores, transdutores, fusíveis, lâmpadas, indicadores, utilizados no quadro de controle do transformador e do sistema de resfriamento.

### 4.4 Requisitos Gerais para Dispositivos Especiais

O PROPONENTE deverá informar a necessidade ou não de dispositivos especiais para instalação e manutenção dos transformadores abaixadores..

## 5. INSTALAÇÃO E MONTAGEM

### 5.1 Objetivo

Esta seção estabelece os requisitos quanto aos serviços de instalação e montagem para os transformadores a serem fornecidos neste Contrato.

### 5.2 Geral

O CONTRATADO deverá designar um Supervisor de Montagem, que permanecerá na Obra durante a execução dos serviços e será responsável pela supervisão da instalação de todo equipamento fornecido e pela colocação do mesmo em operação definitiva.



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

---

O CONTRATADO, agindo por intermédio de seu Supervisor de Montagem, assumirá inteira responsabilidade pela supervisão e verificação da precisão técnica, correção e qualidade do trabalho de montagem.

### 5.3 Escopo dos Serviços de Supervisão de Montagem

As responsabilidades do CONTRATADO abrangem, mas não se limitam, aos trabalhos e atividades indicadas a seguir:

- Acompanhamento dos ensaios na obra descritos no capítulo “Ensaio”, do item ET-6;
- Acompanhamento do início de operação dos equipamentos; e
- Cooperação com os supervisores de montagem / instalação / comissionamento dos demais equipamentos, em particular com os supervisores dos sistemas de supervisão, controle e proteção da Estação de Bombeamento.

A Supervisão de Montagem somente estará concluída com a aprovação do equipamento em todos os ensaios na Obra.

O Supervisor de Montagem deverá notificar imediatamente a Contratante sempre que algum defeito for descoberto durante os ensaios. Se tal defeito for decorrência de erro no projeto ou fabricação dos equipamentos, será corrigido às custas do CONTRATADO.

Durante os ensaios caberá ao CONTRATADO fazer as correções e ajustes necessários ao equipamento, considerados de responsabilidade do CONTRATADO.

Depois de sanados todos os defeitos, o equipamento será novamente ensaiado para que fique demonstrado o seu perfeito funcionamento.

## 6. ENSAIOS

### 6.1 Objetivo

Esta seção estabelece os requisitos a serem atendidos nos ensaios que deverão ser realizados nos transformadores incluídos nesse Fornecimento.

### 6.2 Geral

Todos os ensaios deverão ser realizados de acordo com as revisões mais recentes das publicações ABNT, e NEMA aplicáveis, exceto quando especificado em contrário.

Todos os equipamentos a serem fornecidos deverão estar de acordo com todos os requisitos de ensaios e valores especificados, comprovados pelos relatórios, certificados de ensaios de tipo, referentes a ensaios atuais (máximo de 5 anos) realizados em equipamentos de mesmo projeto, de mesmos materiais e tecnologia. Caso contrário, o CONTRATADO deverá realizar os ensaios faltantes sem custo adicional para a CONTRATANTE.

Os dados de ensaio deverão ser acompanhados de uma declaração de que o equipamento que está sendo fornecido é similar ao equipamento no qual foi realizado o ensaio de tipo. Se não for similar, as diferenças deverão ser explicitadas.

Caso houver a necessidade da realização dos ensaios do tipo. Deverá ser fornecida uma descrição dos mesmos.

Deverá ser fornecido à CONTRATANTE, no mínimo 2 (dois) meses antes de ser iniciada a inspeção, o roteiro dos ensaios, constando de planilhas, características do equipamento e instrumentos, bem como os circuitos a serem utilizados.



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

---

Em qualquer caso, todas as partes não ensaiadas do equipamento deverão estar em conformidade, sob todos os aspectos, com aquelas partes do equipamento de mesmo projeto, tipo e características nominais que passaram nos ensaios requeridos.

### 6.3 Controle de Qualidade

O CONTRATADO deverá fornecer, todos os métodos de controle de qualidade dos principais materiais empregados nos equipamentos do fornecimento, incluindo os respectivos limites de aceitabilidade.

O controle de qualidade dos materiais deverá ser feito conforme segue:

- a) Chapa de núcleo.
  - Perdas magnéticas - ensaio de *Epstein*, conforme ASTM-343.69;
  - Fator de empilhamento, conforme ASTM-D-709-72;
  - Isolação das chapas, conforme ASTM-D-709-72.
- b) Materiais isolantes como papel e papelão utilizados na parte ativa.
- c) Densidade, gramatura, condutividade do extrato aquoso, resistência à tração, comprimento de ruptura e teor de cinzas, conforme ASTM-D-202-76a.
- d) Materiais condutores - Condutividade, conforme ASTM-B-1 93-72a.

#### 6.3.1 Acompanhamento de Fabricação

Pelo menos os seguintes itens poderão, a critério da CONTRATANTE, ser submetidos à inspeção em estágios apropriados durante a fabricação.

- a) Núcleo magnético - empilhamento e isolamento
- b) Enrolamentos - fabricação e montagem no núcleo
- c) Parte ativa - secagem
- d) Tanque e tampa - fabricação, teste de estanqueidade preliminar, preparação da superfície e aplicação dos processos de pintura.
- e) Buchas e TC's - ligações
- f) Transformador completamente montado - verificação dimensional.

### 6.4 Ensaios de Componentes

#### 6.4.1 Buchas

- a) Ensaios de Tipo

Para cada tipo de bucha deverão ser encaminhados à CONTRATANTE, em três vias, os certificados dos ensaios de tipo, constantes nas recomendações da NBR-5034.

Caso as buchas a serem utilizadas não tenham protótipo ensaiado, deverão então ser realizados todos os ensaios de tipo mencionados nas referidas recomendações.

Estes ensaios poderão ser feitos em laboratório de organizações independentes, ou caso haja acordo entre a CONTRATANTE e o CONTRATADO, no próprio laboratório deste, e na presença de Inspetor credenciado pela CONTRATANTE.

- b) Ensaios de rotina

Os ensaios de rotina especificados pela NBR-5034 deverão ser realizados em todas as buchas, inclusive nas sobressalentes.





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

---

### 6.4.2 Transformadores de corrente tipo bucha

- a) Deverão ser efetuados os seguintes ensaios de acordo com a ABNT-NBR) 6856.
  - Tensão induzida.
  - Tensão suportável à frequência industrial no(s) enrolamento(s) secundários durante um minuto.
  - Polaridade.
  - Determinação dos erros, segundo as exigências da classe de exatidão.
  - Verificação da relação de transformação com corrente nominal, com os TC's e montados no Transformador.
- b) O CONTRATADO deverá fornecer a curva de saturação do transformador de corrente tipo bucha.

### 6.4.3 Comutador de Derivações sem Tensão.

Cada comutador de derivações sem tensão, completamente montado, deverá ser submetido a quatro ciclos completos de comutação das derivações, para demonstrar que todas as derivações, contatos e mecanismos indicadores estão adequadamente montados, alinhados e livres de folgas excessivas, deformações ou fragilidade, para uma operação confiável no campo.

### 6.4.4 Equipamento de Resfriamento

Os ensaios de estanqueidade deverão ser executados em todos os componentes de resfriamento.

### 6.4.5 Quadro de Controle, Quadro de Terminais e Fiação

- a) Verificação da conformidade da fiação, ponto por ponto, com a última revisão dos desenhos de fiação.
- b) Ensaio funcional completo de todos os circuitos e dispositivos.
- c) Ensaios de tensão aplicada com frequência a 60 Hz, a seco, nos componentes, circuitos principais e de controle.

### 6.4.6 Dispositivos de Supervisão e Proteção

#### a) Ensaios de Tipo

Deverão ser realizados, em pelo menos um equipamento, ou serem enviados relatórios de ensaios oficiais, os seguintes ensaios:

- Determinação de capacidade de suportar sobrecorrente e sobre tensão.
  - Determinação de rigidez mecânica.
  - Determinação do erro causado pela variação de temperatura.
  - Determinação do tempo de vida com todos os seus elementos alimentados com corrente e tensão nominal.
  - Ensaios de simulação de funcionamento.
- b) Ensaios de rotina
- Determinação da exatidão dos dispositivos e levantamento das curvas características.
  - Ensaio de tensão aplicada a frequência industrial, durante um minuto.



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

---

### 6.4.7 Motores Elétricos

Os ensaios de rotina especificados pelas normas ABNT-NBR-5383 e NBR-7094 deverão ser realizados em todos os motores.

### 6.4.8 Ensaios no óleo Isolante

Durante os ensaios na fábrica, o inspetor recolherá amostras de óleo para realização de ensaios de cromatografia na CONTRATANTE. O critério de amostragem será o seguinte:

- uma amostra antes do início dos ensaios, de cada transformador
- uma amostra após a realização dos ensaios dielétricos, de cada transformador
- uma amostra após a realização do ensaio de elevação de temperatura.

Os procedimentos para coleta das amostras deverão estar de acordo com a norma NBR-7070 da ABNT.

### 6.5 Ensaios de Rotina

Serão feitos em cada transformador:

- a) resistência elétrica dos enrolamentos em todas as posições do comutador
- b) relação de tensões em vazio
- c) resistência de isolamento
- d) deslocamento angular e seqüência de fases
- e) perdas (em vazio e em carga)
- f) corrente de excitação
- g) impedância de curto-circuito
- h) ensaios dielétricos, previstos na NBR5356/93
- i) estanqueidade e resistência a pressão.
- j) verificação do funcionamento dos acessórios e calibração da imagem térmica após ensaio de elevação de temperatura de uma unidade. Os parâmetros aí levantados, serão utilizados na calibração das demais unidades.

#### 6.5.1 Ensaios Especiais

Serão feitos somente na primeira unidade

- a) Análise cromatográfica dos gases dissolvidos no óleo isolante
- b) Medição da potência absorvida pelos motores
- c) Ensaio de vácuo interno,
- d) Medição da impedância de seqüência zero

#### 6.5.2 Relatórios de Ensaios

Os relatórios de ensaio, sejam de tipo, rotina ou especial, deverão ser assinados pelos inspetor da CONTRATANTE. Para tal, a CONTRATANTE deverá receber cópias preliminares para aprovação e assinatura, uma semana após o término dos respectivos ensaios. Uma vez aprovado o documento, terá o CONTRATADO duas semanas para o fornecimento de quatro exemplares definitivos.

#### 6.5.3 Falhas em Ensaios





Se o equipamento não passar em determinado ensaio, o mesmo deverá ser reparado, com as partes defeituosas substituídas ou reprojatadas, se necessário for, sem qualquer ônus para a CONTRATANTE ou ampliação no prazo de entrega.

## 7. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E INFORMAÇÕES DE PROPOSTA

### 7.1 Características Garantidas

#### 7.1.1 Geral

Todos os dados declarados pelo fabricante nesta Seção deverão ser garantidos e informados antes da assinatura do contrato.

Os dados solicitados serão utilizados como parâmetros para efetuar a habilitação da Proposta. A sua não apresentação ou apresentação em desacordo com as Especificações Técnicas, inabilitará o Proponente.

Os ensaios para verificação dos valores garantidos serão realizados na fábrica do CONTRATADO e às custas do mesmo, em conformidade com as normas relacionadas nas Especificações Técnicas. Os valores garantidos deverão independer de quaisquer tolerâncias permitidas por norma e erros de medição, exceto onde especificado de forma diferente nos Documentos de Contrato.

#### 7.1.2 Transformadores Abaixadores

- a) Fabricante
- b) Tipo
- c) Potência nominal para qualquer derivação, com tensão nos terminais primários de 95% da nominal e elevação de temperatura das várias partes do transformador não ultrapassando em mais de 5°C as elevações obtidas em condições nominais, conforme previsto na NBR 5356, sobre a temperatura máxima do ar ambiente de 40°C(MVA) 18/23 ou 12/16
- d) Frequência nominal 60 (Hz)
- e) Tensão nominal do enrolamento de tensão inferior (kV) 6,9
- f) Tensão nominal do enrolamento de tensão superior (kV) 230
- g) Tensões das derivações do enrolamento de tensão superior
  - g.1) ( $U_N - 2 \times 2,5\%$ ) (kV)
  - g.2) ( $U_N - 1 \times 2,5\%$ ) (kV)
  - g.3) ( $U_N$ ) (kV)
  - g.4) ( $U_N + 1 \times 2,5\%$ ) (kV)
  - g.5) ( $U_N + 2 \times 2,5\%$ ) (kV)
- h) Níveis de Isolamento
  - h.1) do enrolamento de tensão inferior
    - h.1.1) Tensão suportável nominal de impulso atmosférico pleno (valor de crista) (kV)
    - h.1.2) Tensão suportável nominal de impulso atmosférico cortado (valor de crista) (kV)
    - h.1.3) Tensão suportável nominal à frequência industrial (valor e eficaz) (kV)



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

- h.2. do enrolamento de tensão superior
  - h.2.1. Tensão máxima (valor eficaz) (kV)
  - h.2.2. Tensão suportável nominal de impulso atmosférico pleno (valor de crista) (kV)
  - h.2.3. Tensão suportável nominal de impulso atmosférico cortado (valor de crista) (kV)
  - h.2.4. Tensão suportável nominal à frequência industrial, durante 1 min (valor eficaz) (kV)
- h.3. do terminal de neutro
  - h.3.1. Tensão suportável nominal à frequência industrial (valor eficaz) (kV)
  - h.3.2. Tensão suportável nominal de impulso atmosférico (valor de crista) (kV)
- i) Limite de elevação de temperatura dos enrolamentos, medida pelo método de variação de resistência (°C)
- j) Limite de elevação de temperatura do ponto mais quente dos enrolamentos (°C)
- k) Limite de elevação de temperatura do óleo, medida próxima à parte superior do tanque (°C)
- l) Limite de elevação de temperatura das partes metálicas em contato com ou adjacentes à isolação sólida (°C)
- m) Impedância de curto-circuito na base 23 MVA ou 16 MVA e 230 kV – 6,9 kV -85°C ≤ 14 (%)
- n) Impedância de seqüência zero na base 23 MVA ou 16 MVA e 230 kV – 6,9 kV (%)
- o) Potência de curto-circuito trifásico
  - o.1) do lado de baixa tensão (MVA)
  - o.2) do lado de alta tensão (MVA)
- p) Perdas (base de 23 MVA ou 16 MVA) em carga à temperatura de 85°C, com 50% de carga para derivações do secundário de:
  - p.1) (UN -2x2,5%) (W)
  - p.2) (UN - 1x2,5%) (W)
  - p.3) 230 kV (UN) (W)
  - p.4) (UN +1x2,5%) (W)
  - p.5) (UN +2x2,5%) (W)
- q) Perdas (base 23 MVA ou 16 MVA) em carga à temperatura de 85°C, com 75% de carga para derivações do secundário de:
  - q.1) (UN -2x2,5%) (W)
  - q.2) (UN - 1x2,5%) (W)
  - q.3) 230 kV (UN) (W)
  - q.4) (UN +1x2,5%) (W)



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

- q.5. ( $U_N + 2 \times 2,5\%$ ) (W)
- r) Perdas (base 23 MVA ou 16 MVA) em carga à temperatura de 85°C, com 100% de carga para derivações do secundário de:
  - r.1) ( $U_N - 2 \times 2,5\%$ ) (W)
  - r.2) ( $U_N - 1 \times 2,5\%$ ) (W)
  - r.3) 230 kV ( $U_N$ ) (W)
  - r.4) ( $U_N + 1 \times 2,5\%$ ) (W)
  - r.5) ( $U_N + 2 \times 2,5\%$ ) (W)
- s) Perdas em vazio:
  - s.1) à tensão nominal (W)
  - s.2) à 110% da tensão nominal (W)
- t) Corrente de excitação - base 23 MVA ou 16 MVA
  - t.1) à tensão nominal
  - t.2) a 110% da tensão nominal
  - t.3. apresentar a curva típica de saturação do núcleo, indicando o *knee point*, informar o método que foi usado para determinar a curva e o valor da reatância do núcleo ref
- u) Nível de ruído audível (dB)
- v) Ligação dos enrolamentos
- w) Deslocamento angular
- x) Tipo de isolamento
  - x.1) no enrolamento de tensão superior
  - x.2) no enrolamento de tensão inferior
- y) Material condutor dos enrolamentos
- z) Tipo de núcleo
  - aa) Pressão suportável no tanque, com óleo (kPa)
  - bb) Suportabilidade ao vácuo no tanque (kPa)
  - cc) Método de resfriamento segundo NBR-5356

### 7.1.3 Buchas de Tensão Inferior

- a) Tipo
- b) Tensão nominal (kV)
- c) Corrente nominal (A)

### 7.1.4 Buchas de Tensão Superior

- a) Tipo
- b) Tensão nominal (kV)



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

---

- c) Corrente nominal (A)
- d) Tensão suportável nominal à frequência industrial a seco (valor eficaz) (kV)
- e) Tensão suportável nominal de impulso atmosférico pleno (valor de crista) (kV)

### 7.1.5 Bucha de Neutro

- a) Tipo
- b) Tensão nominal (kV)
- c) Corrente nominal (A)

### 7.1.6 Transformador de Corrente tipo Bucha

- a) Transformador para bucha de neutro
  - a.1) Quantidade por bucha
  - a.2) Corrente nominal primária (A)
  - a.3) Relação de transformação
  - a.4) Carga nominal
  - a.5) Classe de exatidão
  - a.6) Fator térmico
- b) Intervalo de tempo entre curto-circuito e saturação do núcleo do TC(ms)

### 7.1.7 Sistema de Resfriamento

- a) Radiadores
  - a.1) Tipo
  - a.2) Quantidade
  - a.3) Capacidade de troca de calor por radiador/ventilador (kW)
- b) Ventiladores
  - b.1) Quantidade
  - b.2) Vazão nominal de cada ventilador (m<sup>3</sup>/h)
- c) Motores dos Ventiladores
  - c.1) Tensão (V)
  - c.2) Grau de proteção

### 7.1.8 Garantias de desempenho para o fornecimento e penalizações

#### 7.1.9 Garantias

Fornecedor deverá garantir o previsto em 7.1 - Características Garantidas, com referência ao desempenho dos Transformadores. Caso as perdas não satisfaçam os valores garantidos, comprovados durante os ensaios de perdas a ser realizado em fábrica, a CONTRATADA deverá efetuar as alterações no sentido de atendê-las, para todos os transformadores, sob pena de sofrer as penalizações que serão previstas no contrato.

## 7.2 Dados Técnicos

### 7.2.1 Geral



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

Quaisquer alterações dos dados técnicos discriminados a seguir, que venham a ser consideradas necessárias, depois da aceitação desta Proposta, para que o CONTRATADO forneça os equipamentos e os materiais de acordo com os Documentos de Contrato, estarão sujeitas à aprovação da CONTRATANTE e de modo algum eximirão o CONTRATADO de sua obrigação de fornecer os transformadores e suas partes nas condições contratadas.

### 7.2.2 Transformadores Abaixadores

a) Descrição resumida do transformador, partes principais, seus acessórios, instrumentação e sistemas auxiliares ref.

b) Normas utilizadas para fabricação e ensaios dos transformadores ABNT

c) Resistência a 65°C:

Enrolamento primário - tape 241,25 kV (ohms)

Enrolamento secundário (derivação correspondente à tensão nominal) (ohms)

d) Dimensões

d.1) Altura (para transporte) (mm)

d.2) Largura (para transporte) (mm)

d.3) Comprimento (para transporte) (mm)

d.4) Altura para levantamento da parte ativa (mm)

d.5) Desenho em planta com uma vista lateral, com todas as dimensões principais, incluindo a posição das buchas de AT e BT no transformador ref.

d.6) Desenho com dimensões, mostrando apoios para macacos e na base definitiva ref.

d.7) Desenho da gôndola para transporte, mostrando dimensões e raios mínimos de manobra ref.

e) Massas:

e.1) Transformador com óleo (sem radiadores) (kg)

e.2) Para levantamento da parte ativa (kg)

e.3) Peça mais pesada para transporte (kg)

f) Quantidade de óleo:

f.1) No tanque (kg)

f.2) No conservador (kg)

f.3) Total (inclusive para buchas e radiadores) (kg)

g) Características do material do núcleo

h) Tanque:

h.1) Material

h.2) Espessura da chapa (mm)

i) Suportabilidade ao vácuo:

i.1) Radiadores (Pa)



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

i.2) Conservador	(Pa)
7.2.3 Buchas de Tensão Superior	
a) Normas utilizadas para fabricação e ensaios das buchas	
b) Distância de escoamento	(mm)
c) Força máxima a ser aplicada com segurança no topo da bucha transversalmente	(N)
d) Volume de óleo utilizado por bucha	(litros)
e) Massa da bucha com óleo	(kg)
f) Desenho da bucha com dimensões	ref.
7.2.4 Buchas de Tensão Inferior	
a) Normas utilizadas para fabricação e ensaios das buchas	
b) Capacitância entre terminal e terra	(pF)
c) Força máxima a ser aplicada com segurança no topo da bucha transversalmente	(N)
d) Volume de óleo utilizado por bucha	(litros)
e) Massa da bucha com óleo	(kg)
f) Descrição completa da bucha	ref.
g) Desenho da bucha com dimensões	ref.
7.2.5 Bucha de Neutro	
a) Normas utilizadas para fabricação e ensaios das buchas	
b) Distância de escoamento	(mm)
c) Força máxima a ser aplicada com segurança no topo da bucha transversalmente	(N)
d) Desenho da bucha com dimensões	ref.
7.2.6 Transformador de Corrente tipo Bucha	
a) Normas utilizadas para fabricação e ensaios dos transformadores de corrente	
b) Curva de excitação secundária	ref.
c) Transformador para bucha de neutro:	
c.1) Resistência do secundário na derivação de maior corrente a 75°C	(ohms)
c.2) Corrente térmica nominal (I <sub>tn</sub> ) dos TC	
c.3) Corrente dinâmica nominal dos TC	
7.2.7 Sistema de Resfriamento	
a) Normas utilizadas para fabricação e ensaios do sistema de resfriamento	
b) Descrição resumida do sistema de resfriamento	ref.
c) Radiadores:	
c.1) Dimensões para transporte:	
c.1.1) Largura	(mm)
c.1.2) Comprimento	(mm)



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

---

- |   |          |
|---|----------|
| c.1.3) Altura   | (mm)     |
| c.2) Massa  | (kg)     |
| c.3) Volume de óleo em cada radiador                  | (litros) |
| c.4) Descrição completa dos radiadores                | ref.     |
| c.5) Desenhos detalhados dos radiadores com dimensões | ref.     |
| d) Ventiladores:                                      |          |
| d.1) Tipo   |          |
| d.2) Potência nominal do motor                        | (kW)     |

### 7.3 Cronogramas

Os Cronogramas deverão ser apresentados em forma de barras, completos, abrangendo todas as atividades, considerando as exigências e necessidades do empreendimento.

O cronograma de Projeto, Fabricação e Montagem deverá abranger todas as atividades, iniciando na data de assinatura do contrato e indicando o tempo esperado para ter todos os desenhos aprovados, fabricação, suprimento de matérias-primas e componentes, ensaios, preparo para transporte e transporte até a obra e todas as atividades da montagem na obra dos transformadores e incluir a mão-de-obra necessária.

ref.



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

---



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





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

ÍNDICE	PG.
<b>1. OBJETO E OBJETIVO</b>	<b>1</b>
1.1. Equipamentos, Materiais e Serviços Incluídos no Fornecimento	1
1.1.1. Subestação E1	1
1.1.2. Subestação E2	1
1.1.3. Subestação E3	1
1.1.4. Subestação E4	1
1.1.5. Subestação E5	1
1.1.6. Conector para Fixação dos Barramentos	1
1.1.7. Embalagem e Transporte	1
1.1.8. Documentação	1
1.1.9. Ensaios	2
1.2. Equipamentos, Materiais e Serviços Excluídos do Fornecimento	2
<b>2. NORMAS E UNIDADES</b>	<b>2</b>
<b>3. DOCUMENTOS PARA APROVAÇÃO</b>	<b>2</b>
3.1. Documentos a Serem Apresentados	2
<b>4. REQUISITOS TÉCNICOS</b>	<b>3</b>
4.1. Objetivo	3
4.2. Condições Ambientais	3
4.3. Materiais	4
4.4. Qualidade de Execução	4
4.5. Intercambialidade	4
4.6. Características Técnicas Isolador Suporte tipo Núcleo Sólido 242 kV	4
4.7. Instruções para Embalagem e Transporte	5
4.7.1. Geral	5
4.7.2. Procedimentos para Embalagem e Transporte	5
4.8. Características Construtivas	5
4.9. Geral	5
4.9.1. Porcelana	5
4.9.2. Partes Metálicas	6
4.9.3. Conectores	6
<b>5. INSPEÇÃO E ENSAIOS</b>	<b>6</b>
5.1. Geral	6
5.2. Ensaios de Tipo	7
5.3. Ensaios de Rotina	7
5.4. Ensaios de Aceitação	7
5.5. Retestes	8
<b>6. INFORMAÇÕES TÉCNICAS</b>	<b>8</b>
6.1. Geral	8
6.2. Dados de Fabricação	8
6.3. Dados Gerais para Isoladores Suporte, tipo Núcleo Sólido	8
6.4. Dados de Ensaios	8
6.5. Dados Técnicos e Características Garantidas para Isoladores Suportes tipo Núcleo Sólido	9



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

---

### 1. OBJETO E OBJETIVO

O objeto deste relatório é o Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional e seu objetivo abrange a descrição geral do fornecimento, define seus limites e as responsabilidades a serem assumidas pelo CONTRATADO para fornecer os isoladores suportes, tipo núcleo sólido, necessários para a implantação das subestações de 230 kV do Trecho V - Eixo Leste

O fornecimento inclui projeto, fabricação, inspeção, ensaios na fábrica, embalagem para transporte, transporte da fábrica até o canteiro de obras, supervisão de montagem, testes finais de campo e comissionamento dos isoladores suportes, tipo núcleo sólido necessários para a implantação das subestações de 230 kV.

#### 1.1. Equipamentos, Materiais e Serviços Incluídos no Fornecimento

##### 1.1.1. Subestação E1

Conforme Arranjo Geral - Planta nº EN.B/V.DS.EL.0100 e Arranjo Geral - Cortes nº EN.B/V.DS.EL.0101.

- Nove (09) Colunas de isoladores suporte, tipo núcleo sólido, 230 kV;

##### 1.1.2. Subestação E2

Conforme Arranjo Geral - Planta nº EN.B/V.DS.EL.0200 e Arranjo Geral - Cortes nº EN.B/V.DS.EL.0201.

- Nove (09) Colunas de isoladores suporte, tipo núcleo sólido, 230 kV;

##### 1.1.3. Subestação E3

Conforme Arranjo Geral - Planta nº EN.B/V.DS.EL.0300 e Arranjo Geral - Cortes nº EN.B/V.DS.EL.0301.

- Nove (09) Colunas de isoladores suporte, tipo núcleo sólido, 230 kV;

##### 1.1.4. Subestação E4

Conforme Arranjo Geral - Planta nº EN.B/V.DS.EL.0400 e Arranjo Geral - Cortes nº EN.B/V.DS.EL.0401.

- Nove (09) Colunas de isoladores suporte, tipo núcleo sólido, 230 kV;

##### 1.1.5. Subestação E5

Conforme Arranjo Geral - Planta nº EN.B/V.DS.EL.0500 e Arranjo Geral - Cortes nº EN.B/V.DS.EL.0501.

- Nove (09) Colunas de isoladores suporte, tipo núcleo sólido, 230 kV;

##### 1.1.6. Conector para Fixação dos Barramentos

##### 1.1.7. Embalagem e Transporte

O fornecimento inclui as embalagens e os serviços de transporte de todos os equipamentos, materiais e acessórios, a partir dos respectivos locais de origem, no Brasil ou no exterior, até o local da obra.

##### 1.1.8. Documentação

O fornecimento inclui o conjunto de desenhos, catálogos, manuais e demais documentos técnicos que caracterizam o fornecimento.



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

---

### **1.1.9. Ensaaios**

O fornecimento inclui a execução às custas do CONTRATADO, dos ensaios conforme especificado, em fábrica e/ou laboratório independente.

### **1.2. Equipamentos, Materiais e Serviços Excluídos do Fornecimento**

- a) Fundações e bases de concreto;
- b) Cabo de aterramento da coluna de isoladores.

## **2. NORMAS E UNIDADES**

Exceto quando especificado de outra forma, os equipamentos e seus componentes deverão ser projetados, fabricados e ensaiados de acordo com as Normas e Publicações aplicáveis das seguintes organizações:

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ANSI - American National Standards Institute
- IEC - International Electrotechnical Commission
- NEMA - National Electrical Manufacturers Association
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- AWS - American Welding Society

O proponente deverá indicar claramente em sua proposta por qual ou quais normas o equipamento será projetado, fabricado e ensaiado.

Todos os dados e dimensões deverão ser apresentados no Sistema Internacional de unidades.

## **3. DOCUMENTOS PARA APROVAÇÃO**

### **3.1. Documentos a Serem Apresentados**

O CONTRATADO deverá enviar para aprovação os desenhos e outros documentos com dados técnicos aplicáveis a seu Fornecimento, incluindo, mas não se limitando aos a seguir relacionados:

Cronograma de Documentos - Uma lista completa de todos os desenhos, dados técnicos e documentos de projeto, por título e número, que o CONTRATADO irá fornecer, com as respectivas datas de entrega. Este cronograma deverá seguir padrão a ser definido pelo CONTRATANTE, deverá ter espaço adequado para registrar o histórico de cada documento.

- a) Lista de Documentos - Documentos com número próprio, na qual deverão estar relacionados todos os Desenhos, Procedimentos e Ensaaios, Relatórios de Ensaaios e Manuais de Instruções, com os respectivos números e títulos;
- b) Cronograma de Fabricação e Fornecimento - Documento mostrando as diversas etapas de fabricação, incluindo o provisionamento e ensaios;
- c) Desenhos de Arranjo Geral - Desenhos de Conjunto, indicando a relação dos componentes, materiais e acessórios do equipamento principal, contendo todos os elementos necessários ao projeto da instalação, montagem e a manutenção, tais como, massas, dimensões, dados para fixação, alturas recomendadas, esforços limites, etc.



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

---

- d) Relatórios de Ensaios - Documento contendo pelo menos a relação dos ensaios realizados. O relatório propriamente dito, deverá fornecer além dos resultados, todos os dados necessários para a análise, interpretação e avaliação de cada ensaio.
- e) Desenhos de Transporte - Desenhos indicando o peso, dimensões máximas externas, centro de gravidade, pontos de içamento, recomendações e cuidados especiais para cada peça isolada ou embalagem a ser utilizada durante o transporte.
- f) Manual de Controle e Garantia da Qualidade - O CONTRATADO deverá preparar e submeter à aprovação um Manual de Controle de Qualidade, que deverá cobrir todas as atividades que implicarão na qualidade final e desempenho do Fornecimento, conforme diretrizes da norma ISO 9001.

Este Manual consistirá basicamente de três partes:

- Plano de Inspeção durante a Fabricação;
- Plano de Inspeção durante a Montagem;
- Plano de Comissionamento.

Cada uma das três partes conterá basicamente os itens abaixo, sem a isto se limitarem:

- Lista das etapas a serem controladas, fazendo referência aos Cronogramas de Fabricação, Montagem e Comissionamento;
- Lista das partes pertinentes das normas adotadas;
- Descrição de todos os métodos de controle para cada item citado na lista das etapas a serem controladas;
- Cópia de todos os protocolos a serem preenchidos. Tais protocolos serão específicos para este fornecimento.
- Lista de todos os instrumentos e aparelhos de medição necessários para cada etapa;
- Programa de ensaio, detalhando a seqüência de atividades, interdependência entre elas e o tempo previsto para sua execução completa;
- Relatórios das inspeções executadas durante a fabricação, que serão incorporados ao Manual à medida que forem sendo emitidos. O CONTRATADO deverá emití-los até 15 (quinze) dias após a execução dos ensaios. Tais relatórios deverão incluir resultados dos ensaios, curvas, cálculos de verificação, fórmulas utilizadas na determinação dos resultados, fotos ilustrativas e análises objetivas, quando for o caso.

## 4. REQUISITOS TÉCNICOS

### 4.1. Objetivo

Esta seção fixa os requisitos técnicos para o projeto e fabricação dos isoladores núcleo sólido objeto desse fornecimento.

### 4.2. Condições Ambientais

A subestação será construída em local onde a altitude é inferior a 1.000m em clima temperado. A temperatura média anual é de 24°C, sendo que as temperaturas mínimas e máxima são 0°C e 40°C, respectivamente.



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

---

A umidade relativa do ar pode alcançar valores de até 90% durante certos períodos do ano. A velocidade máxima do vento é de 126 km/h temperatura de 15°C.

A chuva não é bem distribuída durante o ano. A área de maior incidência pluviométrica registra uma média anual de 800 mm.

### 4.3. Materiais

Todos os materiais deverão ser da melhor qualidade técnica, isentos de defeitos e imperfeições, novos e de fabricação recente e de classificação e categoria indicadas nos Documentos de Contrato. Os materiais não especificamente descritos deverão ser os mais apropriados para os fins a que se destinam e deverão atender as últimas especificações aplicáveis da *American Society for Testing and Materials* (ASTM) ou outras Normas equivalentes aprovadas.

Todos os materiais, peças e montagem das mesmas, a serem utilizados no fornecimento, salvo onde especificados em contrário, deverão ser ensaiados de conformidade com as exigências das Normas aplicáveis da ABNT, ANSI, IEC, NEMA ou ASTM, ou com o melhor e mais moderno método técnico aprovado para o tipo e classe específicos do serviço.

### 4.4. Qualidade de Execução

A execução deverá ser da mais alta qualidade e de acordo com a melhor e mais moderna prática de fabricação de equipamentos de alta qualidade, independentemente de quaisquer omissões das presentes Especificações Técnicas. Deverá haver o maior grau possível de intercambialidade entre as peças.

A usinagem das peças substituíveis deverá ser rigorosa e segundo as dimensões especificadas de modo que as substituições feitas de acordo com os desenhos possam ser prontamente efetuadas.

As peças a serem soldadas deverão ser cortadas rigorosamente no tamanho adequado, suas arestas aparadas, cortadas a maçarico ou usinadas, de modo a satisfazer o tipo de soldadura exigida e a permitir a penetração da solda.

As peças a serem soldadas deverão estar isentas de ferrugem, graxa ou outros materiais estranhos, a uma distância de 50 mm das arestas preparadas para a solda. Todas as soldas deverão ser executadas pelo método do arco elétrico, de acordo com a *Standard Qualification Procedure* da AWS, ou Norma equivalente aprovada, e todos os soldadores designados para o serviço deverão estar devidamente qualificados de acordo com a AWS ou Norma equivalente.

### 4.5. Intercambialidade

Todas as seções de mesmo tipo e valores nominais deverão ser física e eletricamente intercambiáveis.

### 4.6. Características Técnicas Isolador Suporte tipo Núcleo Sólido 242 kV

- |  |            |
|--|------------|
| a) Altura total da coluna, desde as ferragens da base até a superfície do topo (mm): | 2.030      |
| b) Círculo de furação do topo (mm):  | 127        |
| c) Distância mínima de escoamento:   | (20 mm/kV) |
| d) Resistência à ruptura à flexão na base (mínimo) (N)                               | 6.500      |
| e) Resistência à ruptura à torção (m.N.):  | 10.000     |
| f) Resistência à ruptura à compressão (N):   | 340.000    |
| g) Resistência à ruptura à tração (N):   | 110.000    |



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

---

- h) Tensão crítica de descarga a seco sob impulso  $1,2 \times 50 \mu s$ , (kV - crista): 1.010
- i) Tensão suportável à impulso, atmosférico,  $1,2 \times 50 \mu s$  (kV - crista): 850
- j) Tensão suportável 1 min a seco em frequência industrial (kV - eficaz): 465
- k) Tensão suportável 10 Seg. sob chuva em frequência industrial (kV - eficaz) 385
- l) Tensão máxima de rádio interferência, a 1000 KHZ, para uma tensão de ensaio  
De 340 kV (Fase - Terra) ( $\mu V$ ): 500
- m) Tensão de extinção de corona visual (kV - eficaz): 154
- n) Cor da porcelana marrom

### 4.7. Instruções para Embalagem e Transporte

#### 4.7.1. Geral

As embalagens deverão ser suficientes para proteger o conteúdo de danos durante o transporte do local de fabricação até depois da chegada ao local da obra, em condições que envolvam bastante movimentação, transbordo, trânsito por estradas não pavimentadas, armazenamento prolongado, exposição à umidade e à possibilidade de roubo. Essa embalagem deverá estar de acordo com os requisitos mínimos descritos abaixo sem a eles se limitar necessariamente. O Fornecedor deverá usar seu próprio critério quanto à adequação das exigências solicitadas, sendo o único responsável pela entrega do fornecimento em bom estado e ordem.

#### 4.7.2. Procedimentos para Embalagem e Transporte

- a) As caixas, engradados e estrados deverão ser construídos de modo adequado às necessidades do embarque e cintados com fita de aço, nylon ou similar. A madeira usada deverá ser de bitola adequada a carga, isenta de falhas e bem seca.
- b) O equipamento pesado e/ou suas partes, quando não dispuserem de alças próprias para suspensão ou estas não forem utilizados, deverão ser colocados e parafusados sobre estrado devidamente reforçado para suportar e evitar empenos nas peças. Os equipamentos para instalação ao tempo, poderão ser embalados em engradados ou caixas abertas.
- c) Todos os materiais de pequenas dimensões, suscetíveis de extravio, tais como: parafusos, pinos, arruelas, etc., e materiais sujeitos a serem dobrados, riscados ou de qualquer outra forma avariados serão simplesmente acondicionados em caixotes. Cada caixote deverá conter somente material de um único tipo e exibir na parte externa, marcação que identifique o tipo e quantidade do material ali contido.

### 4.8. Características Construtivas

#### 4.9. Geral

Esta seção fixa os requisitos técnicos para o projeto e fabricação dos isoladores suportes, tipo núcleo sólido, objeto desse fornecimento.

Quando especificamos "suportes núcleo sólido", subentende-se o tipo núcleo maciço e o tipo multicorpo.

##### 4.9.1. Porcelana

O material isolante deverá ser porcelana, obtida por via úmida. A porcelana deverá ser de boa qualidade e isenta de defeitos que possam reduzir a vida útil do isolador.



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

---

A porcelana utilizada deverá ser não porosa, possui elevada rigidez, resistência mecânica, possuir alta temperatura de fusão e ser quimicamente inerte.

As superfícies deverão ser isentas de rugosidade e asperezas.

Todas as superfícies expostas deverão ser vitrificadas proporcionando uma superfície perfeitamente lisa e de coloração uniforme.

O vitrificado não poderá ser afetado por verificações bruscas de temperatura e deverá ser imune aos defeitos de ozona e/ou contaminação industrial.

Não serão aceitas peças com falhas de vitrificação.

### 4.9.2. Partes Metálicas

Todas as peças ferrosas expostas ao tempo deverão ser galvanizadas a quente, de acordo com a última revisão da Norma ASTM A - 153, e deverão suportar seis imersões durante os ensaios, de preece, de acordo com a última revisão de Norma ASTM A - 239.

A ferragem de fixação entre o isolador e o conector deverá ser fornecida com 4 furos 5/8" 11 UNC, profundidade 7/8", caso contrário o fabricante deverá fornecer parafusos, porcas e arruelas para fixação dos conectores ao isolador.

Os parafusos, porcas, arruelas, contraporcas e ferragens similares deverão ser galvanizados a quente, de acordo com a designação A - 153 da ASTM, ou deverão ser galvanizados eletroliticamente, e deverão suportar quatro imersões durante o ensaio de preece, de acordo com a ASTM - 239.

### 4.9.3. Conectores

As colunas de isoladores suporte deverão ser fornecidas com conectores suportes.

Para as Subestações E1 a E4

- Três (03) colunas de isoladores suportes deverão ser fornecidas com conectores suporte expansão/expansão, tipo soldados em liga de alumínio para tubos de alumínio Ø 5"IPS SCH40, círculo de fixação 127 mm, livres de corona para 230 kV;
- Seis colunas de isoladores suportes deverão ser fornecidas com conectores suporte para cabo de alumínio CAA 636 MCM, livres de corona para 230 kV.

Para a Subestação E5

- Nove colunas de isoladores suportes deverão ser fornecidas com conectores suporte para cabo de alumínio CAA 636 MCM, livres de corona para 230 kV.

## 5. INSPEÇÃO E ENSAIOS

### 5.1. Geral

Os isoladores suportes tipo núcleo sólido deverão ser submetidos aos ensaios de rotina e tipo como requerido nesta Especificação Técnica.

O custo dos ensaios de rotina e aqueles de tipo em que o CONTRATADO não tenha relatórios de ensaios como requerido, deverão ser incluídos no preço dos equipamentos indicados na Proposta.

Todos os ensaios deverão ser realizados de acordo com as revisões mais recentes das publicações ABNT, IEC, ANSI e/ou NEMA aplicáveis, exceto quando especificado em contrário.





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

Os isoladores suportes núcleo sólido s serem fornecidos deverão estar de acordo com todos os requisitos de ensaios e valores especificados neste documento, conforme deverão comprovar os certificados de ensaios, em forma de relatórios, a serem incluídos na proposta.

Os dados de ensaios deverão ser completos, incluindo-se desenhos que possam servir de referência a estes e deverão atestar claramente as datas da realização dos mesmos.

### 5.2. Ensaios de Tipo

Deverão ser realizados os seguintes ensaios de tipo em colunas de isoladores suportes, completos de acordo com as publicações ANSI C29 e C29 e IEC168.

- Tensão suportável a seco em frequência industrial;
- Tensão suportável sob chuva em frequência industrial;
- Tensão crítica de descarga a seco e sob chuva em frequência industrial;
- Tensão crítica de descarga sob impulso;
- Tensão suportável sob impulso atmosférico,  $1,2 \times 50 \mu\text{s}$ ;
- Tensão de rádio interferência. Este ensaio deverá ser realizado de acordo com a publicação NEMA 107
- Ensaios de corona visual;
- Ensaios de resistência mecânica e deflexão sob carga.

### 5.3. Ensaios de Rotina

Todos os isoladores suportes deverão ser submetidos aos seguintes ensaios de rotina, de acordo com a publicação 168 da IEC:

- Inspeção visual;
- Ensaios mecânicos de rotina;
- Ensaios elétricos de rotina.

### 5.4. Ensaios de Aceitação

Todos os ensaios de aceitação deverão ser realizados na fábrica ou em organizações independentes.

O número de amostras escolhidas para os ensaios deverão estar de acordo com a seguinte tabela:

N – NÚMERO DE COLUNAS DO LOTE	NÚMERO DE AMOSTRAS
$N \leq 100$ $100 < n \leq 500$ $500 < n$	Acordo entre comprador e fabricante 1% + $1,5n$ 1000





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

---

- Inspeção visual;
- Verificação das dimensões;
- Ensaio de ciclo térmico;
- Ensaio de porosidade;
- Ensaio destrutivo de flexão;
- Ensaio de galvanização.

### 5.5. Retestes

Se uma unidade da coluna de isolador, ou qualquer parte metálica falhar em qualquer dos testes de aceitação, uma nova quantidade de igual a duas vezes a quantidade inicial deverá ser submetida a reteste.

O reteste consiste na repetição do ensaio onde o material tenha falhado, precedido dos ensaios que tenham influenciado no resultado do teste original.

Se duas ou mais unidades das colunas ou partes metálicas falharem nos testes de aceitação, ou se qualquer unidade da coluna ou parte metálica falhar no reteste, o lote será separado e apreciado pelo fabricante, para posterior continuação.

Para a repetição dos ensaios a amostra deverá ser três vezes a original.

O tipo de ensaio onde o material tenha falhado deverá ser repetido, precedido dos ensaios que tenham influenciado no resultado do teste original.

Se alguma unidade da coluna ou parte metálica falhar nestes testes, o lote será recusado.

## 6. INFORMAÇÕES TÉCNICAS

### 6.1. Geral

Antes da assinatura do contrato o CONTRATADO deverá fornecer todas as informações abaixo relacionadas. Desenhos e dados deverão apresentar-se suficientemente claros e detalhados para possibilitarem uma avaliação completa e efetiva de como foram atendidas as disposições da presente especificação.

### 6.2. Dados de Fabricação

Tipo e designação do fabricante;

Relação de Normas que o CONTRATADO pretende utilizar na fabricação.

### 6.3. Dados Gerais para Isoladores Suporte, tipo Núcleo Sólido

Croquis de dimensões, incluindo a planta da base de montagem do topo e massa.

### 6.4. Dados de Ensaio

Relatórios completos de ensaios de tipo, relativos aos Isoladores Suporte idênticos ao proposto;

Relação e descrição dos ensaios de controle de qualidade dos materiais, acessórios e fabricação destes equipamentos;

Detalhes dos procedimentos, roteiros de ensaios que serão usados para ensaiar a performance do equipamento de acordo com as Normas padrões, bem como a descrição do local de realização dos mesmos.



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

---

### 6.5. Dados Técnicos e Características Garantidas para Isoladores Suportes tipo Núcleo Sólido

O proponente deverá garantir que as características do isolador suporte marcados com asterisco serão iguais ou superiores as indicadas.

Todas as informações aqui solicitadas deverão ser fornecidas pelo proponente.

- a) Massa de Isolador Suporte (kg):
- b) Diâmetro máximo da porcelana, (mm):
- c) Altura total da coluna (mm): (\*)
- d) Diâmetro do círculo de furação no topo (mm): (\*)
- e) Diâmetro do círculo de furação na base (mm):
- f) Distância mínima de escoamento (mm) (\*):
- g) Resistência à ruptura à torção (Nm) (\*):
- h) Resistência à ruptura à flexão na base (N)(\*):
- i) Resistência à ruptura à compressão (N):
- j) Resistência à ruptura à tração (N):
- k) Tensão crítica de descarga a seco sob impulso  $1,2 \times 50 \mu s$ , polaridade positiva (kV):
- l) Tensão crítica de descarga a seco sob impulso  $1,2 \times 50 \mu s$ , polaridade negativa (kV):
- m) Tensão suportável a impulso a seco  $1,2 \times 50 \mu s$  (kV)(\*):
- n) Tensão de descarga a seco em frequência industrial (kV)(\*):
- o) Tensão de descarga sob chuva em frequência industrial (kV)(\*):
- p) Tensão suportável 1 min. a seco em frequência industrial (kV)(\*):
- q) Tensão suportável 10 seg. sob chuva em frequência industrial (kV)(\*):
- r) Tensão máxima de rádio interferência a 1000 KHZ, para uma tensão de ensaio de 154 kV (fase-terra) (kV)(\*):
- s) Tensão de extinção do corona visual (kV)(\*):
- t) Cor da porcelana:
- u) Modelo do fabricante:



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

---



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



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

---

ÍNDICE	PG.
<b>1 - OBJETO E OBJETIVO.....</b>	<b>1</b>
1.1 - Equipamentos, Materiais e Serviços Incluídos no Fornecimento .....	1
1.2 - Equipamentos, Materiais e Serviços Excluídos do Fornecimento .....	2
<b>2 - NORMAS E UNIDADES .....</b>	<b>2</b>
<b>3 - DOCUMENTOS PARA APROVAÇÃO .....</b>	<b>2</b>
3.1 - Documentos a Serem Apresentados .....	2
<b>4 - REQUISITOS TÉCNICOS .....</b>	<b>4</b>
4.1 - Objetivo .....	4
4.2 - Condições Ambientais.....	5
4.3 - Materiais .....	5
4.4 - Qualidade de Execução.....	5
4.5 - Intercambiabilidade .....	5
4.6 - Fontes Auxiliares Disponíveis .....	5
4.7 - Características Técnicas TC-242kV .....	6
4.8 - Proteção Contra Corrosão .....	7
4.9 - Instruções para Embalagem e Transporte .....	9
4.10 - Características Construtivas.....	10
4.11 - Acessórios e Placas de Identificação.....	13
<b>5 - INSPEÇÃO E ENSAIOS.....</b>	<b>14</b>
5.1 - Geral .....	14
5.2 - Ensaio de Rotina .....	15
5.3 - Ensaio de Tipo .....	15
5.4 - Ensaio de Óleo .....	16
5.5 - Falhas nos Ensaio.....	16
<b>6 - INFORMAÇÕES TÉCNICAS .....</b>	<b>16</b>
6.1 - Geral .....	16
6.2 - Dados de Fabricação .....	16
6.3 - Dados Gerais para Transformadores de Corrente.....	16
6.4 - Dados de Ensaio .....	17
6.5 - Dados Técnicos e Características Garantidas.....	17



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

---

### 1 - OBJETO E OBJETIVO

O objeto deste relatório é o Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional e seu objetivo abrange a descrição geral do fornecimento, define seus limites e as responsabilidades a serem assumidas pelo CONTRATADO para fornecer os transformadores de corrente, necessários para a implantação das subestações de 230 kV do Trecho V - Eixo Leste

O fornecimento inclui projeto, fabricação, inspeção, ensaios na fábrica, embalagem para transporte, transporte da fábrica até o canteiro de obras, supervisão de montagem, testes finais de campo e comissionamento dos transformadores de corrente necessários para a implantação das subestações de 230 kV.

#### 1.1 - Equipamentos, Materiais e Serviços Incluídos no Fornecimento

##### 1.1.1 Subestação E1

Conforme diagramas unifilares nº EN.B/V.DS.EL.0102.

- Dezoito (18) transformadores de corrente, monofásico, 242kV, com dois (2) enrolamentos para proteção e um (1) para medição, relação 50/100/200/300/400:5A nos dois enrolamentos;

##### 1.1.2 Subestação E2

Conforme diagramas unifilares nº EN.B/V.DS.EL.0202.

- Doze (12) transformadores de corrente, monofásico, 242kV, com dois (2) enrolamentos para proteção e um (1) para medição, relação 50/100/200/300/400:5A nos dois enrolamentos;

##### 1.1.3 Subestação E3

Conforme diagramas unifilares nº EN.B/V.DS.EL.0302.

- Doze (12) transformadores de corrente, monofásico, 242kV, com dois (2) enrolamentos para proteção e um (1) para medição, relação 50/100/200/300/400:5A nos dois enrolamentos;

##### 1.1.4 Subestação E4

Conforme diagramas unifilares nº EN.B/V.DS.EL.0402.

- Doze (12) transformadores de corrente, monofásico, 242kV, com dois (2) enrolamentos para proteção e um (1) para medição, relação 50/100/200/300/400:5A nos dois enrolamentos;

##### 1.1.5 Subestação E5

Conforme diagramas unifilares nº EN.B/V.DS.EL.0502.

- Nove (09) transformadores de corrente, monofásico, 242kV, com dois (2) enrolamentos para proteção e um (1) para medição, relação 50/100/200/300/400:5A nos dois enrolamentos;

##### 1.1.6 Conectores Instalados nos Terminais dos TCs.

##### 1.1.7 Embalagem e Transporte

O fornecimento inclui as embalagens e os serviços de transporte de todos os equipamentos, materiais e acessórios, a partir dos respectivos locais de origem, no Brasil ou no exterior, até o local da Obra.

##### 1.1.8 Documentação

O fornecimento inclui o conjunto de desenhos, catálogos, manuais e demais documentos técnicos que caracterizam o fornecimento.

##### 1.1.9 Ensaios



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

---

O fornecimento inclui a execução, às custas do CONTRATADO, dos ensaios conforme especificado, em fábrica e/ou laboratório independente.

### 1.2 - Equipamentos, Materiais e Serviços Excluídos do Fornecimento

- a) Fundações e bases de concreto
- b) Todas as interligações elétricas e respectivos eletrodutos externos ao equipamento
- c) Cabo de aterramento dos transformadores de corrente

## 2 - NORMAS E UNIDADES

Exceto quando especificado de outra forma os equipamentos e seus componentes deverão ser projetados, fabricados e ensaiados de acordo com as Normas e Publicações aplicáveis das seguintes organizações:

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ANSI - American National Standards Institute
- IEC - International Electrotechnical Commission
- NEMA - National Electrical Manufacturers Association
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- AWS - American Welding Society

O CONTRATADO deverá indicar claramente por qual ou quais normas o equipamento será projetado, fabricado e ensaiado.

Todos os dados e dimensões deverão ser apresentados no Sistema Internacional de Medidas.

## 3 - DOCUMENTOS PARA APROVAÇÃO

### 3.1 - Documentos a Serem Apresentados

O CONTRATADO deverá enviar para aprovação os desenhos e outros documentos com dados técnicos aplicáveis a seu Fornecimento, incluindo mas não se limitando aos a seguir relacionados:

- a) Cronograma de Documentos - Uma lista completa de todos os desenhos, dados técnicos e documentos de projeto, por título e número, que o CONTRATADO irá fornecer, com as respectivas datas de entrega. Este cronograma deverá seguir padrão a ser definido pela CONTRATANTE, deverá ter espaço adequado para registrar o histórico de cada documento e deverá ser atualizado mensalmente.
- b) Lista de Documentos - Documentos com número próprio, na qual deverão estar relacionados todos os Desenhos, Procedimentos e Ensaios, Relatórios de Ensaios e Manuais de Instruções, com os respectivos números e títulos;
- c) Cronograma de Fabricação e Fornecimento - Documento mostrando as diversas etapas de fabricação, incluindo o provisionamento e ensaios;
- d) Desenhos de Arranjo Geral - Desenhos de Conjunto, indicando a relação dos componentes, materiais e acessórios do equipamento principal, contendo todos os elementos necessários ao projeto da instalação, montagem e a manutenção, tais como, massas, dimensões, dados para fixação, alturas recomendadas, esforços limites, etc.



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

---

- e) Diagramas Elétricos - Desenhos contendo todos os dados relativos a parte elétrica do equipamento, tais como, esquemático das ligações internas e externas, esquemas de fiação, características dos componentes, etc.
- f) Relatórios de Ensaios - Documento contendo pelo menos a relação dos ensaios realizados, a quantidade e o número de série dos equipamentos ensaiados. O relatório propriamente dito, deverá fornecer além dos resultados todos os dados necessários para a análise, interpretação e avaliação de cada ensaio.
- g) Desenhos de Transporte - Desenhos indicando a massa, dimensões máximas externas, centro de gravidade, pontos de içamento, recomendações e cuidados especiais para cada peça isolada ou embalagem a ser utilizada durante o transporte.
- h) Manual de Controle e Garantia da Qualidade - O CONTRATADO deverá preparar e submeter à aprovação um Manual de Controle de Qualidade, que deverá cobrir todas as atividades que implicarão na qualidade final e desempenho do Fornecimento, conforme diretrizes da norma ISO 9001.

Este Manual consistirá basicamente de três partes:

- Plano de Inspeção durante a Fabricação;
- Plano de Inspeção durante a Montagem;
- Plano de Comissionamento.

Cada uma das três partes conterá basicamente os itens abaixo, sem a isto se limitarem:

- Lista das etapas a serem controladas, fazendo referência aos Cronogramas de Fabricação, Montagem e Comissionamento;
  - Lista das partes pertinentes das normas adotadas;
  - Descrição de todos os métodos de controle para cada item citado na lista das etapas a serem controladas;
  - Cópia de todos os protocolos a serem preenchidos. Tais protocolos serão específicos para este fornecimento.
  - Lista de todos os instrumentos e aparelhos de medição necessários para cada etapa;
  - Programa de ensaio, detalhando a sequência de atividades, interdependência entre elas e o tempo previsto para sua execução completa;
  - Relatórios das inspeções executadas durante a fabricação, que serão incorporados ao Manual à medida que forem sendo emitidos. O CONTRATADO deverá emití-los até 15 (quinze) dias após a execução dos ensaios. Tais relatórios deverão incluir resultados dos ensaios, curvas, cálculos de verificação, fórmulas utilizadas na determinação dos resultados, fotos ilustrativas e análises objetivas, quando for o caso.
- i) Manual de Montagem, Manutenção e Operação - O CONTRATADO deverá preparar e submeter à aprovação um Manual de Montagem, Manutenção e Operação contendo todas as informações necessárias para a montagem, manutenção e operação do Fornecimento no campo. Este documento será considerado como único e final, válido para a montagem, manutenção e operação do Fornecimento.

O Manual de Montagem, Manutenção e Operação deverá incluir, mas não se limitar aos seguintes itens:



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

---

- Listagem e descrição detalhada de todas as atividades de montagem;
- Conjunto completo de desenhos específicos para montagem na Obra;
- Todos os desenhos que forem mencionados no manual deverão ser anexados a ele;
- Todos os protocolos de controle de montagem na Obra;
- Lista de todas as normas aplicáveis;
- Instruções de armazenagem a serem observadas na Obra;
- Todos e quaisquer requisitos a serem observados na Obra, que possam influir na futura qualidade de desempenho do equipamento.
- Indicação da quantidade estimada de força de trabalho durante a montagem na Obra e o número de supervisores de montagem recomendado pelo CONTRATADO.
- Frequência de inspeção dos diversos componentes do Fornecimento;
- Critérios a serem observados em cada inspeção, indicando todos os pontos a serem medidos, com os valores aceitáveis. Protocolos de inspeção pertinentes devem ser anexados;
- Detalhes e roteiro completo dos serviços de substituição dos componentes, incluindo esquemas e desenhos quando necessários;
- Período recomendado para a manutenção programada dos diversos componentes do Fornecimento;
- Cópias dos catálogos de todos os componentes fornecidos por Subfornecedores, incorporados ao Fornecimento;
- Coletânea de dados, medidas e ensaios mais importantes obtidos durante a montagem, extraídos do conjunto de protocolos de montagem e ensaios, com respectiva referência;
- Recomendações sobre tolerâncias de desgaste a fim de determinar épocas em que devem ser substituídos componentes, ou simplesmente sofrer manutenção;
- Lista de normas pertinentes.
- Descrição da filosofia de operação, modos de funcionamento e limites operativos;
- Descrição sucinta do princípio de operação do equipamento principal e de todos seus sistemas periféricos e acessórios;
- Instruções detalhadas de operação, descrevendo todas as etapas de funcionamento, cuidados e restrições operativas.
- j) "Data Book" - Caderno de ocorrências durante a fabricação, montagem e ensaios de cada equipamento, com todos os seus detalhes, principalmente relatórios de ensaios em fábrica e respectivos "data sheet".

### 4 - REQUISITOS TÉCNICOS

#### 4.1 - Objetivo

Esta seção fixa os requisitos técnicos para o projeto e fabricação dos equipamentos objeto desse fornecimento.





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

---

### 4.2 - Condições Ambientais

A subestação será construída em local, onde a altitude é inferior a 1.000 m em clima temperado. A temperatura média anual é de 24°C, sendo que as temperaturas mínima e máxima são 0°C e 40°C, respectivamente.

A umidade relativa do ar pode alcançar valores de até 90% durante certos períodos do ano. A velocidade máxima do vento é de 126 km/h a temperatura de 15°C.

A chuva não é bem distribuída durante o ano. A área de maior incidência pluviométrica registra uma média anual de 800mm.

### 4.3 - Materiais

Todos os materiais deverão ser da melhor qualidade técnica, isentos de defeitos e imperfeições, novos e de fabricação recente e de classificação e categoria indicadas nos Documentos de Projeto. Os materiais não especificamente descritos deverão ser os mais apropriados para os fins a que se destinam e deverão atender as últimas Especificações aplicáveis da *American Society for Testing and Materials* (ASTM) ou outras Normas equivalentes aprovadas.

Todos os materiais, peças e montagem das mesmas, a serem utilizados no fornecimento, salvo onde especificados em contrário, deverão ser ensaiados de conformidade com as exigências das Normas aplicáveis da ABNT, ANSI, IEC, NEMA ou ASTM, ou com o melhor e mais moderno método técnico aprovado para o tipo e classe específicos do serviço.

### 4.4 - Qualidade de Execução

A execução deverá ser da mais alta qualidade e de acordo com a melhor e mais moderna prática de fabricação de equipamentos de alta qualidade, independentemente de quaisquer omissões das presentes Especificações Técnicas. Deverá haver o maior grau possível de intercambiabilidade entre as peças.

As peças a serem soldadas deverão ser cortadas rigorosamente no tamanho adequado, suas arestas aparadas, cortadas a maçarico ou usinadas, de modo a satisfazer o tipo de soldadura exigido e a permitir a penetração da solda.

As peças a serem soldadas deverão estar isentas de ferrugem, graxa ou outros materiais estranhos, a uma distância de 50 mm das arestas preparadas para a solda. Todas as soldas deverão ser executadas pelo método do arco elétrico, de acordo com a *Standard Qualification Procedure* da AWS, ou Norma equivalente aprovada, e todos os soldadores designados para o serviço deverão estar devidamente qualificados de acordo com a AWS ou Norma equivalente.

### 4.5 - Intercambiabilidade

Todos os equipamentos de mesmo tipo e valores nominais deverão ser física e eletricamente intercambiáveis. Sempre que possível pequenas partes e dispositivos, deverão ser de projeto idêntico, assim como, mutuamente intercambiáveis e substituíveis.

### 4.6 - Fontes Auxiliares Disponíveis

São disponíveis para o que for necessário as seguintes tensões, com respectivas faixas de variação nos terminais do equipamento.

- 380 VCA, 60 Hz, sistema trifásico estrela aterrado, fornecido com uma variação de tensão de 342 a 418 V, para acionamento de motores.
- 220 VCA, 60 Hz, monofásico, fase- terra, fornecido com uma variação de tensão de mais ou menos 10%, para alimentação de aquecimento e iluminação interna ou eventualmente, tomadas.



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

### 4.7 - Características Técnicas TC-242kV

- a) Tensões nominais:
  - Tensão nominal (fase-fase, kV-eficaz): 230
  - Tensão máxima de operação contínua (fase-fase, kV-eficaz): 242
- b) Freqüência nominal (Hz): 60
- c) Neutro do sistema: Estrela efetivamente aterrado
- d) Polaridade: subtrativa
- e) Níveis de isolamento nominal:
  - Tensão suportável a impulso atmosférico (kV-crista):
    - ⇒ Onda plena: 850
    - ⇒ Onda cortada, 3 (três) microseg: 935
  - Tensão suportável, 60 Hz, 1 (um) minuto a seco e sob chuva (kV-eficaz): 360
  - Tensão suportável, 60 Hz, 1 (um) minuto entre o enrolamento secundário e a terra e entre os enrolamentos secundários (kV-eficaz): 2,5
- f) Tensão mínima de início e extinção de corona visual (fase-terra, kV-eficaz): 154
- g) Tensão máxima de rádio interferência a tensão fase-terra de 154 kV-eficaz (microvolt): 250
- h) Nível máximo de descargas parciais internas a tensão fase-terra de 154 kV-eficaz (pC): 10
- i) Correntes nominais:
  - Corrente mecânica de curta duração (kA-crista): 100
  - Corrente térmica de curta duração, 1(um) segundo (kA-eficaz): 40
- j) Fator térmico para todos os enrolamentos para temperatura ambiente de 40 °C: 1
- k) Números de enrolamentos secundários (um em cada núcleo):
  - Proteção: 2
  - Medição: 1
- l) Relações nominais de corrente:
  - Proteção: 50/100/200/300/400-5A
  - Medição: 50/100/200/300/400-5A
- m) Classe de exatidão (ABNT):
  - Proteção (em todas as relações): 10B100
  - Medição : 0,6 C 50
- n) Fator de Sobrecorrente: 20
- o) As características do TC deverão satisfazer as seguintes condições de religamento:
  - Religamento Tripolar com tempo mínimo de 0,4 segundo.



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

- Relação X/R: 23,61
- p) Outros requisitos:
  - Esforço Horizontal no topo do transformador e normal ao eixo do isolador (cantilever)(N): 2000
  - Esforço horizontal normal ao terminal do transformador(N): 1400
  - Esforço vertical no terminal do transformador(N): 1000
  - Terminais de alta tensão: 4 furos NEMA
  - Distância de escoamento(mm/kV): 20
  - Cor da porcelana: marrom
  - Elevação de temperatura acima da temperatura ambiente de 40 °C, nos pontos abaixo relacionados, com corrente máxima contínua de 1,3 In:
    - ⇒ Óleo (°C): 55
    - ⇒ Ponto mais quente (°C): 65
    - ⇒ Enrolamentos (°C): 55

### 4.8 - Proteção Contra Corrosão

#### 4.8.1 Geral

Os equipamentos a serem fornecidos segundo estas especificações deverão receber um dos seguintes tratamentos :

- a) Pintura
- b) Galvanização
- c) Galvanização e Pintura

O CONTRATADO deverá estabelecer proposta qual dos tratamentos especificados, será utilizado em cada parte metálica de seu equipamento.

#### 4.8.2 Proteção através de Pintura

- a) Preparo de superfícies para pintura

As superfícies de aço carbono, latão, bronze, alumínio, etc., deverão ser previamente limpas com solventes, a fim de remover os resíduos de óleo e graxa, remanescentes do processo de fabricação.

Nas superfícies de aço carbono, proceder ao jateamento abrasivo conforme Norma NBR 7348, para retirar toda a carepa de laminação, óxidos e impurezas estranhas, tais como: crostas, rebarbas e saliências. Resultando num grau de preparação de superfícies Sa 2 ½ conforme SIS 05 59 00 e num perfil de rugosidade médio de 50 micrometros.

- b) Pintura

O preparo de superfície e aplicação da tinta de fundo deve ocorrer dentro da mesma jornada de trabalho.

Durante aplicação das tintas, a umidade relativa do ar não deverá ser superior a 80%

Em nenhuma hipótese poderá ser aplicada tinta sobre superfícies úmidas.



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

---

Deverão ser obedecidas todas as especificações técnicas de preparação e aplicação, recomendadas pelo fabricante das tintas utilizadas.

O valor da aderência do esquema de pintura deve ser classificado entre Yo, Xo e Y1, X1 conforme ABNT MB 985.

- Tinta de fundo

Descrição da tinta: tinta de fundo a base de epóxi-poliamida pigmentada com óxido de ferro.

Número de demãos: 1 (uma)

Espessura por demão: 100 micrômetros

Cor: Vermelho óxido

- Tinta de acabamento

Descrição da tinta: tinta de acabamento a base de resina poliuretano-alifático com propriedade de retenção de cor e brilho.

Número de demãos: 2 (duas)

Espessura por demão: 35 micrômetros

Cor: Cinza-claro Ref. Munsell N-6,5

### 4.8.3 Proteção através de galvanização

#### a) Preparo de superfície

As superfícies metálicas de aço carbono deverão seguir os mesmos processos descritos no item 4.8.2.a desta Especificação Técnica.

#### b) Galvanização

Todos os parafusos, porcas, arruelas, contra-porcas e ferragens de montagem, fabricados de metais ferrosos, deverão ser zincados a quente de acordo com a norma ASTM-A-153, com exceção de arruelas de pressão, que deverão ser zincadas em banho eletrolítico.

Perfis, chapas, barras e fitas de aço forjado, deverão ser zincadas a quente, de acordo com a norma ASTM-A-123.

A zincagem das superfícies metálicas dos equipamentos somente deverá ser realizada após a conclusão dos tratamentos mecânicos de conformação e usinagem.

A espessura total da zincagem deverá ser de 70 micrômetros distribuída uniformemente na superfície das chapas.

### 4.8.4 Proteção através de galvanização e pintura

Quando a superfície a ser pintada é galvanizada ou de metais não ferrosos, deverá ser aplicado primer condicionador de aderência seguido do esquema de pintura descrito no item 4.8.3 desta Especificação Técnica.

Descrição: primer condicionador de aderência a base de resina epóxi-isocianeto alifático, pigmentado com óxido de ferro.

Número de demãos: 1 (uma)

Espessura por demão: 20 micrômetros

Cor: Vermelho Óxido



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

---

### 4.8.5 Informações Complementares

Todas as superfícies usinadas ou polidas, que pelo projeto não devam sofrer revestimento protetor (zincagem e/ou pintura) deverão ser rigorosamente limpas, revestidas com composto anti-oxidante facilmente removível e protegidas contra avaria até sua instalação.

As partes móveis, tais como dobradiças e outras, onde o revestimento protetor da superfície poderá descascar ou ser arranhado, deverão ser feitas em aço inoxidável ou materiais tais como: bronze, latão, alumínio, etc.

A pintura deverá ser concluída na fábrica, de forma que apenas retoques eventuais sejam efetuados no campo. A pintura deverá ser de tal qualidade que qualquer retoque no campo possa ser feito sem o uso de equipamentos especiais.

O fabricante deverá fornecer tinta suficiente para os retoques que possam ser necessários, motivados por danos de transporte ou montagem.

### 4.8.6 Cor

Os equipamentos para instalação externa deverão ser pintados, na cor cinza claro, notação *Munsell* N6.5.

Na parte interna dos tanques que é pintada, esta deve ser na cor branca, notação *Munsell* N9,5.

### 4.8.7 Durabilidade

O esquema de pintura aplicado deverá resistir a um período de 10 (dez) anos.

### 4.8.8 Tropicalização

O equipamento a ser fornecido segundo estas Especificações, deverá ser apropriado para o serviço e armazenagem com condições tropicais descritas na seção ET-4.2

Um verniz especial resistente a umidade e a fungos, deverá ser aplicado nas partes sujeitas ou favoráveis à formação de meio de cultura de fungos, devido a presença ou deposição de substâncias nutrientes, isto inclui os seguintes materiais: linho, nitrato de celulose, celulose regenerada, madeira não tratada, juta, materiais plásticos (empregando algodão, linho e serragem, como incorporantes) couro, cortiça, papel, papelão, fibras orgânicas, feltros orgânicos e outros produtos de origem animal ou vegetal em geral.

O verniz não deverá ser aplicado em qualquer superfície ou peças onde o tratamento interferirá na operação ou desempenho do equipamento.

## 4.9 - Instruções para Embalagem e Transporte

### 4.9.1 Geral

As embalagens deverão ser suficientes para proteger o conteúdo de danos durante o transporte do local de fabricação até depois da chegada ao local da obra, em condições que envolvam bastante movimentação, transbordo, trânsito por estradas não pavimentadas, armazenamento prolongado, exposição a umidade e a possibilidade de roubo. Essa embalagem deverá estar de acordo com os requisitos mínimos descritos abaixo sem a eles se limitar necessariamente. O CONTRATADO deverá usar seu próprio critério quanto à adequação das exigências solicitadas,, sendo o único responsável pela entrega do fornecimento em bom estado e ordem.

### 4.9.2 Procedimentos para embalagem e transporte



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

---

- a) As caixas, engradados e estrados deverão ser construídos de modo adequado às necessidades do embarque, e cintados com fita de aço, nylon ou similar. A madeira usada deverá ser de bitola adequada a carga, isenta de falhas e bem seca.
- b) O equipamento pesado e/ou suas partes, quando não dispuserem de alças próprias para suspensão ou estas não forem utilizadas, deverão ser colocados e aparafusados sobre estrado devidamente reforçado para suportar e evitar empenos nas peças. Os equipamentos para instalação ao tempo, poderão ser embalados em engradados ou caixas abertas. Todas as aberturas como das válvulas ou outras, rosqueadas ou não, deverão ser protegidas contra danos, poeira ou água a que estarão sujeitas durante o transporte e armazenamento.
- c) Os itens deverão ser separados e embarcados em fardos com até 6 (seis) metros de comprimento.
- d) A massa de cada fardo não deverá ultrapassar 1.500 kg e sempre que praticável as extremidades deverão ser protegidas.
- e) Todos os materiais de pequenas dimensões, suscetíveis de extravio, tais como: parafusos, pinos, arruelas, etc., e materiais sujeitos a serem dobrados, riscados ou de qualquer outra forma avariados serão simplesmente acondicionados em caixotes. Cada caixote deverá conter somente material de um único tipo e exibir na parte externa, marcação que identifique o tipo e quantidade do material ali contido.
- f) As porcas deverão vir atarraxadas nos respectivos parafusos.
- g) No caso de mercadorias suscetíveis a danos causados pela umidade, deverão ser usados revestimentos impermeáveis em forma de sacos ou invólucros selados com adesivo impermeável. Deverá ser providenciada proteção adequada mediante um absorvente de umidade como silica-gel, que não danifique os mecanismos. Estes procedimentos são obrigatórios e imprescindíveis no caso de haver transporte marítimo.
- h) Deverá ser dada proteção especial às peças frágeis que deverão ser embrulhadas em almofadas crepe-celulósicas ou em outro material de igual eficiência e colocadas entre palha de madeira ou isopor. Estes itens deverão ser embalados em caixotes de madeira, reforçados com precauções especiais contra o risco de quebra.

### **4.10 - Características Construtivas**

#### **4.10.1 Geral**

Esta Seção fixa os requisitos técnicos para o projeto e fabricação dos transformadores de corrente, objeto desse fornecimento.

#### **4.10.2 Detalhes Gerais de Construção**

O conjunto formado pelo equipamento e acessórios deverá ser totalmente auto-suportável para uso externo e apropriado para montagem vertical, sobre um suporte tipo pedestal.

Os transformadores de corrente deverão ser de construção tal que o tanque de aço soldado e a cobertura sejam completamente selados, contra contaminação e a infiltração de umidade.

A placa de base deverá ser fornecida com os furos dos parafusos, para montagem do transformador de corrente na posição vertical. O conjunto completo, incluindo-se a porcelana e todas as outras conexões e acessórios, deverá formar um invólucro selado, capaz de sustentar a pressão total desenvolvida dentro do invólucro, acima ou abaixo da pressão atmosférica, em condições específicas de operação e de temperatura ambiente.



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

---

Os transformadores hermeticamente selados deverão ser do tipo de pressão variável ou do tipo de pressão constante.

- a) Os transformadores do tipo de pressão variável deverão ser imersos em gás ou óleo e não deverão empregar respiradouros, membranas ou fole de qualquer tipo.
- b) Os transformadores do tipo pressão constante deverão ser hermeticamente selados e completamente imersos em óleo isolante e deverão empregar um fole de metal para manter uma pressão interna relativamente constante.

O uso de material do fole feito de borracha ou composto de borracha poderá ser aceitável, desde que seja comprovado estar em operação durante um período de pelo menos 5 anos. O CONTRATADO deverá demonstrar que os foles são adequados para operar sem falha por pelo menos 100.000 ciclos (define-se um ciclo, como sendo o percurso completo de extensão requerido para compensar a expansão e a contração total do óleo prevista, na faixa máxima de operação da temperatura especificada neste documento) ou caso o fole a ser fornecido seja um projeto comprovado, que tenha operado com sucesso nos sistemas de potência durante pelo menos 5 (cinco) anos. Quando são fornecidos foles no projeto de um transformador isolado em óleo, ele deverá ser completamente cheio com óleo sob alto vácuo.

Cada transformador imerso em óleo deverá ser fornecido com um indicador de nível de óleo legível, ao nível do chão, para indicar o nível apropriado do óleo.

Cada transformador imerso em gás deverá ser fornecido com medidor de pressão, com compensação de temperatura e com meios adequados de amostragem, retirada e reabastecimento do gás. Este medidor de pressão deverá ser legível do chão e completo, com um par de contatos, para operar um alarme remoto (fornecido por terceiros) no evento de baixa pressão do gás. Uma válvula deverá também ser fornecida, de forma que o medidor de pressão possa ser isolado do sistema.

Os transformadores de corrente deverão ser fornecidos com parafusos olhais ou alças, para levantamento do transformador de corrente completamente montado. Para possibilitar a remoção de qualquer parte para manutenção, deverá ser fornecido um meio adequado de levantamento.

Deverão ser fornecidas guias adequadas para dirigir o núcleo e as bobinas, quando estas forem removidas ou instaladas.

Cada transformador de corrente deverá ter uma derivação capacitiva, adequada para conexão ao equipamento de medição do fator de potência.

Cada transformador de corrente com primário formado por mais de uma espira deverá ser provido com um protetor derivação no primário ou "gap", para proteger adequadamente o enrolamento, dos efeitos de surtos. Caso o primário do transformador de corrente consistir de uma espira única, esta será fornecida com um protetor derivação ou "gap", ou ser capaz de suportar 3 (três) aplicações de uma onda de corrente de 10.000 amperes 10 x 20 microsegundos aplicada nos terminais. Caso o primário do transformador de corrente seja do tipo barra reta, nenhum protetor, ensaios de "gap" ou surto deverão ser requeridos. Onde os "gaps" forem fornecidos, estes deverão ser de construção resistente e acessíveis para manutenção.

A polaridade de todos os enrolamentos deverá ser claramente marcada no transformador e em todos os desenhos e diagramas, incluindo placas de identificação.

Os núcleos e as bobinas deverão ser fabricados e montados de acordo com as mais modernas técnicas e os materiais empregados deverão ser da melhor qualidade e do tipo mais indicado para uso no equipamento especificado.





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

---

Os núcleos deverão ser a prova de fadiga e deverão ter alta permeabilidade e baixa perda por histerese. As laminações deverão ser adequadamente isoladas e montadas de forma a minimizar as perdas.

As bobinas deverão ser submetidas a um processo aprovado de secagem. O líquido, *compound* ou verniz empregado deverá proteger totalmente a isolamento da ação do ar e da umidade.

### 4.10.3 Invólucro de Porcelana

Todas as buchas ou invólucros de porcelana deverão preencher os requisitos aplicáveis das mais recentes normas C57.13 e C76.1 da ANSI.

A porcelana empregada deverá ser fabricada por processo úmido e deverá ser homogênea, isenta de laminações, cavidades e outras falhas, ser bem vitrificada e impermeável a umidade. A vitrificação deverá ser uniforme na cor e isenta de bolhas, queimaduras e outros defeitos.

Todas as partes de um invólucro de porcelana montado, a menos das vedações, que poderão ser de qualquer forma expostas a atmosfera, deverão ser compostas de material completamente não-higroscópico, tais como o metal ou porcelana vitrificada.

A porcelana deverá ser formada, de preferência, em uma peça. Caso empregue-se a porcelana seccionada para obter-se o NBI especificado, as seções deverão ser ligadas por meio de acessórios de metal vedado e aparafusado. Juntas cimentadas não são aceitáveis.

Toda a porcelana deverá ser projetada e construída para estar em compressão durante todo o tempo, exceto nos esforços associados com as pressões internas de operação do ar ou gás.

Cada invólucro de porcelana deverá ser projetado, de forma que não haja esforço indevido de quaisquer partes, ocasionadas por mudanças de temperatura, e com meios adequados para acomodar a expansão ou deflexão dos condutores e partes transmissoras de corrente, resultantes das condições de sobrecarga ou transitória.

### 4.10.4 Caixas Terminais

As caixas terminais deverão ser fabricadas de aço, com espessura não inferior a 2,65 mm (nº 12 MSG).

As caixas terminais deverão ser providas com uma cobertura ou porta a prova de tempo e a prova de poeira. Um ferrolho ou outro dispositivo adequado deverá ser fornecido para uso com um cadeado.

Todas as caixas terminais deverão ser projetadas, para a entrada de conduites no fundo da caixa. As caixas deverão ser projetadas com amplo espaçamento, a fim de evitar interferência entre a fiação que entra, na parte de baixo e os acessórios montados próximos à caixa.

Todas as entradas para os conduites deverão ser furadas no campo, por terceiros. A caixa deverá ser fornecida com uma chapa no piso, removível, acessível e com vedação para este propósito.

As caixas terminais deverão ser montadas na caixa do transformador e deverão ser acessíveis do chão, com segurança, sem desenergizar quaisquer dos equipamentos de alta tensão.

Uma barra de terra ou parafuso de terra ou alça de terra adequada deverá ser incluída dentro da caixa terminal, com finalidade de aterramento.

### 4.10.5 Terminais de Alta Tensão

Cada transformador de corrente deverá ser fornecido com terminais apropriados a conectores de alumínio.





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

---

Os transformadores de corrente deverão ser fornecidos com conectores terminais reto, em liga de alumínio, barra chata quatro (04) furos NEMA e um cabo CAA 636 MCM, livre de corona para 230 kV.

Onde forem requeridas conexões de cobre com alumínio, as mesmas deverão ser projetadas adequadamente, de modo que seja assegurado que qualquer deterioração destas conexões seja mínima e fique restrita às partes não condutoras de corrente ou que não estejam submetidas a esforços.

### 4.10.6 Ligações à Terra

Um terminal de cobre, provido de um conector de bronze deverá ser fornecido em cada base ou tanque. O conector deverá ser apropriado para cabo de cobre de bitola variando 50 mm<sup>2</sup> (2/0 AWG) a 120 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG). Cada terminal de aterramento deverá ser fornecido com pelo menos 2 furos e os espaçamentos entre os furos deverão estar de acordo com as normas NEMA.

### 4.10.7 Terminais de Baixa Tensão

Todos os enrolamentos secundários dos equipamentos deverão ser levados, através de buchas com conexões sem solda, às réguas terminais, embutidas em caixas à prova d'água.

As réguas terminais das caixas terminais deverão possuir dispositivos para que seus terminais se auto-curto-circuitem quando da desconexão da carga.

### 4.10.8 Óleo

O óleo deverá ser de base naftênica e atender a norma CNP-18/85 tipo A do Conselho Nacional do Petróleo.

O óleo deverá ser do tipo mineral e livre de inibidores.

O óleo deverá ser do tipo facilmente encontrado no Brasil.

O Fabricante deverá informar na proposta as características físicas, químicas e elétricas.

## 4.11 - Acessórios e Placas de Identificação

### 4.11.1 Acessórios

Cada Transformador de Corrente deverá ser fornecido, no mínimo, com os seguintes acessórios:

- a) Terminal de alta tensão e respectivos conectores.
- b) Placas de identificação e diagramática.
- c) Olhais ou alças para içamento vertical do transformador de corrente com óleo e completamente montado.
- d) Caixa terminal individual.
- e) Terminal de aterramento e conector.
- f) Dispositivo de leitura do nível do óleo.
- g) Anéis de corona, caso requeridos pelo projeto.
- h) Câmara de expansão do óleo no topo da bucha.
- i) Protetor derivação no primário ou "gap", caso requerido pelo projeto.

### 4.11.2 Placas de identificação

Placas de Identificação de aço inoxidável, bronze fundido ou latão não sujeito a corrosão deverão ser instaladas em todos os equipamentos. Elas deverão ser gravadas ou cunhadas em



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

---

Português e deverão conter todas as informações aplicáveis, abaixo especificadas, juntamente com qualquer outra informação relevante que possa ser necessária.

Cada transformador de corrente deverá ter uma placa de identificação que contenha, no mínimo, as informações relacionadas abaixo:

- a) A expressão "Transformador de Corrente"
- b) Nome ou marca registrada do Fabricante.
- c) Tipo ou modelo do Fabricante.
- d) Número de série do Fabricante.
- e) Ano de fabricação.
- f) Número de identificação do livro de instrução.
- g) Norma tipo especificação, e ano de sua edição.
- h) Para uso interno ou externo.
- i) Diagrama dos enrolamentos, com marcação das relações de transformação e polaridade. Indicação esquemática do número de núcleos magnéticos do TC, bem como os respectivos enrolamentos secundários associados.
- j) Relações nominais.
- k) Tensão máxima de operação do equipamento.
- l) Nível de isolamento.
- m) Frequência nominal.
- n) Classe de exatidão e carga nominal de cada enrolamento.
- o) Fator térmico nominal.
- p) Massa total.
- q) Massa e tipo de óleo isolante.
- r) Corrente suportável nominal de curta duração e tempo de duração.
- s) Valor de crista nominal da corrente suportável.
- t) Indicação das ligações, se aplicável.
- u) Indicação de tempo mínimo para religamento e relação de X/R.

## 5 - INSPEÇÃO E ENSAIOS

### 5.1 - Geral

Os transformadores de corrente deverão ser submetidos aos ensaios de rotina e tipo como requerido nesta Especificação técnica.

O custo dos ensaios de rotina e aqueles de tipo em que o fornecedor não tenha relatórios de ensaios como requerido, deverão ser incluídos no preço dos equipamentos indicados na Proposta.

Todos os ensaios deverão ser realizados de acordo com as revisões mais recentes das publicações ABNT, IEC, ANSI e/ou NEMA aplicáveis, exceto quando especificado em contrário.

Todos os equipamentos a serem fornecidos deverão estar de acordo com todos os requisitos de ensaios e valores especificados neste documento, conforme deverão comprovar os certificados



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

---

de ensaios, em forma de relatórios. Caso contrário, o CONTRATADO deverá realizar os ensaios faltantes, sem custo adicional.

Os dados de ensaios de equipamentos de diferentes valores nominais, porém comparáveis àqueles propostos, poderão ser aceitos se, tais dados comprovarem que os equipamentos propostos estão em conformidade com os requisitos da especificação.

Os dados de ensaios deverão ser completos, incluindo-se desenhos que possam servir de referência a estes e deverão atestar claramente as datas da realização dos mesmos.

### 5.2 - Ensaios de Rotina

#### Geral

Os seguintes ensaios de rotina serão realizados na Fábrica, em todos os Transformadores de Corrente a serem fornecidos, todos de acordo com os itens indicados na Norma NBR 6856 e 6821 e ANSI C57.13.

- a) Ensaio de descargas parciais internas
- b) Ensaio de potencial aplicado ao primário
- c) Ensaio de potencial aplicado ao secundário
- d) Ensaio de potencial induzido
- e) Ensaio de estanqueidade

Todos os transformadores de corrente completamente montados, incluindo as coberturas, buchas, superfícies seladas por gaxetas e suportadas por flanges e com todos os demais elementos devidamente posicionados, deverão suportar uma pressão de óleo ou de ar de 0,07 MPa na superfície do óleo, durante um período de 1:00 h.

- f) Ensaio de polaridade
- g) Ensaio de medição de resistência dos enrolamentos
- h) Ensaio de medição do isolamento
- i) Ensaio de fator de potência do isolamento
- j) Ensaio de exatidão
- k) Levantamento das curvas de saturação para os núcleos de proteção.

### 5.3 - Ensaio de Tipo

Os seguintes ensaios de tipo deverão ser realizados em um Transformador de Corrente completo, de acordo com os itens indicados da Norma NBR 6856 e 6821 e ANSI C57.13, exceto quando especificado em contrário.

- a) Ensaio de capacidade mecânica e térmica de curto-circuito
- b) Ensaio de tensão suportável à impulso atmosférico
- c) Ensaio de tensão suportável, 60Hz, 1 Minuto; a seco e sob chuva
- d) Ensaio de elevação de temperatura
- e) Ensaio de RIV
- f) Este ensaio deverá ser realizado de acordo com a Publicação 107- 1964 (R-1971) da Norma NEMA.
- g) Ensaio de medição da impedância e excitação



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

---

- h) Ensaio de medição da tensão em circuito aberto
- i) Ensaio de aderência da pintura
- j) Ensaio de carga à flexão (Cantilever) no topo do equipamento e no terminal de A.T.

### 5.4 - Ensaio de Óleo

Deverá ser apresentado relatório dos ensaios ou um certificado do Fornecedor original do óleo embarcado pelo Fabricante no fornecimento deste equipamento.

### 5.5 - Falhas nos Ensaios

Se o equipamento não passar em determinado ensaio, o mesmo deverá ser reparado, com as partes defeituosas substituídas ou reprojatadas.

## 6 - INFORMAÇÕES TÉCNICAS

### 6.1 - Geral

Antes da assinatura do contrato deverão ser apresentadas todas as informações abaixo relacionadas. Desenhos e dados deverão apresentar-se suficientemente claros e detalhados para possibilitarem uma avaliação completa e efetiva de como foram atendidas as disposições da presente especificação.

Quaisquer correções ou modificações que possam vir a tornar-se necessárias nas informações prestadas, com a finalidade de atender todas as exigências do Contrato, estarão sujeitas a aprovação, e não eximem o CONTRATADO de fornecer o equipamento nas condições contratadas.

### 6.2 - Dados de Fabricação

Tipo e designação do Fabricante.

Relação de Normas que o CONTRATADO pretende utilizar na fabricação.

Histórico de serviços dos equipamentos com características iguais ou comparáveis aquelas dos equipamentos que estão sendo oferecidos, que o CONTRATADO tenha anteriormente fabricado incluindo descrição, valores nominais, nomes de compradores, locais de instalação, ano de fabricação e datas de energização.

### 6.3 - Dados Gerais para Transformadores de Corrente

Croquis de dimensões, incluindo a planta da base de montagem e massa.

Descrição geral da construção com detalhes sobre vedação e gaxetamento.

Características eletromagnéticas completas do núcleo, incluindo tipo de aço e classificação ASTM.

Fatores de correção, curvas de ângulo de fase e curvas de excitação, para todas as relações de transformação de cada transformador de corrente.

Especificação para o óleo isolante incluindo a quantidade suficiente para cada unidade. Descrição do sistema de preservação do óleo. Descrição do método de expansão e cumprimento das exigências descritas nesta Especificação.

Esquemático dos enrolamentos primários e secundários com as ligações dos terminais e indicação dos núcleos magnéticos do TC.



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

---

Descrição das buchas incluindo nome dos fabricantes, tipo, pesos, dimensões, materiais usados e processos de fabricação, esforço cantilever, distância de escoamento e certificados de testes em buchas similares.

Descrição do sistema de selo das buchas de alta e baixa tensão.

Descrição de todos os acessórios propostos.

### 6.4 - Dados de Ensaios

Relatórios completos de ensaios de tipo, relativos aos equipamentos idênticos ao proposto.

Relação e descrição dos ensaios de controle de qualidade dos materiais, acessórios e fabricação destes equipamentos.

Detalhes dos procedimentos, roteiros de ensaios que serão usados para ensaiar a performance do equipamento de acordo com as Normas padrões, bem como a descrição do local de realização dos mesmos.

### 6.5 - Dados Técnicos e Características Garantidas

O CONTRATADO deverá garantir, que as características de cada transformador de corrente, marcadas com asterisco serão equivalentes ou superiores às indicadas.

Todas as informações aqui solicitadas deverão ser fornecidas pelo CONTRATADO, para todos os equipamentos ofertados.

- a) Modelo do Fabricante :
- b) Tensões nominais :(\*)
  - Tensão nominal (fase-fase, kV-eficaz):
  - Tensão máxima de operação contínua (fase-fase, kV-eficaz):
- c) Frequência nominal (Hz) :(\*)
- d) Polaridade :(\*)
- e) Níveis de isolamento nominal :(\*)
  - Tensão suportável a impulso atmosférico (kV-crista):
    - ⇒ Onda plena :
    - ⇒ Onda cortada, 3 (três) microsegundos:
  - Tensão suportável, 60 Hz, 1 (um) minuto a seco e sob chuva (kV-eficaz):
  - Tensão suportável, 60 Hz, 1 (um) minuto entre o enrolamento secundário e a terra e entre os enrolamentos secundários (kV-eficaz):
  - Tensão suportável a impulso de manobra a seco e sob chuva (kV-crista) :
- f) Tensão mínima de início e extinção de corona visual (fase-terra, kV-eficaz) :(\*)
- g) Tensão máxima de rádio interferência a 110% da tensão máxima fase-terra (microvolt):(\*)
- h) Nível máximo de descargas parciais internas à 110% da tensão máxima fase-terra (pC):(\*)
- i) Correntes nominais:(\*)
  - Corrente secundária (A-eficaz):
  - Corrente mecânica de curta duração (kA-crista):
  - Corrente térmica de curta duração, 1 (um) segundo (kA-eficaz)



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

---

- j) Fator térmico para todos os enrolamentos para temperatura ambiente de 40° C :(\*)
- k) Números de enrolamentos secundários (um em cada núcleo):(\*)
  - Proteção :
  - Medição :
- l) Relações nominais de corrente:(\*)
  - Proteção :
  - Medição :
- m) Classe de exatidão :(\*)
  - Proteção (em todas as relações):
  - Medição (em todas as relações):
- n) Distância mínima de escoamento (cm):(\*)
- o) Fator de sobrecorrente: (\*)
- p) Proponente garante que as características do TC satisfazem as condições de religamento (sim ou não): (\*)
- q) Elevação de temperatura acima da temperatura ambiente de 40 °C, nos pontos abaixo relacionados, com corrente máxima contínua de 1,5 In:(\*)
  - Óleo (°C) :
  - Enrolamentos (°C) :
  - Ponto mais quente (°C):
  - Núcleos ( °C):
- r) Dimensões aproximadas totais externas do TC completo:
  - Comprimento (cm):
  - Largura (cm):
  - Altura (cm):
- s) Esforço para cálculo das fundações:
  - Massas aproximadas(kg):
    - ⇒ TC sem óleo :
    - ⇒ Óleo :
  - Esforços : (\*)
    - ⇒ Esforço mecânico aplicado no topo do TC (cantilever) (N):
    - ⇒ Esforço mecânico aplicado no terminal de alta tensão no sentido vertical (N):
    - ⇒ Esforço mecânico aplicado no terminal de alta tensão no sentido horizontal (N):
- t) Óleo
  - Tipo:(\*)
  - Fabricante: (\*)



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

---

- u) Processos de Pintura e/ou Galvanização :
  - Tanque
    - ⇒ Externa
    - ⇒ Interna
  - Caixa de terminais
  - Topo







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

---

ÍNDICE	PG.
1 - OBJETO E OBJETIVO.....	1
1.1 - Materiais e Serviços Incluídos no Fornecimento.....	1
2 - NORMAS E UNIDADES.....	3
3 - DOCUMENTOS PARA APROVAÇÃO.....	4
3.1 - Documentos a serem Apresentados.....	4
4 - REQUISITOS TÉCNICOS.....	6
4.1 - Objetivo.....	6
4.2 - Materiais.....	6
4.3 - Qualidade de Execução.....	7
4.4 - Instruções para Embalagem.....	7
4.5 - Características Construtivas.....	7
4.6 - Zincagem.....	10
5 - TESTES E INSPEÇÃO.....	11
6 - ANEXO.....	13



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

---

### 1 - OBJETO E OBJETIVO

O objeto deste relatório é o Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional e seu objetivo abrange a descrição geral do fornecimento, define seus limites e as responsabilidades a serem assumidas pelo CONTRATADO para fornecer as estruturas de aço suportes de equipamentos, barramentos e de entradas e saídas de linha, necessários para a implantação das subestações de 230 kV do Trecho V - Eixo Leste

O fornecimento inclui projeto, fabricação, inspeção, ensaios na fábrica, embalagem para transporte, transporte da fábrica até o canteiro de obras, supervisão de montagem, testes finais de campo e comissionamento das estruturas de aço suportes de equipamentos, barramentos e de entradas e saídas de linha necessários para a implantação das subestações de 230 kV.

#### 1.1 - Materiais e Serviços Incluídos no Fornecimento

##### 1.1.1 - Subestação E1

Conforme Arranjo Geral - Planta nº EN.B/V.DS.EL.0100 e Arranjo Geral - Cortes nº EN.B/V.DS.EL.0101.

##### 1.1.1.1 Subestação 230 kV

- Seis (06) vigas V1, de aço treliçado, conforme Anexo.
- Cinco (05) colunas CE com 20 m de altura, em aço treliçado, conforme anexo.
- Três (03) colunas CE com 11,75 m de altura em aço treliçado, conforme anexo.
- Duas (02) colunas CI com 20 m de altura em aço treliçado, conforme anexo.

##### 1.1.1.2 Suportes de Equipamento

- Doze (12) suportes para Pára-raios 230 kV de aço treliçado.
- Doze (12) suportes para Transformador de Potencial 230 kV de aço treliçado.
- Dois (02) suportes para Secionadores com Lâmina de Terra 230 kV de aço treliçado.
- Quatro (04) suportes para Secionadores sem Lâmina de Terra 230 kV de aço treliçado.
- Nove (09) suportes para Isolador de Pedestal 230 kV de aço treliçado.
- Quinze (15) suportes para Transformador de Corrente 230 kV de aço treliçado.

##### 1.1.2 - Subestação E2

Conforme Arranjo Geral - Planta nº EN.B/V.DS.EL.0200 e Arranjo Geral - Cortes nº EN.B/V.DS.EL.0201.

##### 1.1.2.1 Subestação 230 kV

- Seis (06) vigas V1, de aço treliçado, conforme Anexo.
- Cinco (05) colunas CE com 20 m de altura, em aço treliçado, conforme anexo.
- Três (03) colunas CE com 11,75 m de altura em aço treliçado, conforme anexo.
- Duas (02) colunas CI com 20 m de altura em aço treliçado, conforme anexo.

##### 1.1.2.2 Suportes de Equipamentos

- Doze (12) suportes para Pára-raios 230 kV de aço treliçado.
- Nove (09) suportes para Transformador de Potencial 230 kV de aço treliçado.
- Dois (02) suportes para Secionadores com Lâmina de Terra 230 kV de aço treliçado.



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

---

- Quatro (04) suportes para Seccionadores sem Lâmina de Terra 230 kV de aço treliçado.
- Nove (09) suportes para Isolador de Pedestal 230 kV de aço treliçado.
- Doze (12) suportes para Transformador de Corrente 230 kV de aço treliçado.

### 1.1.3 - Subestação E3

Conforme Arranjo Geral - Planta nº EN.B/V.DS.EL.0300 e Arranjo Geral - Cortes nº EN.B/V.DS.EL.0301.

#### 1.1.3.1 Subestação 230 kV

- Seis (06) vigas V1, de aço treliçado, conforme Anexo.
- Cinco (05) colunas CE com 20 m de altura, em aço treliçado, conforme anexo.
- Três (03) colunas CE com 11,75 m de altura em aço treliçado, conforme anexo.
- Duas (02) colunas CI com 20 m de altura em aço treliçado, conforme anexo.

#### 1.1.3.2 Suportes de Equipamentos

- Doze (12) suportes para Pára-raios 230 kV de aço treliçado.
- Nove (09) suportes para Transformador de Potencial 230 kV de aço treliçado.
- Dois (02) suportes para Seccionadores com Lâmina de Terra 230 kV de aço treliçado.
- Quatro (04) suportes para Seccionadores sem Lâmina de Terra 230 kV de aço treliçado.
- Nove (09) suportes para Isolador de Pedestal 230 kV de aço treliçado.
- Doze (12) suportes para Transformador de Corrente 230 kV de aço treliçado.

### 1.1.4 - Subestação E4

Conforme Arranjo Geral - Planta nº EN.B/V.DS.EL.0400 e Arranjo Geral - Cortes nº EN.B/V.DS.EL.0401.

#### 1.1.4.1 Subestação 230 kV

- Seis (06) vigas V1, de aço treliçado, conforme Anexo.
- Cinco (05) colunas CE com 20 m de altura, em aço treliçado, conforme anexo.
- Três (03) colunas CE com 11,75 m de altura em aço treliçado, conforme anexo.
- Duas (02) colunas CI com 20 m de altura em aço treliçado, conforme anexo.

#### 1.1.4.2 Suportes de Equipamentos

- Doze (12) suportes para Pára-raios 230 kV de aço treliçado.
- Nove (09) suportes para Transformador de Potencial 230 kV de aço treliçado.
- Dois (02) suportes para Seccionadores com Lâmina de Terra 230 kV de aço treliçado.
- Quatro (04) suportes para Seccionadores sem Lâmina de Terra 230 kV de aço treliçado.
- Nove (09) suportes para Isolador de Pedestal 230 kV de aço treliçado.
- Doze (12) suportes para Transformador de Corrente 230 kV de aço treliçado.

### 1.1.5 - Subestação E5

Conforme Arranjo Geral - Planta nº EN.B/V.DS.EL.0500 e Arranjo Geral - Cortes nº EN.B/V.DS.EL.0501.

#### 1.1.5.1 Subestação 230 kV



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

- Cinco (05) vigas V1, de aço treliçado, conforme Anexo.
- Quatro (04) colunas CE com 20 m de altura, em aço treliçado, conforme anexo.
- Duas (02) colunas CE com 11,75 m de altura em aço treliçado, conforme anexo.
- Duas (02) colunas CI com 20 m de altura em aço treliçado, conforme anexo.

### 1.1.5.2 Suportes de Equipamentos

- Nove (09) suportes para Pára-raios 230 kV de aço treliçado.
- Três (03) suportes para Transformador de Potencial 230 kV de aço treliçado.
- Um (01) suporte para Seccionadores com Lâmina de Terra 230 kV de aço treliçado.
- Três (03) suportes para Seccionadores sem Lâmina de Terra 230 kV de aço treliçado.
- Nove (09) suportes para Isolador de Pedestal 230 kV de aço treliçado.
- Nove (09) suportes para Transformador de Corrente 230 kV de aço treliçado.

### 1.1.6 - Embalagem e Transporte

O fornecimento inclui as embalagens e os serviços de transporte de todos os equipamentos, materiais e acessórios, a partir dos respectivos locais de origem, no Brasil ou no Exterior, até o local da obra.

### 1.1.7 - Documentação

O fornecimento inclui o conjunto de desenhos e demais documentos técnicos que caracterizam o fornecimento.

### 1.1.8 - Ensaaios

O fornecimento inclui a execução, as custas do CONTRATADO, dos ensaios conforme especificado em fábrica e/ou instalações independente.

### 1.1.9 - Equipamentos, Materiais e Serviços Excluídos do Fornecimento

- a) Fundações e bases de concreto;
- b) Cabos de aterramento das estruturas.

## 2 - NORMAS E UNIDADES

Os padrões a seguir enumerados, formam parte integrante destas Especificações Técnicas. Salvo diferentemente especificado, as estruturas, bem como seus componentes, deverão ser fabricados, testados e fornecidos de acordo com os requisitos das normas abaixo mencionadas, em suas últimas revisões, quando aplicáveis.

### Materiais

#### 1.1 Aço Estrutural

### Normas

ASTM A6, "Specifications for General Requirements for Delivery of Rolled Steel Plates, Shapes. Sheet Piling and Bars for Structural Steel";

ASTM A36, "Specification for Structural Steel";

ASTM A572 Gr50, "Specification for High Strength Low-Alloy Columbium Vanadium



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

	Steels for structural Quality”;
1.2 Parafusos-Degraus e Porcas	ASTM A394, “Specification for Galvanized Steel Transmission Tower Bolts and Nuts”;  ASTM A325, “Specification for High Strength Bolts for Structural Steel Joints Including Suitable Nuts and Plain Hardened Washers”.
1.3 Arruelas	ASTM A283, “Specification for Low and Intermediate Tensile Strength Carbon Steel Plates of Structural Quality”;
1.4 Contraporcas	SAE-1050/1060, hardened to 35 to 40 Rc.
1.5 Zincagem e Galvanização	ASTM B6, “Specification for zinc metal (Slab Zinc). Minimum purity equivalent to PRIME WESTERN”;  ASTM A90, Standard Methods of Test for Weight of Coating on Zinc Coated (Galvanized) Iron or Steel Articles;  ASTM A123, “Specification for Zinc (Hot-Galvanized) Coatings on Products Fabricated From Rolled, Pressed and Forged Steel Shapes, Plates, Bars and Strips”;  ASTM A153, “Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware”;  ASTM A143, “Specification for Recommended Practice Safeguarding against Embrittlement of Hot Galvanized Structural Steel Products and Procedure for Detecting Embrittlement”;  ASTM A239, “Specification for Test for Uniformity of Coating by the Preece Test (Copper Sulphate Dip) on Zinc-Coated (Galvanized) Iron or Steel Articles”;

### 3 - DOCUMENTOS PARA APROVAÇÃO

#### 3.1 - Documentos a serem Apresentados

O CONTRATADO deverá enviar para aprovação os desenhos e outros documentos com dados técnicos aplicáveis a seu Fornecimento, incluindo mas não se limitando aos a seguir relacionados:

- a) Cronograma de Documentos - Uma lista completa de todos os desenhos, dados técnicos e documentos de projeto, por título e número, que o CONTRATADO irá fornecer, com as respectivas datas de entrega. Este cronograma deverá seguir padrão a ser definido pelo CONTRATANTE, deverá ter espaço adequado para registrar o histórico de cada documento.
- b) Lista de Documentos - Documentos com número próprio, na qual deverão estar relacionados



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

---

todos os Desenhos, Procedimentos e Ensaios, Relatórios de Ensaios e Manuais de Instruções, com os respectivos números e títulos;

c) Cronograma de Fabricação e Fornecimento - Documento mostrando as diversas etapas de fabricação, incluindo o provisionamento e ensaios;

d) Desenhos de Arranjo Geral - Desenhos de Conjunto, indicando a relação dos componentes, materiais e acessórios do equipamento principal, contendo todos os elementos necessários ao projeto da instalação, montagem e a manutenção, tais como, massas, dimensões, dados para fixação, esforços limites, etc.

e) Memórias de Cálculos - Incluindo as combinações de cargas consideradas para o projeto das estruturas, indicando fórmulas de cálculos e métodos considerados, dimensões de todas as peças incluindo parafusos e chapas, e também, os cálculos e valores das cargas nas fundações.

f) Relatórios de Ensaios - Documento contendo pelo menos a relação dos ensaios realizados, a quantidade e o número de série dos equipamentos ensaiados. O relatório propriamente dito, deverá fornecer além dos resultados todos os dados necessários para a análise, interpretação e avaliação de cada ensaio.

g) Desenhos de Transporte - Desenhos indicando a massa, dimensões máximas, recomendações e cuidados especiais para cada peça isolada ou embalagem a ser utilizada durante o transporte.

h) Manual de Controle e Garantia da Qualidade - O CONTRATADO deverá preparar e submeter à aprovação um Manual de Controle de Qualidade, que deverá cobrir todas as atividades que implicarão na qualidade final e desempenho do Fornecimento, conforme diretrizes da norma ISO 9001.

Este Manual consistirá basicamente de três partes:

- Plano de Inspeção durante a Fabricação;
- Plano de Inspeção durante a Montagem;
- Plano de Comissionamento.

Cada uma das três partes conterá basicamente os itens abaixo, sem a isto se limitarem:

- Lista das etapas a serem controladas, fazendo referência aos Cronogramas de Fabricação, Montagem e Comissionamento;
- Lista das partes pertinentes das normas adotadas;
- Descrição de todos os métodos de controle para cada item citado na lista das etapas a serem controladas;
- Cópia de todos os protocolos a serem preenchidos. Tais protocolos serão específicos para este fornecimento.
- Lista de todos os instrumentos e aparelhos de medição necessários para cada etapa;
- Programa de ensaio, detalhando a sequência de atividades, interdependência entre elas e o tempo previsto para sua execução completa;
- Relatórios das inspeções executadas durante a fabricação, que serão incorporados ao Manual à medida que forem sendo emitidos. O CONTRATADO deverá emití-los até 15 (quinze) dias após a execução dos ensaios. Tais relatórios deverão incluir resultados dos ensaios, curvas, cálculos de verificação, fórmulas utilizadas na determinação dos resultados, fotos ilustrativas e análises objetivas, quando for o caso.

i) Manual de Montagem e Manutenção - O CONTRATADO deverá preparar e submeter à aprovação um Manual de Montagem e Manutenção contendo todas as informações necessárias



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

---

para a montagem e manutenção do Fornecimento no campo. Este documento será considerado como único e final, válido para a montagem e manutenção do Fornecimento.

O Manual de Montagem e Manutenção deverá incluir, mas não se limitar aos seguintes itens:

- Listagem e descrição detalhada de todas as atividades de montagem;
- Conjunto completo de desenhos específicos para montagem na Obra;
- Todos os desenhos que forem mencionados no manual deverão ser anexados a ele;
- Todos os protocolos de controle de montagem na Obra;
- Lista de todas as normas aplicáveis;
- Instruções de armazenagem a serem observadas na Obra;
- Todos e quaisquer requisitos a serem observados na Obra, que possam influir na futura qualidade de desempenho do equipamento.
- Indicação da quantidade estimada de força de trabalho durante a montagem na Obra e o número de supervisores de montagem recomendado pelo CONTRATADO.
- Frequência de inspeção dos diversos componentes do Fornecimento;
- Critérios a serem observados em cada inspeção, indicando todos os pontos a serem medidos, com os valores aceitáveis. Protocolos de inspeção pertinentes devem ser anexados;
- Detalhes e roteiro completo dos serviços de substituição dos componentes, incluindo esquemas e desenhos quando necessários;
- Período recomendado para a manutenção programada dos diversos componentes do Fornecimento;
- Cópias dos catálogos de todos os componentes fornecidos por Subfornecedores, incorporados ao Fornecimento;
- Coletânea de dados, medidas e ensaios mais importantes obtidos durante a montagem, extraídos do conjunto de protocolos de montagem e ensaios, com respectiva referência;
- Recomendações sobre tolerâncias de desgaste a fim de determinar épocas em que devem ser substituídos componentes, ou simplesmente sofrer manutenção;
- Lista de normas pertinentes.

## 4 - REQUISITOS TÉCNICOS

### 4.1 - Objetivo

Esta seção fixa os requisitos técnicos aplicáveis aos materiais, mão-de-obra, fabricação e zincagem das estruturas de aço objeto desse fornecimento.

### 4.2 - Materiais

Todos materiais empregados no fornecimento deverão ser de primeira qualidade, isentos de defeitos e imperfeições, de fabricação recente e de acordo com as categorias listadas neste documento.

Os materiais, não incluídos particularmente neste documento, deverão ser aqueles que melhor atendam ao propósito pretendido, devendo obedecer à revisão mais recente das normas da ASTM aplicáveis ao caso.

As tolerâncias nas dimensões e acabamentos serão aquelas descritas na última revisão da





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

---

norma ASTM-A6 “General Requerimentos for Delivery of Rolled Steel Plates, Shapes, Sheet Piling and Bars for Structural Use”;

No caso do CONTRATADO desejar utilizar materiais e normas que difiram das aqui citadas, deverá o mesmo estabelecer com exatidão os pontos em que houver modificação.

A execução de testes para avaliação do comportamento e qualidade de todos os materiais alternativos, será responsabilidade do CONTRATADO.

Não será permitido, em nenhuma hipótese, que elementos estruturais longos, tais como cantoneiras ou outros perfis, sejam fabricados por meio de dobramentos ou soldagem de chapas. Esses elementos deverão ser sempre perfis laminados.

### **4.3 - Qualidade de Execução**

A execução deverá ser da mais alta qualidade e de acordo com a melhor e mais moderna prática de fabricação, independentemente de quaisquer omissões das presentes Especificações Técnicas.

A usinagem das peças substituíveis deverá ser rigorosa e segundo as dimensões especificadas de modo que as substituições feitas de acordo com os desenhos possam ser prontamente efetuadas.

As peças a serem soldadas deverão ser cortadas rigorosamente no tamanho adequado, suas arestas aparadas, cortadas a maçarico ou usinadas, de modo a satisfazer o tipo de soldadura exigido e a permitir a penetração da solda.

As peças a serem soldadas deverão estar isentas de ferrugem, graxa ou outros materiais estranhos, a uma distância de 50mm das arestas preparadas para a solda. Todas as soldas deverão ser executadas pelo método do arco elétrico, de acordo com a “Standard Qualification Procedure” da AWS, ou Norma equivalente aprovada e todos os soldadores designados para o serviço deverão estar devidamente qualificados de acordo com a AWS ou Norma equivalente.

### **4.4 - Instruções para Embalagem**

Todas as peças projetadas com conexões aparafusadas deverão ser acondicionadas desmontadas para embarque, exceto se indicado em contrário.

Peças de comprimento maior que 6m deverão ser separadas em conjunto de mesmo comprimento. O peso máximo de cada conjunto será limitado a 1.500kg.

Todos os materiais de pequenas dimensões e susceptíveis de perda, tais como, parafusos, pinos, porcas, arruelas, etc., bem como materiais que possam ser empenados, riscados ou danificados de qualquer maneira, deverão ser acondicionados em caixas. Cada caixa deverá conter peças idênticas e deverá ser marcada adequadamente, pelo lado exterior, com o tipo e quantidade do material. O peso máximo de cada caixa será limitado a 60kg.

As cantoneiras de mesma dimensão e utilizadas no mesmo tipo de estrutura deverão ser acondicionadas em fardos amarrados por fitas galvanizadas.

Todas as porcas poderão ser acondicionadas com seus respectivos parafusos.

Esquemas do método de embalagem proposto para diversos conjuntos, deverão ser submetidos à aprovação, com a devida antecedência.

Antes do embarque, o CONTRATADO deverá proteger o Fornecimento contra perda, corrosão ou outros danos. O Fornecedor será responsável por danos ou perdas que resultem de embalagem imprópria, insuficiente, ou sem os devidos cuidados, durante o transporte.

### **4.5 - Características Construtivas**

#### **4.5.1 - Fabricação**





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

---

- a) Todas as estruturas deverão ser fabricadas segundo os desenhos do Anexo.
- b) O CONTRATADO incluirá todos os parafusos, porcas, arruelas, contraporcas e chapas necessárias para montagem no campo, com uma qualidade adicional de pelo menos 10% para cada diâmetro e comprimento.
- c) A fabricação e acabamento deverão estar de acordo com as modernas técnicas para estruturas de subestações, independentemente de quaisquer omissões neste documento ou desenhos de contrato.
- d) Todas as partes das estruturas deverão ser bem acabadas e isentas de dobras, empenamentos e mossas. Todos os componentes que estejam curvados ou dobrados deverão ser cuidadosamente retificados. Não será permitido o uso de processos que possam danificar ou inutilizar o material ou seu acabamento.
- e) Todos os parafusos, rasgos e rebaixos deverão ser executados com ferramentas próprias, bem afiadas de tal forma a se apresentarem com superfícies e arestas bem definidas, sem bordas irregulares ou farpas.

Os puncionamentos e cortes deverão ser executados cuidadosamente e todos os resultados destes trabalhos deverão Ter perfeito acabamento. As cantoneiras deverão Ter extremidades chanfradas a fim de embutir os filetes de solda nas emendas de sobreposição. Não serão permitidos cortes com maçaricos manuais.

- f) Todos os furos em aço estrutural de espessura inferior a 20,6mm (13/16”), deverão ser puncionados completamente, exceto quando diferentemente especificado nos desenhos. Furos indicados nos desenhos como executados por broca ou em peças com mais de 20,6mm (13/16”) de espessura, somente assim poderão ser feitos, ou então através de puncionamento parcial e alargamento posterior.

Os furos terão superfícies de corte regulares, sem farpas ou trincas.

Todas as rebarbas resultantes dos alargamentos ou broqueamentos serão removidos com ferramentas próprias para execução de chanfro de 1,6mm.

Todos os furos serão cilíndricos e de eixo perpendicular ao plano da face.

Furos próximos às curvas serão executados após a curvatura da peça, a fim de evitar distorções nos mesmo.

Não será permitida a utilização de maçaricos para abertura de furos.

- g) Todos os furos deverão Ter espaçamento em estrita concordância com os indicados nos desenhos e serão locados nas linhas de gabarito.

Para todos os orifícios de parafusos, a variação máxima na locação do indicado nos desenhos será de 0,8mm ou 0,1% da distância entre furos, permanecendo a menor.

- h) Todas as moldagens ou curvaturas durante a fabricação serão feitas por métodos que previnam fragilidade ou diminuição da resistência do material.

Todas as curvaturas com ângulo igual ou maior a doze (12) graus serão feitas a quente.

- i) Todas as peças deverão Ter suas identificações estampadas antes da zincagem.

Estas identificações não poderão Ter altura inferior a 12,7mm (1/2”) e profundidade menor que 0,8mm, localizadas sempre na mesma posição relativa em todas as peças, se possível fora da zona de tensão das mesmas. As marcações deverão ser perfeitamente visíveis após a zincagem, incluindo o tipo da estrutura e o número da peça.

- j) As dimensões dos parafusos e porcas deverão estar de acordo com a última revisão do padrão ANSI B18.2.



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

---

As roscas dos parafusos, antes da zincagem, serão as da série de roscas grossas, como especificado na última edição da norma ANSI B1.1 , com tolerância classe 2A.

### 4.5.2 - Detalhes de fabricação

Todas as estruturas, objeto desta Especificação Técnica, serão detalhadas para fabricação pelo CONTRATADO.

O CONTRATADO será responsável pela exatidão das dimensões, medidas e detalhes nos Desenhos de Detalhes e a aprovação destes desenhos não eximirá o Fornecedor desta responsabilidade. O CONTRATADO preparará desenhos completos para montagem. Lista de Material, de Parafusos, e Desenhos de Detalhes, que deverão conter, não sendo entretanto a isto limitadas, as seguintes informações:

- Localização, número e orientação de cada estrutura.
- Número e dimensões de todos os conectores.
- Dimensões, tipo de material e peso de cada membro de estrutura.
- Listagem de todas as dimensões de base das Estruturas.

Esta listagem deverá incluir as distâncias seguintes, referidas a pontos claramente definidos na estrutura, com máximas tolerâncias admissíveis estipuladas para cada uma delas.

- Distância transversal da linha de centro longitudinal da estrutura ao pé da mesma;
- Distância longitudinal da linha de centro transversal da estrutura ao pé da mesma;
- Distância diagonal do centro da estrutura ao pé da mesma;
- Dimensões longitudinais, transversais e diagonais entre o centro da estrutura e o centro das ancoragens dos pés;
- As dimensões deverão ser consideradas ao nível do terreno, afim de que possam ser usadas para confirmar a locação das fundações.

Os tubos, barras chatas e hastes não deverão ser usados para membros da estrutura.

Parafusos-degrau distantes de 40 a 50cm serão previstos e fornecidos em todas as estruturas, exceto nos 3m inferiores das pernas.

Os parafusos-degrau terão cabeças redondas e um comprimento livre de 13cm.

Dez por cento do número de cada tipo de parafuso, *palnut*, porca e arruelas usado na montagem de campo, será fornecido em excesso à quantidade normalmente necessária. Uma lista completa de parafusos, contendo seus comprimentos e as peças às quais serão destinados, será fornecida nos diagramas de montagem.

Todos os parafusos serão equipados com *palnut*. Outras alternativas para travamento de parafusos serão permitidas em adição, mas não em lugar dos *palnuts*.

O CONTRATADO deverá indicar o torque máximo e o sugerido para aplicação em todos os parafusos.

Os parafusos deverão ter tal comprimento de modo que as suas projeções além do *palnut*, quando apertados, não sejam menores que 3,2mm (1/8"), nem maiores que 9,5mm (3/8").

### 4.5.3 - Estruturas

As estruturas galvanizadas, auto suportáveis, deverão ser projetadas para cargas de serviço, conforme indicado no Anexo.

Os projetos finais das estruturas deverão ser substancialmente similares às silhuetas mostradas nos respectivos desenhos incluídos no Anexo, e obedecerão todos os requisitos de dimensões e



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

distâncias ali indicados.

Todas as peças de qualquer estrutura deverão ser projetadas de forma que as tensões nos membros e conexões, produzidas pela combinação mais desfavoráveis das cargas de serviço não excedam as tensões admissíveis.

O índice de esbeltez  $L/r$  não poderá exceder os seguintes valores:

### Membros Comprimidos

Pernas e peças baixas de travejamento	150
Todos os outros membros solicitados por esforços calculados	200
Membros não submetidos a esforços calculados	250

### Membros Tractionados

Contraventamento diagonal para pernas	250
Peças altas de travejamento	300
Todos os outros membros tracionados	300

As limitações dos índices de esbeltez para membros comprimidos aplicam-se àqueles membros submetidos a cargas axiais.

Se o detalhamento do membro conduzir a outras condições, estas deverão ser levadas em consideração.

A seção líquida das peças tracionadas deverá ser calculada de acordo com a última edição do Manual da AISC, considerando também o seguinte:

- A seção líquida será determinada tomando-se em consideração as duas faces das cantoneiras, mesmo que apenas uma esteja sendo usada na conexão. Deverão ser feitos descontos devidos aos furos.
- A seção líquida não poderá exceder 85% da total.

As estruturas poderão ser projetadas utilizando aço estrutural de resistência normal (ASTM A36) e/ou aço de alta resistência (ASTM A242, ou A572/50). Se for usada combinação de aços comuns e especiais, o Fornecedor deverá utilizar procedimentos adequados para controle de qualidade certificando-se do correto emprego de cada tipo na fabricação das peças.

Não poderão ser usados aços que sofram mudanças nas suas propriedades físicas ou tornarem-se frágeis devido a zincagem por imersão a quente.

Os parafusos e porcas deverão estar de acordo com os requisitos das normas ASTM A394 ou ASTM A325. Uma combinação destes dois tipos de parafusos não será permitida na mesma estrutura.

Contra porcas tipo *palnut* serão fabricadas a partir de aços com alto teor de carbono.

Arruelas planas e espaçadores serão fabricados com material de acordo com a norma ASTM A283.

### 4.6 - Zincagem

Todo o aço estrutural será zincado por imersão a quente após a fabricação, de acordo com a mais recente revisão da ASTM "Standard Specification for Zinc (Hot-Galvanized) Coatings on Products Fabricated from Rolled, Pressed and Forged Shapes, Plates, Bars and Strips, Designation A-123".

Parafusos, manilhas, parafusos-U, cavalotes, parafusos-escada, *palnuts*, arruelas planas e porcas deverão ser zincados de acordo com última revisão do ASTM "Standard Specification for



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

---

Zinc (Hot-Galvanized) Coatings on Products Fabricated from Rolled, Pressed and Forged Shapes, Plates, Bars and Strips, Designation A-123”.

As porcas deverão ser rosqueadas após a zincagem a fim de serem colocadas com facilidade nos parafusos zincados.

O peso médio da camada de zinco será determinada de acordo com ASTM-90 “Methods of Test for Weight of Coating on Zinc-Coated (Galvanized) Iron or Steel Articles”.

A zincagem deverá resistir a pelo menos 6 (seis) imersões de 1 minuto durante o teste *Preece*, sem quaisquer sinais aparentes de depósitos de cobre no aço.

Para peças rosqueadas tais como parafusos e porcas e para bordas finas de cantoneiras, quatro imersões de 1 minuto são requeridas.

Material rejeitado devido a pontos falhados, espessura inadequada de zincagem ou outros defeitos, deverá ser totalmente raspado e re-zincado, ou ter suas partes defeituosas corrigidas.

Poderá ser exigido do CONTRATADO um certificado de pureza de Zinco, assim como uma verificação da composição do respectivo banho.

### 5 - TESTES E INSPEÇÃO

Todos os artigos, materiais e suprimentos fornecidos, serão submetidos à rígida inspeção e testes e nenhum trabalho será aceito sem que todos os testes, análises e inspeções tenham sido realizados, aprovados os relatórios finais e as garantias dos fabricantes aceitas.

O CONTRATADO deverá encaminhar quatro cópias de cada encomenda de material, adquirida ou providenciada pelo mesmo para uso na fabricação dos itens a serem fornecidos sob estas Especificações Técnicas, o que requererá inspeção antes do embarque. Estas cópias deverão conter o local de origem destes materiais e indicarão a observância a estas Especificações Técnicas do material a ser fornecido.

Exceto quando de outra forma indicado, todos os materiais serão testados de acordo com as normas ASTM aplicáveis ou outros métodos aceitos.

O CONTRATADO deverá informar o andamento da fabricação e testes, de modo que as providências para inspeção possam ser tomadas. Exceto onde especificamente dispensado, todos os testes serão feitos em presença de um inspetor devidamente autorizado. Os resultados dos testes deverão ser apresentados de maneira que possa ser verificada a obediência às Especificações Técnicas aplicáveis. Cópias autenticadas dos relatórios de testes deverão ser encaminhadas em quatro vias, tão logo sejam concluídos os testes.

A aceitação de materiais ou dispensa de inspeção não eximirá, de nenhuma forma, a responsabilidade do CONTRATADO pelos itens, materiais e suprimentos fornecidos que satisfaçam os requisitos destas Especificações Técnicas. Quaisquer itens ou materiais que venham a demonstrar defeitos devido à fabricação não adequada, embora tendo sido testados satisfatoriamente, ou quaisquer outros materiais defeituosos cujas falhas tenham sido constatadas durante a inspeção ou montagem, serão rejeitados e deverão ser substituídos pelo CONTRATADO, sem custos adicionais.

O Fornecedor deverá elaborar testes e inspeções adequadas para determinar se o material fornecido está estritamente de acordo com esta Especificação Técnica, o que será feito cumulativamente com as providências tomadas pelo comprador no sentido de inspecionar, aceitar ou rejeitar o material fabricado pelo CONTRATADO, em sua própria Fábrica. No caso de material defeituoso ser entregue no Canteiro de Obras, quaisquer despesas com a correção das falhas ou substituições do mesmo



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

---

correrão por conta do Fornecedor, a despeito da aceitação anterior feita na Fábrica.

Os representantes indicados terão livre acesso em todas as dependências da Fábrica envolvidas com a fabricação do material encomendado, a qualquer tempo durante o período de vigência do Contrato. O CONTRATADO deverá, sem ônus, oferecer aos representantes facilidades para que estes possam constatar que as estruturas estão sendo fornecidas em estrita concordância com estes Documentos de Contrato.

Deverão ser entregues cópias dos certificados da laminação, mostrando as propriedades físicas e químicas de cada lote de material a ser utilizado na fabricação das estruturas, objeto deste contrato.

O CONTRATADO deverá encaminhar cópias autenticadas dos certificados de testes de parafusos, de acordo com a ASTM A-394 e ASTM A-325 onde aplicável.

O CONTRATADO deverá encaminhar cópias autenticadas dos relatórios de testes visuais, dimensionais e mecânicos realizados nos cavalotes, manilhas, parafusos-U e materiais similares.

A despeito da inspeção realizada no material, deverá ser encaminhado cópias autenticadas do “Certificado de Inspeção” para tratamentos à base de zinco (galvanização por imersão a quente) em aço estrutural.

Este certificado deverá conter o seguinte:

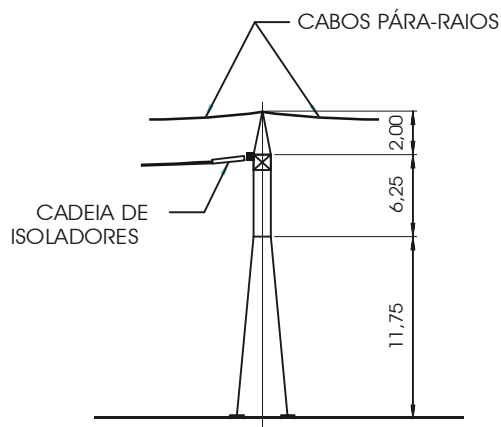
- Número da Encomenda.
- Data da Inspeção.
- Número das peças testadas para determinação do peso da camada de zinco, com os pesos máximo, mínimo e médio de cada.
- Número de rejeições devido a zincagem defeituosa e natureza do defeito.

Todo o material fornecido e todo o trabalho de fabricação será submetido à rígida inspeção. Nenhum material será despachado sem que prévia inspeção na Fábrica tenha sido feita e certificados de testes e análises tenham sido aceitos.

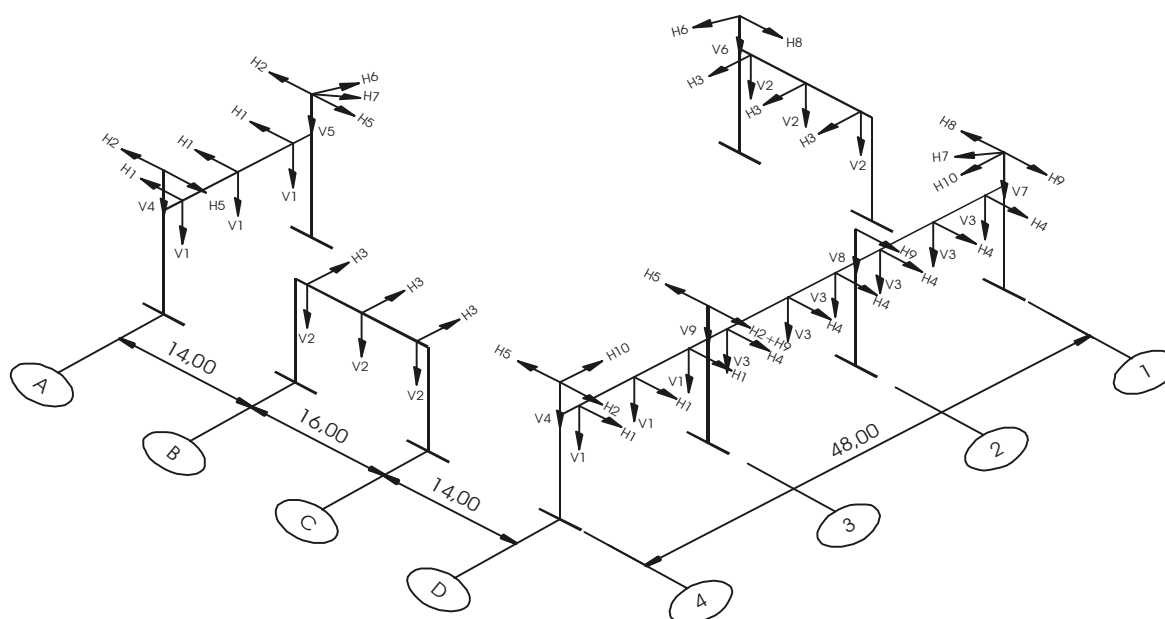


## Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

### 6 - ANEXO



CARGAS (Kg)	
H1 = 500	V1 = 100
H2 = 200	V2 = 100
H3 = 200	V3 = 100
H4 = 500	V4 = 100
H5 = 50	V5 = 90
H6 = 50	V6 = 30
H7 = 50	V7 = 100
H8 = 50	V8 = 50
H9 = 200	V9 = 150
H10 = 50	



- 1 Dimensões em metro.
- 2 Os esforços podem ser horizontais ou inclinados no plano vertical até 30°. em planta poderão fazer ângulos até 25° com a normal da estrutura.
- 3 Não estão indicados os esforços devido à ação do vento sobre as estruturas e cabos condutores.
- 4 Deverão ser consideradas cargas verticais de 150kg no centro de cada viga (dois homens trabalhando).
- 5 Considerada primeira torre a 100m do pórtico.



## Parte 8: Quadros de Distribuição MT-7,2kV e Dispositivo de Partida

---



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

ÍNDICE	PG
<b>1 - OBJETO E OBJETIVO.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Equipamentos, Materiais e Serviços Incluídos no Fornecimento.....</b>	<b>1</b>
1.1.1 Estação de Bombeamento EB-V1 .....	1
1.1.2 Estação de Bombeamento EB-V2 .....	1
1.1.3 Estação de Bombeamento EB-V3 .....	1
1.1.4 Estação de Bombeamento EB-V4 .....	1
1.1.5 Estação de Bombeamento EB-V5 .....	1
1.1.6 Estação de Bombeamento EB-V6 .....	2
1.1.7 Peças Sobressalentes e Ferramentas Esp. ....	eciais 2
1.1.8 Ensaios de Tipo e de Rotina .....	2
1.1.9 Embalagem e Transporte .....	2
1.1.10 Documentação .....	2
1.1.11 Coordenação e Seletividade das Proteções .....	2
1.1.12 Supervisão de Montagem .....	2
<b>1.2 Desenhos de Referência.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Equipamentos, Materiais e Serviços Excluídos do Fornecimento .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Desenhos e Documentos Técnicos do CONTRATADO .....</b>	<b>3</b>
1.4.1 Apresentação .....	3
1.4.2 Desenhos e documentos a serem enviados para aprovação .....	4
<b>1.5 Cooperação do CONTRATADO com Terceiros.....</b>	<b>6</b>
<b>2 - NORMAS TÉCNICAS.....</b>	<b>7</b>
<b>3 - REQUISITOS TÉCNICOS GERAIS .....</b>	<b>7</b>
<b>3.1 Objetivo.....</b>	<b>7</b>
3.1.1 Condições Ambientais.....	7
3.1.2 Fontes de Tensão Auxiliar.....	7
<b>3.2 Compatibilidade Eletromagnética.....</b>	<b>8</b>
<b>3.3 Aterramento e Blindagem.....</b>	<b>8</b>
3.3.1 Requisitos Gerais .....	8
3.3.2 Blindagem dos Cabos .....	9
3.3.3 Blindagem de Módulos .....	9
3.3.4 Cubículos .....	9
<b>3.4 Equipamentos Eletrônicos – Condições Ambientais .....</b>	<b>10</b>
3.4.1 Classificação Quanto aos Ambientes de Instalação e Uso .....	10
3.4.2 Classificação Quanto à Influência da Fonte de Alimentação .....	11
3.4.3 Classificação Quanto à Suportabilidade a Fenômenos Eletromagnéticos .....	11
<b>3.5 Requisitos Gerais dos Cubículos de Média Tensão.....</b>	<b>12</b>
3.5.1 Características Construtivas.....	12
3.5.2 Barramentos .....	13
3.5.3 Fiação .....	13
3.5.4 Aquecimento .....	14
<b>3.6 Requisitos Técnicos Gerais dos Componentes.....</b>	<b>14</b>
3.6.1 Botoeiras de Comando.....	14
3.6.2 Blocos de Testes.....	15
3.6.3 Calhas Plásticas.....	15
3.6.4 Chaves Seletoras e de Comando.....	15
3.6.5 Contatos Elétricos de Equipamentos.....	16
3.6.6 Fusíveis de Baixa Tensão .....	17
3.6.7 Identificação da Fiação .....	17





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

3.6.8 Instrumentos Indicadores .....	17
3.6.9 Placas de Identificação dos Cubículos .....	18
3.6.10 Plaquetas de Identificação da Sigla do equipamento e dos Componentes .....	18
3.6.11 Relés de Proteção .....	19
3.6.12 Relés de Bloqueio .....	19
3.6.13 Relés Auxiliares .....	19
3.6.14 Relés de Tempo .....	20
3.6.15 Sinalizadores Luminosos .....	20
3.6.16 Geral .....	20
3.6.17 Cores .....	20
3.6.18 Transdutores .....	21
3.6.19 Geral .....	21
3.6.20 Transformadores de Potencial .....	22
3.6.21 Transformadores de Corrente .....	22
3.6.22 Tomadas Multipolares .....	22
3.6.23 Terminações de Cabos .....	22
3.6.24 Fiação Interna .....	23
3.6.25 Réguas de Bornes e Acessórios .....	23
3.6.26 Iluminação .....	24
<b>3.7 Configuração da Lógica de Controle do Dispositivo de Partida .....</b>	<b>24</b>
3.7.1 Descrição .....	24
3.7.2 Características .....	25
3.7.2.1 Interfaces com o operador .....	25
3.7.2.2 Unidade de Aquisição e Controle UAC .....	26
3.7.2.3 Dados estatísticos e comunicações .....	27
<b>3.8 Pintura .....</b>	<b>28</b>
3.8.1 Requisitos Gerais .....	28
3.8.2 Cor de Acabamento .....	28
3.8.3 Retoques, Pintura de Acabamento Final na Obra e Pintura de Obra .....	28
3.8.4 Responsabilidade do Serviço/Fornecimento de Tintas .....	28
3.8.5 Qualidade das Tintas e Inspeções .....	29
3.8.6 Tratamento e Preparo das Superfícies .....	29
3.8.7 Pintura de acabamento .....	29
3.8.8 Garantia .....	29
<b>4 - REQUISITOS TÉCNICOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>29</b>
<b>4.1 Cubículo de Distribuição de MT – 7,2 kV .....</b>	<b>29</b>
4.1.1 Tipo .....	29
4.1.2 Características Elétricas .....	29
4.1.3 Diagramas Unifilares .....	30
4.1.4 Controle, supervisão e comando .....	30
<b>4.2 Cubículo com Dispositivo de Partida em MT – 7,2 kV .....</b>	<b>31</b>
4.2.1 Tipo .....	31
4.2.2 Características Elétricas .....	31
4.2.3 Diagramas Unifilares .....	32
4.2.4 Módulo de potencia com tiristores .....	32
4.2.5 Contator de <i>bypass</i> e dispositivos de isolação .....	32
4.2.6 Controle, supervisão e comando .....	32
<b>4.3 Transformadores de Serviços Auxiliares .....</b>	<b>32</b>
4.3.1 Características Específicas .....	33
4.3.2 Características Elétricas .....	33
4.3.3 Requisitos Técnicos Específicos do Transformador .....	33



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

<b>5 - ENSAIOS .....</b>	<b>34</b>
<b>5.1 Objetivo.....</b>	<b>34</b>
<b>5.2 Ensaio na Fábrica – Requisitos Gerais.....</b>	<b>34</b>
5.2.1 Ensaio de Rotina .....	34
5.2.2 Ensaio de Tipo .....	34
<b>5.3 Cubículos de Média Tensão .....</b>	<b>35</b>
<b>5.4 Transformadores de Potência .....</b>	<b>35</b>
5.4.1 Ensaio de Rotina .....	35
5.4.2 Ensaio de Tipo .....	35
<b>5.5 Ensaio na Obra.....</b>	<b>35</b>
5.5.1 Ensaio na Obra .....	36
<b>6 - SOBRESSALENTES E FERRAMENTAS ESPECIAIS.....</b>	<b>36</b>
6.1 Requisitos Gerais para Peças Sobressalentes .....	36
6.2 Peças Sobressalentes do Fornecimento .....	36
6.3 Ferramentas Especiais .....	37
<b>7 - INFORMAÇÕES TÉCNICAS .....</b>	<b>37</b>
7.1 Geral.....	37
7.2 Ensaio .....	38
7.3 Características Garantidas .....	38
7.4 Dados Técnicos.....	38
<b>8 - CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DOS CUBÍCULOS DE DISTRIBUIÇÃO DE MT – 7,2 KV .....</b>	<b>38</b>
<b>8.1 Características Garantidas dos Cubículos de Distribuição de MT – 7,2 kV .....</b>	<b>38</b>
8.1.1 do Cubículo .....	38
8.1.2 Transformadores de Potencial de média tensão .....	39
8.1.3 Transformadores de Corrente .....	39
8.1.4 Disjuntores de Média Tensão .....	39
8.1.5 Terminações para Cabos de Média Tensão .....	39
<b>8.2 Dados Técnicos dos Cubículos de Distribuição de MT – 7,2 kV.....</b>	<b>39</b>
8.2.1 do Cubículo .....	39
8.2.2 Transformadores de Potencial .....	39
8.2.3 Transformadores de Corrente .....	40
8.2.4 Disjuntores de média tensão .....	40
8.2.5 Fusíveis de Média Tensão .....	40
8.2.6 Terminações para Cabos de Média Tensão .....	41
<b>9 - DISPOSITIVOS DE PARTIDA EM MT - 7,2 KV.....</b>	<b>41</b>
<b>9.1 Características Garantidas dos Cubículos com Dispositivo de Partida em MT - 7,2 kV.....</b>	<b>41</b>
9.1.1 do Cubículo .....	41
9.1.2 Transformadores de Potencial de média tensão .....	41
9.1.3 Transformadores de Corrente .....	41
9.1.4 Contatores de Média Tensão .....	41
9.1.5 Seccionadores de Média Tensão .....	42
9.1.6 Fusíveis de Média Tensão .....	42
9.1.7 Tiristores .....	42
9.1.8 - Terminações para Cabos de Média Tensão.....	42
<b>9.2 Dados Técnicos dos Cubículos com Dispositivo de Partida em MT - 7,2 kV.....</b>	<b>42</b>
9.2.1 do Cubículo .....	42
9.2.2 Transformadores de Corrente .....	42



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

9.2.3 Contatores de média tensão .....	43
9.2.4 Seccionadores de Média Tensão .....	43
9.2.5 Fusíveis de Média Tensão .....	43
9.2.6 Tiristores .....	44
9.2.7 Terminações para Cabos de Média Tensão .....	44
<b>10 - CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DOS TRANSFORMADORES DE SERVIÇOS AUXILIARES .....</b>	<b>44</b>
<b>10.1 Características Garantidas dos Transformadores de Serviços Auxiliares .....</b>	<b>44</b>
10.1.1 do Transformador seco .....	44
<b>10.2 Dados Técnicos dos Transformadores de Serviços Auxiliares .....</b>	<b>45</b>
10.2.1 do Transformador seco .....	45
<b>11 - CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE RELÉS DE PROTEÇÃO.....</b>	<b>45</b>
11.1.1 Proteção de Sobrecorrente de Fase e de Neutro .....	45
11.1.2 Características Garantidas .....	45
11.1.3 Dados Técnicos .....	45
<b>11.2 Proteção de Subtensão .....</b>	<b>46</b>
11.2.1 Características Garantidas .....	46
11.2.2 Dados Técnicos .....	46
<b>12 - CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE RELÉS DE BLOQUEIO.....</b>	<b>46</b>
12.1 Características Garantidas .....	46
12.2 Dados Técnicos.....	46
<b>13 - CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE RELÉS AUXILIARES .....</b>	<b>47</b>
<b>13.1 Relés Auxiliares para Corrente Contínua .....</b>	<b>47</b>
13.1.1 Características Garantidas .....	47
13.1.2 Dados Técnicos .....	47
<b>13.2 Relés Auxiliares para Corrente Alternada .....</b>	<b>47</b>
13.2.1 Características Garantidas] .....	47
13.2.2 Dados Técnicos .....	47
<b>13.3 Relés Temporizados para Corrente Contínua .....</b>	<b>48</b>
13.3.1 Características Garantidas .....	48
13.3.2 Dados Técnicos .....	48
<b>13.4 Relés Temporizados para Corrente Alternada .....</b>	<b>48</b>
13.4.1 Características Garantidas .....	48
13.4.2 Dados Técnicos .....	48
<b>14 - CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE TRANSDUTORES.....</b>	<b>49</b>
14.1 Características Garantidas .....	49
14.2 Dados Técnicos.....	49
<b>15 - CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE INSTRUMENTOS INDICADORES.....</b>	<b>49</b>
<b>15.1 Instrumentos Indicadores para Ligação a Transformadores de Medição.....</b>	<b>49</b>
15.1.1 Características Garantidas .....	49
15.1.2 Dados Técnicos .....	49
<b>15.2 Instrumentos Indicadores para Ligação a Transdutores .....</b>	<b>50</b>
15.2.1 Características Garantidas .....	50
15.2.2 Dados Técnicos .....	50



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

---

<b>16 - CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE CHAVES SELETORAS E DE COMANDO.....</b>	<b>50</b>
16.1 Características Garantidas.....	50
16.2 Dados Técnicos.....	50
<b>17 - CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE BOTÕES DE COMANDO.....</b>	<b>50</b>
17.1 Características Garantidas.....	50
17.2 Dados Técnicos.....	51
<b>18 - CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE SINALIZADORES LUMINOSOS.....</b>	<b>51</b>
18.1 Características Garantidas.....	51
18.2 Dados Técnicos.....	51
18.3 características garantidas e DADOS TÉCNICOS de BLOCOS DE TESTE.....	51
18.4 Características Garantidas.....	51
18.5 Dados Técnicos.....	51



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

---

### 1 - OBJETO E OBJETIVO

O objeto deste relatório é o Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional e seu objetivo abrange a descrição geral do fornecimento, define seus limites e as responsabilidades a serem assumidas pelo CONTRATADO para fornecer os cubículos de distribuição MT – 7,2 kV e os cubículos com os dispositivos de partida, necessários para a implantação do Trecho V - Eixo Leste.

O fornecimento inclui projeto, fabricação, inspeção, ensaios na fábrica, embalagem para transporte, transporte da fábrica até o canteiro de obras, supervisão de montagem, testes finais de campo e comissionamento dos cubículos de distribuição MT – 7,2 kV e os cubículos com os dispositivos de partida necessários para a implantação do Trecho V - Eixo Leste.

#### 1.1 Equipamentos, Materiais e Serviços Incluídos no Fornecimento

##### 1.1.1 Estação de Bombeamento EB-V1

Conforme diagramas unifilares nº EN.B/V.DS.EL.0103 e EN.B/V.DS.EL.0104.

- 01 (um) Conjunto de Cubículos de Distribuição de Média Tensão em 7,2 kV.
- 05 (cinco) Cubículos com Dispositivos de Partida em 7,2 kV para motores de 6,9 kV, 5.200 kW.
- 02 (dois) Transformadores de Força para serviços auxiliares, seco, com isolamento em resina epóxi.

##### 1.1.2 Estação de Bombeamento EB-V2

Conforme diagramas unifilares nº EN.B/V.DS.EL.0203 e EN.B/V.DS.EL.0204.

- 01 (um) Conjunto de Cubículos de Distribuição de Média Tensão em 7,2 kV.
- 05 (cinco) Cubículos com Dispositivos de Partida em 7,2 kV para motores de 6,9 kV, 3.600 kW.
- 02 (dois) Transformadores de Força para serviços auxiliares, seco, com isolamento em resina epóxi.

##### 1.1.3 Estação de Bombeamento EB-V3

Conforme diagramas unifilares nº EN.B/V.DS.EL.0303 e EN.B/V.DS.EL.0304.

- 01 (um) Conjunto de Cubículos de Distribuição de Média Tensão em 7,2 kV.
- 05 (cinco) Cubículos com Dispositivos de Partida em 7,2 kV para motores de 6,9 kV, 5200 kW.
- 02 (dois) Transformadores de Força para serviços auxiliares, seco, com isolamento em resina epóxi.

##### 1.1.4 Estação de Bombeamento EB-V4

Conforme diagramas unifilares nº EN.B/V.DS.EL.0403 e EN.B/V.DS.EL.0404.

- 01 (um) Conjunto de Cubículos de Distribuição de Média Tensão em 7,2 kV.
- 05 (cinco) Cubículos com Dispositivos de Partida em 7,2 kV para motores de 6,9 kV, 5200 kW.
- 02 (dois) Transformadores de Força para serviços auxiliares, seco, com isolamento em resina epóxi.

##### 1.1.5 Estação de Bombeamento EB-V5



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

---

Conforme diagramas unifilares nº EN.B/V.DS.EL.0503 e EN.B/V.DS.EL.0504.

- 01 (um) Conjunto de Cubículos de Distribuição de Média Tensão em 7,2 kV.
- 05 (cinco) Cubículos com Dispositivos de Partida em 7,2 kV para motores de 6,9 kV, 2200 kW.
- 02 (dois) Transformadores de Força para serviços auxiliares, seco, com isolamento em resina epóxi.

### 1.1.6 Estação de Bombeamento EB-V6

Conforme diagramas unifilares nº EN.B/V.DS.EL.0603 e EN.B/V.DS.EL.0604.

- 01 (um) Conjunto de Cubículos de Distribuição de Média Tensão em 7,2 kV.
- 05 (cinco) Cubículos com Dispositivos de Partida em 7,2 kV para motores de 6,9 kV, 3400 kW.
- 02 (dois) Transformadores de Força para serviços auxiliares, seco, com isolamento em resina epóxi.

### 1.1.7 Peças Sobressalentes e Ferramentas Especiais

O Fornecimento inclui o conjunto de peças sobressalentes e ferramentas especiais conforme especificado.

### 1.1.8 Ensaios de Tipo e de Rotina

O Fornecimento inclui os ensaios de tipo e de rotina nos cubículos, conforme especificado.

### 1.1.9 Embalagem e Transporte

O Fornecimento inclui as embalagens e os serviços de transporte de todos os equipamentos, materiais e ferramentas a partir dos respectivos locais de origem até o local da obra.

### 1.1.10 Documentação

O Fornecimento inclui o conjunto de desenhos, catálogos, manuais e demais documentos conforme especificados.

### 1.1.11 Coordenação e Seletividade das Proteções

O CONTRATADO é responsável pela seleção e dimensionamento de todos os dispositivos de proteção e manobra dos cubículos incluídos no Fornecimento. As características indicadas para os equipamentos são orientativas. A coordenação e seletividade das proteções, bem como o dimensionamento de todos os equipamentos é responsabilidade do CONTRATADO.

Assim o CONTRATADO deverá submeter a aprovação da CONTRATANTE as memórias de cálculo relativas aos estudos de coordenação e seletividade das proteções do sistema, bem como de dimensionamento dos equipamentos incluídos no Fornecimento.

### 1.1.12 Supervisão de Montagem

O Fornecimento inclui os serviços para supervisão de montagem de todos os cubículos de média tensão.

## 1.2 Desenhos de Referência

Os desenhos relacionados a seguir complementam e fazem parte desta Especificação Técnica:

- EN.B/V.DS.EL.0103 – Estação de Bombeamento EB-V1 – Sistema 6,9 kV – Diagrama Unifilar de Proteção e Medição – FL 01/02.
- EN.B/V.DS.EL.0104 – Estação de Bombeamento EB-V1 – Sistema 6,9 kV – Diagrama Unifilar de Proteção e Medição – FL 02/02.



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

- EN.B/V.DS.EL.0203 – Estação de Bombeamento EB-V2 – Sistema 6,9 kV – Diagrama Unifilar de Proteção e Medição – FL 01/02.
- EN.B/V.DS.EL.0204 – Estação de Bombeamento EB-V2 – Sistema 6,9 kV – Diagrama Unifilar de Proteção e Medição – FL 02/02.
- EN.B/V.DS.EL.0303 – Estação de Bombeamento EB-V3 – Sistema 6,9 kV – Diagrama Unifilar de Proteção e Medição – FL 01/02.
- EN.B/V.DS.EL.0304 – Estação de Bombeamento EB-V3 – Sistema 6,9 kV – Diagrama Unifilar de Proteção e Medição – FL 02/02.
- EN.B/V.DS.EL.0403 – Estação de Bombeamento EB-V4 – Sistema 6,9 kV – Diagrama Unifilar de Proteção e Medição – FL 01/02.
- EN.B/V.DS.EL.0404 – Estação de Bombeamento EB-V4 – Sistema 6,9 kV – Diagrama Unifilar de Proteção e Medição – FL 02/02.
- EN.B/V.DS.EL.0503 – Estação de Bombeamento EB-V5 – Sistema 6,9 kV – Diagrama Unifilar de Proteção e Medição – FL 01/02.
- EN.B/V.DS.EL.0504 – Estação de Bombeamento EB-V5 – Sistema 6,9 kV – Diagrama Unifilar de Proteção e Medição – FL 02/02.
- EN.B/V.DS.EL.0603 – Estação de Bombeamento EB-V6 – Sistema 6,9 kV – Diagrama Unifilar de Proteção e Medição – FL 01/02.
- EN.B/V.DS.EL.0604 – Estação de Bombeamento EB-V6 – Sistema 6,9 kV – Diagrama Unifilar de Proteção e Medição – FL 02/02.

### 1.3 Equipamentos, Materiais e Serviços Excluídos do Fornecimento

Estão excluídos do Fornecimento os seguintes itens:

- a) Obras civis;
- b) Área de armazenagem dos equipamentos, materiais e dispositivos incluídos no Fornecimento;
- c) Cabos de potência e de controle externos aos equipamentos fornecidos;

### 1.4 Desenhos e Documentos Técnicos do CONTRATADO

#### 1.4.1 Apresentação

Os desenhos preparados pelo CONTRATADO deverão estar em conformidade com as normas da ABNT. Os desenhos deverão ter de preferência tamanho A-1 exceto os multifilares, esquemáticos e listas que terão tamanho A-3. Os desenhos deverão ser executados com suficiente nitidez para permitir a sua microfilmagem e/ou digitalização.

Todos os desenhos e documentos técnicos deverão incluir nos seus quadros de títulos as seguintes indicações, bem legíveis:

- PROJETO DE TRANSPOSIÇÃO DE ÁGUAS DO RIO SÃO FRANCISCO PARA O NORDESTE SETENTRIONAL;
- ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EB-V/\* – Cubículos de Distribuição MT – 7,2 kV;
- Identificação do equipamento;
- Título do desenho ou documento;
- Número e série de fabricação do equipamento;
- Número do desenho/documento do CONTRATADO;





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

---

- Número do desenho/documento do CONTRATANTE;
- Número da Ordem de Compra do CONTRATANTE.

No lado esquerdo do quadro de títulos deverá ser reservado um espaço em branco de 7 x 10 cm em todos os desenhos, destinado ao carimbo de aprovação.

### 1.4.2 Desenhos e documentos a serem enviados para aprovação

Para cada equipamento, o CONTRATADO deverá enviar para aprovação os desenhos e outros documentos com dados técnicos aplicáveis a seu Fornecimento, incluindo mas não se limitando aos a seguir relacionados:

- a) Cronograma de Documentos - Uma lista completa de todos os desenhos, dados técnicos e documentos de projeto, por título e número, que o CONTRATADO irá fornecer, com as respectivas datas de entrega. Este cronograma deverá seguir padrão a ser definido pela CONTRATANTE, deverá ter espaço adequado para registrar o histórico de cada documento;
- b) Lista de Documentos\_\_– Documentos com número próprio, na qual deverão estar relacionados todos os Desenhos, Procedimentos e Ensaios, Relatórios de Ensaios e Manuais de Instruções, com os respectivos números e títulos;
- c) Cronograma de Fabricação e Fornecimento – Documento mostrando as diversas etapas de fabricação, incluindo o provisionamento e ensaios;
- d) Lista de Peças Sobressalentes e Ferramentas Especiais – Uma lista completa de todas as peças sobressalentes e ferramentas especiais, com respectivos preços unitários;
- e) Desenhos de Arranjo Geral - Desenhos de Conjunto, indicando a relação dos componentes, materiais e acessórios do equipamento principal, contendo todos os elementos necessários ao projeto da instalação, montagem e a manutenção, tais como massas, dimensões, dados para fixação, alturas recomendadas, esforços limites, etc;
- f) Folha de Dados do Equipamento - Um resumo de todas as características técnicas do equipamento, normas de fabricação, materiais, massa, métodos construtivos e outros, relação de ensaios de rotina e de tipo.
- g) Requisitos e Informações para o Projeto Civil - Todas as dimensões, massa, diagrama de esforços, detalhe da base com posição e tipo dos chumbadores e posições de saída/entrada de cabos e demais detalhes necessários para que a Projetista dimensione as estruturas de concreto;
- h) Diagramas Elétricos – Desenhos contendo todos os dados relativos a parte elétrica do equipamento, tais como diagramas de blocos, diagramas unifilares, diagramas trifilares, esquemáticos das ligações internas e externas, esquemas de fiação, características dos componentes, etc;
- i) Relatórios de Ensaios – Documento contendo pelo menos a relação dos ensaios realizados, a quantidade e o número de série dos equipamentos ensaiados. O relatório propriamente dito, deverá fornecer além dos resultados todos os dados necessários para a análise, interpretação e avaliação de cada ensaio;
- j) Desenhos de Transporte – Desenhos indicando a massa, dimensões máximas externas, centro de gravidade, pontos de içamento, recomendações e cuidados especiais para cada peça isolada ou embalagem a ser utilizada durante o transporte;
- k) Manual de Controle e Garantia da Qualidade - O CONTRATADO deverá preparar e submeter à aprovação um Manual de Controle de Qualidade, que deverá cobrir todas as atividades que implicarão na qualidade final e desempenho do Fornecimento, conforme diretrizes da norma ISO 9001.





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

---

Este Manual consistirá basicamente de três partes:

- Plano de Inspeção durante a Fabricação;
- Plano de Inspeção durante a Montagem;
- Plano de Comissionamento.

Cada uma das três partes conterá basicamente os itens abaixo, sem a isto se limitarem:

- Lista das etapas a serem controladas, fazendo referência aos Cronogramas de Fabricação, Montagem e Comissionamento;
- Lista das partes pertinentes das normas adotadas;
- Descrição de todos os métodos de controle para cada item citado na lista das etapas a serem controladas;
- Cópia de todos os protocolos a serem preenchidos. Tais protocolos serão específicos para este fornecimento.
- Lista de todos os instrumentos e aparelhos de medição necessários para cada etapa;
- Programa de ensaio, detalhando a sequência de atividades, interdependência entre elas e o tempo previsto para sua execução completa;
- Relatórios das inspeções executadas durante a fabricação, que serão incorporados ao Manual à medida que forem sendo emitidos. O CONTRATADO deverá emití-los até 15 (quinze) dias após a execução dos ensaios. Tais relatórios deverão incluir resultados dos ensaios, curvas, cálculos de verificação, fórmulas utilizadas na determinação dos resultados, fotos ilustrativas e análises objetivas, quando for o caso.
- Manual de Montagem, Manutenção e Operação - O CONTRATADO deverá preparar e submeter à aprovação um Manual de Montagem, Manutenção e Operação contendo todas as informações necessárias para a montagem, manutenção e operação do Fornecedor no campo. Este documento será considerado como único e final, válido para a montagem, manutenção e operação do Fornecedor.

O Manual de Montagem, Manutenção e Operação deverá incluir, mas não se limitar aos seguintes itens:

- Listagem e descrição detalhada de todas as atividades de montagem;
- Conjunto completo de desenhos específicos para montagem na Obra;
- Todos os desenhos que forem mencionados no manual deverão ser anexados a ele;
- Todos os protocolos de controle de montagem na Obra;
- Lista de todas as normas aplicáveis;
- Instruções de armazenagem a serem observadas na Obra;
- Todos e quaisquer requisitos a serem observados na Obra, que possam influir na futura qualidade de desempenho do equipamento.
- Indicação da quantidade estimada de força de trabalho durante a montagem na Obra e o número de supervisores de montagem recomendado pelo CONTRATADO.



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

---

- Frequência de inspeção dos diversos componentes do Fornecimento;
  - Critérios a serem observados em cada inspeção, indicando todos os pontos a serem medidos, com os valores aceitáveis. Protocolos de inspeção pertinentes devem ser anexados;
  - Detalhes e roteiro completo dos serviços de substituição dos componentes, incluindo esquemas e desenhos quando necessários;
  - Período recomendado para a manutenção programada dos diversos componentes do Fornecimento;
  - Cópias dos catálogos de todos os componentes fornecidos por Subfornecedores, incorporados ao Fornecimento;
  - Coletânea de dados, medidas e ensaios mais importantes obtidos durante a montagem, extraídos do conjunto de protocolos de montagem e ensaios, com respectiva referência;
  - Recomendações sobre tolerâncias de desgaste a fim de determinar épocas em que devem ser substituídos componentes, ou simplesmente sofrer manutenção;
  - Lista de normas pertinentes.
  - Descrição da filosofia de operação, modos de funcionamento e limites operativos;
  - Descrição sucinta do princípio de operação do equipamento principal e de todos seus sistemas periféricos e acessórios;
  - Instruções detalhadas de operação, descrevendo todas as etapas de funcionamento, cuidados e restrições operativas.
- l) *Data Book* - Caderno de ocorrências durante a fabricação, montagem e ensaios de cada equipamento, com todos os seus detalhes, principalmente relatórios de ensaios em fábrica e respectivos *data sheet*;;
- m) Memórias de Cálculo - As memórias de cálculo deverão ser apresentadas em forma de Relatório Técnico, com no mínimo os seguintes itens:
- Objetivo;
  - Critérios;
  - Dados de Projeto;
  - Cálculos;
  - Origem de cada fórmula utilizada;
  - Conclusão;
  - Bibliografia;
  - Listagem dos softwares utilizados.
- n) Estudo de Proteção, Seletividade e Ajustes de Relés para o Sistema de 380 V - Relatório contendo diagramas unifilares, critérios e definição das faixas de regulação dos relés, catálogos de relés, definição da coordenação e seletividade dos elementos entre si, observando as recomendações do IEEE Std. 242.

### 1.5 Cooperação do CONTRATADO com Terceiros



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

---

O CONTRATADO deverá cooperar durante o projeto, a fabricação e a montagem na Obra, com os fornecedores de outros equipamentos e com a empresa projetista da Estação de Bombeamento para que o projeto e a montagem sejam concluídos a contento e no prazo previsto.

O CONTRATADO deverá cooperar no intercâmbio de todos os desenhos, dimensões, gabaritos e outras informações necessárias para garantir a completa coordenação do projeto, arranjo, fabricação e fornecimento de todas as conexões e equipamentos correlatos.

### **2 - NORMAS TÉCNICAS**

O projeto, valores nominais, características técnicas, qualidade de fabricação, armazenagem, montagem e ensaios de todos os materiais e equipamentos, objeto do Fornecimento, deverão estar de acordo com as últimas edições das normas da:

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Onde as Normas da ABNT forem omissas ou inexistentes, serão aceitas as normas apropriadas e recentes da:

- ANSI - American National Standards Institute;
- DIN -Deutsche Institut für Normung;
- EIA-Electronics Industries Association;
- IEC-International Electrotechnical Commission;
- NEMA -National Electrical Manufacturers Association;
- VDE -Verband Deutscher Elektrotechniker;
- IEEE -Institute of Electrical and Electronic Engineers;
- UL -Underwriters Laboratories Inc.;
- NEC-National Electrical Code;
- OSHA-Occupational Safety and Health Act.

### **3 - REQUISITOS TÉCNICOS GERAIS**

#### **3.1 Objetivo**

Esta seção fixa os requisitos técnicos para o projeto e fabricação dos equipamentos objeto desse fornecimento.

##### **3.1.1 Condições Ambientais**

A Estação de Bombeamento será construída em local, onde a altitude é inferior a 1.000 m em clima temperado. A temperatura média anual é de 24°C, sendo que as temperaturas mínima e máxima são 0°C e 40°C, respectivamente.

A umidade relativa do ar pode alcançar valores de até 90% durante certos períodos do ano. A velocidade máxima do vento é de 126 km/h a temperatura de 15°C.

A chuva não é bem distribuída durante o ano. A área de maior incidência pluviométrica registra uma média anual de 800mm.

##### **3.1.2 Fontes de Tensão Auxiliar**

As seguintes tensões serão utilizadas na Estação de Bombeamento:

- Distribuição em Média Tensão: sistema trifásico em estrela solidamente aterrada, três fios, 6900 V, 60 Hz;



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

---

- Auxiliares: sistema trifásico em estrela, neutro solidamente aterrado destinado a suprir circuitos de potência, demarradores, iluminação, aquecimento dos cubículos e tomadas monopolares, quatro fios, 380/220 V, 60 Hz;
- Controle, Sinalização e Emergência: sistema de corrente contínua, isolado, 125 V, faixa de variação da tensão de + 10% a -20%;
- Telecomunicações: sistema de corrente contínua, positivo aterrado, 48 V, (tensão conseguida através de conversor retirada do 125 Vcc);
- Equipamento do Sistema de Controle e Supervisão Digital (SCSD), níveis 2 sistema monofásico com neutro aterrado, dois fios, 220 V, faixa de variação da tensão de + 2% a - 2%, 60 Hz;

O CONTRATADO deverá fornecer todos os dispositivos necessários para proteger e garantir o perfeito funcionamento dos equipamentos elétricos e eletrônicos contra interferências e surtos de tensão que possam ocorrer nas alimentações fornecidas pela CONTRATANTE.

Deverá ser levado em conta que, sob determinadas condições de serviço, durante curto espaço de tempo, tais como durante a partida de grandes motores, as tensões especificadas podem atingir valores abaixo dos acima especificados.

### 3.2 Compatibilidade Eletromagnética

A utilização de equipamentos eletrônicos para realização de funções de controle e proteção de equipamentos em processos de estações de bombeamento e subestações de extra-alta-tensão conduz à necessidade de elevados índices de confiabilidade para tais equipamentos, que não podem ser conseguidos unicamente pela utilização de técnicas de redundância visto que, em operação em ambientes caracterizados por altos níveis de interferências eletromagnéticas, estas interferências podem afetar simultaneamente os equipamentos redundantes.

Requer-se atenção especial do CONTRATADO no sentido de avaliar os requisitos contidos nestas Especificações Técnicas Gerais e determinar requisitos adicionais que considerar necessários à garantia da compatibilidade eletromagnética dos equipamentos, no que se refere principalmente a:

- Características de projeto e construtivas dos equipamentos (blindagem) quanto ao nível de suportabilidade aos efeitos das interferências eletromagnéticas.
- Tipo e características dos cabos de interligação à instrumentação de campo.
- Recursos físicos de caminhamento dos cabos, tanto para a fiação interna aos cubículos, quanto para a de interligação com dispositivos no campo.
- Características de blindagem e aterramento dos equipamentos.

Adicionalmente, de forma a assegurar que os equipamentos operarão de forma satisfatória nas condições ambientais previstas para o local da instalação, os mesmos deverão ser submetidos a testes de interferência cujos resultados avaliarão a sua compatibilidade ao ambiente de operação.

Por outro lado, a presença, no campo, de condições ambientais mais favoráveis que as exigidas na norma, não será aceita como argumento para algum relaxamento nos níveis de severidade relativos à compatibilidade eletromagnética exigidos nestas Especificações Técnicas Gerais para os equipamentos

### 3.3 Aterramento e Blindagem

#### 3.3.1 Requisitos Gerais



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

---

Todos os cubículos, onde sejam previstas a instalação de equipamentos eletrônicos deverão ser construídos com técnicas de blindagem eletromagnética, mesmo operando com as portas abertas. As técnicas de aterramento sugeridas a seguir deverão ser cuidadosamente analisadas pelo CONTRATADO no sentido de empregá-las em sua totalidade ou melhoradas, de acordo com a sua experiência em implantação de sistemas eletrônicos. Todas as técnicas a serem empregadas no projeto de aterramento dos equipamentos deverão estar claramente descritas no documento de Descrição do Equipamento, bem como as recomendações para sistemas de aterramento não pertencentes ao fornecimento, mas diretamente relacionados com o mesmo.

### 3.3.2 Blindagem dos Cabos

Deverá ser utilizada blindagem metálica nos cabos de sinais analógicos, de modo a reduzir os efeitos de interferências eletromagnéticas.

A continuidade da blindagem deverá ser mantida ao longo de todo o percurso do cabo, inclusive na passagem pelas caixas de passagem ou de junção.

Os cabos com blindagem simples (blindagem total) devem ser aterrados em um único ponto, sendo este ponto o mesmo do aterramento do sinal.

Os cabos com blindagem dupla (blindagem par a par e blindagem total) deverão ser aterrados conforme indicado a seguir:

- As blindagens internas deverão ser aterradas em um único ponto, sendo este ponto o correspondente ao aterramento do sinal correspondente;
- A blindagem externa deverá ser aterrada em ambos os terminais do cabo.

### 3.3.3 Blindagem de Módulos

Os módulos eletrônicos sensíveis a interferências eletromagnéticas deverão ser blindados individualmente mediante planos de terra nos circuitos impressos e coberturas laminares metálicas de forma a torná-los compatíveis com os níveis dos campos a que estarão submetidos.

Também os módulos e componentes geradores de campos eletromagnéticos, tais como osciladores, transformadores, bobinas, capacitores e fontes de alimentação deverão ser adequadamente blindados, com a finalidade de reduzir os níveis de emissão.

Todas as placas eletrônicas deverão possuir filtragem local protetora contra a propagação de ruídos pelas linhas de alimentação devido a variações abruptas de consumos de energia e presença de cargas reativas. Os filtros deverão ser passivos, implementados por meio de indutâncias em série e capacitores derivação e não deverão introduzir resistências nas linhas de alimentação que comprometam a estabilidade das tensões de alimentação.

Os componentes amplificadores de sinal de baixa-tensão deverão possuir encapsulamento metálico e deverão ser sempre baseados em amplificadores operacionais balanceados. As rotas das pistas nos circuitos impressos e cablagem deverão ser curtas e simétricas de forma a minimizar as interferências em modo comum.

### 3.3.4 Cubículos

Todas as partes metálicas que compõem os equipamentos (perfis de sustentação, chapas de instalação, portas, laterais etc.) não sujeitas a potencial deverão ser arranjadas de forma a proporcionar um caminho elétrico eficaz a terra.

Todas as carcaças metálicas dos equipamentos deverão ser adequadamente aterradas, de forma a eliminar a possibilidade de choque elétrico ao pessoal de manutenção.

Os vários subsistemas de terra internos ao equipamento deverão ser isolados entre si e ligados à barra de terra.



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

Os quadros deverão possuir na sua parte inferior interna uma barra de cobre, com seção mínima de 70 mm<sup>2</sup>, ou igual a das barras das fases, para conexão da fiação de aterramento e da blindagem dos cabos de controle. Esta barra deverá ser dotada de dois conectores para cabos de cobre nu com seção de 16 a 70 mm<sup>2</sup> do sistema de aterramento da estação de bombeamento.

### 3.4 Equipamentos Eletrônicos – Condições Ambientais

#### 3.4.1 Classificação Quanto aos Ambientes de Instalação e Uso

Os equipamentos eletrônicos deverão ser projetados levando em consideração as condições ambientais dos respectivos locais de instalação e uso. Para este fim, deverão ser classificados segundo os critérios abaixo.

##### a) Equipamentos para Instalação Abrigada em Ambientes Ventilados

Compreendem os ambientes abrigados com ventilação natural ou forçada, que mantêm as condições ambientais de temperatura e umidade dentro de uma faixa pré-estabelecida. Este é o caso da Estação de Bombeamento.

Considerar para a Estação de Bombeamento a classe B<sub>3</sub> (faixa de temperatura de 5 a 40 °C, gradiente máximo de variação 10 °C/h e umidade relativa na faixa de 5 a 95%), conforme a norma IEC 870-2-1.

##### b) Equipamentos para Instalação Abrigada em Ambientes Confinados

Esses ambientes são caracterizados por elevados valores de umidade e, quando existe, ventilação natural.

Para tais ambientes considerar a classe C<sub>n</sub> (temperatura de - 5 a 40 °C, gradiente máximo de variação de 10 °C/h e umidade relativa na faixa de 5 a 100%), conforme a norma IEC 870-2-1.

##### c) Equipamento para Instalação ao Tempo

Nesta categoria se enquadram os equipamentos sujeitos às condições atmosféricas externas. Tais equipamentos deverão se adequar à classe D<sub>n</sub> (faixa de temperatura de - 5 a 50 °C, taxa máxima de variação de 20 °C/h e umidade relativa de 5 a 100%), conforme a norma IEC 870-2-1. O grau de proteção provido pelo invólucro destes equipamentos deverá ser IP-65, conforme a norma NBR-6146.

##### d) Altitude do Local de Instalação

Considerar, neste aspecto, a classe BB1 (pressão barométrica na faixa de 86 a 108 kPa), conforme a norma IEC 870-2-1.

##### e) Suportabilidade a Vibrações

No que se refere à suportabilidade aos esforços vibracionais, destacam-se os blocos estruturais da estação de bombeamento, da tomada d'água, e os locais próximos às bombas, onde se esperam razoáveis índices de vibração em baixa frequência.

Para este ambiente, as seguintes classes deverão ser atendidas, conforme a norma IEC 870-2-1:

ASPECTO	CLASSE
Vibrações em Baixa Frequência	VL3
Vibrações em Alta Frequência	VH1
Severidade Vibracional	VS2
Classe de Tempo	VT1



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

### f) Suportabilidade a Choques Mecânicos

Choques mecânicos têm possibilidade maior de ocorrer durante o transporte, em situações de operação e manutenção em bancada e em equipamentos sujeitos a manuseio e/ou previstos para aplicações portáteis. Requer-se para os equipamentos em questão e respectivas embalagens a adequabilidade às classes previstas no item 4.3 da norma IEC 870-2-1.

### 3.4.2 Classificação Quanto à Influência da Fonte de Alimentação

Os equipamentos digitais deverão ser enquadrados nas seguintes classes, conforme a norma IEC 870-2-1.

TOLERÂNCIAS	CLASSES	
	FONTE AC	FONTE DC
Em Relação ao Valor da Tensão	AC3	DC3
Em Relação ao Valor da Frequência	F3	-
Em Relação à Presença de Harmônicos	H4	-
Em Relação à Tensão de <i>Ripple</i>	-	VR3
Em Relação à Interrupção de Fonte	VI3	VI3

### 3.4.3 Classificação Quanto à Suportabilidade a Fenômenos Eletromagnéticos

#### a) Suportabilidade à Tensão de Frequência Nominal

Quanto ao nível de suportabilidade dos equipamentos a sobretensões de modo comum à frequência industrial, os equipamentos deverão atender a norma IEC 870-2-1. Os módulos eletrônicos com tensão nominal de isolamento de 60 V ou menos deverão atender a mesma norma.

#### b) Suportabilidade à Tensão de Impulso

Quanto ao nível de suportabilidade dos equipamentos a sobretensões elevadas de curta duração, os equipamentos deverão atender a norma IEC 870-2-1.

#### c) Suportabilidade a Transitórios Rápidos Repetitivos

Quanto ao nível de suportabilidade dos equipamentos quando submetidos a transitórios de tensão rápidos repetitivos (como os originados por interrupção de cargas indutivas e repique de contatos de relés), os equipamentos deverão atender a norma IEC 1000-4-4.

#### d) Suportabilidade a Ondas Oscilatórias

Quanto ao nível de suportabilidade dos equipamentos quando submetidos a ondas oscilatórias amortecidas (como as induzidas por descargas atmosféricas, ou resultantes de chaveamentos com reacendimento de arcos em média e alta tensão), os equipamentos instalados na Sala de Controle Central deverão atender a norma IEC 1000-4-12.

#### e) Suportabilidade a Descargas Eletrostáticas

Quanto ao nível de susceptibilidade dos equipamentos às descargas eletrostáticas provocadas pelo contato de operadores, os equipamentos deverão atender a norma IEC 1000-4-2.

#### f) Suportabilidade à Radiação Eletromagnética





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

---

Determina o desempenho dos equipamentos quando submetidos à influência de campos eletromagnéticos irradiados por emissores de comunicações. Os equipamentos deverão atender a norma IEC 1000-4-3.

### g) Suportabilidade a Campos Magnéticos

Quanto à capacidade de suportar os efeitos dos campos magnéticos, os equipamentos instalados na Sala de Controle Central deverão atender a norma IEC 1000-4-8.

### h) Suportabilidade a Campos Elétricos

Quanto à capacidade de suportar os efeitos dos campos elétricos, os equipamentos deverão ser capazes de operar em ambientes onde os níveis dos campos elétricos poderão atingir até 5 kV/m.

## 3.5 Requisitos Gerais dos Cubículos de Média Tensão

### 3.5.1 Características Construtivas

Os cubículos deverão ser do tipo multi-cubículo, conforme definido na norma NBR-6808, fabricados em chapa de aço lisa, livre de quaisquer imperfeições, de espessura não inferior a 2,5 mm (nº 12 MSG) para as chapas externas e a 1,9 mm (nº 14 MSG) para as chapas internas.

Os Cubículos de Média Tensão deverão ser de construção compartimentada, ou seja, Metal Clad.

Os cubículos deverão ser projetados e dimensionados para garantir ao conjunto rigidez e capacidade de absorção de vibrações mecânicas a que estarão submetidos no transporte e no local de operação, e facilidade de acesso aos componentes internos.

Os cubículos deverão ser construídos em seções, de modo a possibilitar a sua separação para transporte e acesso ao local de instalação. Após a montagem, o alinhamento entre as seções deverá ser perfeito.

As portas deverão proporcionar fácil acesso aos equipamentos de cada seção. Deverão possuir trinco com fechadura tipo Yale, do tipo cremona, e dotada de dispositivos que impeça sua abertura na eventualidade de um arco interno. Deverá ser fornecido um par de chaves para cada fechadura, sendo que todas as chaves de um mesmo cubículo deverão ter o mesmo segredo. As portas deverão ser facilmente removíveis e possuir uma junta de neoprene para vedação. Todos os cubículos deverão ter grau de proteção IP-43, conforme norma NBR-6146.

Deverão ser previstas venezianas de ventilação, providas com tela de malha fina e filtro a fim de impedir a entrada de insetos e pó. O filtro deverá ser facilmente removível para limpeza.

Cada seção para transporte do cubículo deverá possuir dispositivos que permitam o içamento, para fins de carga e descarga, e uma base de fixação em perfil U ou chapa dobrada. Esta base deverá ter 80 mm de altura e receber pintura resistente a abrasão e a impactos.

Os dispositivos para fixação dos cubículos ao piso deverão estar incluídos no Fornecimento. Os desenhos detalhados da base e da maneira de fixação ao piso deverá ser submetido à aprovação da CONTRATANTE.

O projeto e o sistema de montagem dos cubículos deverá permitir ampliações do sistema e acesso para manutenção de forma irrestrita a todos os seus componentes.

Se o cubículo possuir equipamentos de potência e de controle, estes deverão ser separados entre si, definindo-se uma seção para cada finalidade (potência ou controle).

Com este objetivo, circuitos de automatismo, intertravamento, proteção, alarme, sinalização, medição e outros do gênero, deverão ocupar seções distintas dos circuitos de potência. Os





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

---

equipamentos destes circuitos deverão ser montados em chassis e a posição de cada dispositivo definida por coordenadas que deverão constar nos projetos de arranjo dos cubículos.

Deverão ser enviados à CONTRATANTE para aprovação, desenhos dos detalhes de arranjo e fixação dos equipamentos e cortes dos cubículos.

Exceto se especificado em contrário, em cada cubículo deverá ser prevista uma barra de comando. Esta barra será alimentada por fonte independente de corrente contínua em 125 V, fornecidas pela CONTRATANTE. Desta barra serão derivadas as alimentações para os circuitos de comando, controle e sinalização dos dispositivos de manobra daquele cubículo.

Os circuitos de comando e proteção deverão ser protegidos por minidisjuntores, e possuir no ponto eletricamente mais remoto da fonte um relé auxiliar, normalmente energizado, para alarme caso ocorra abertura do disjuntor ou descontinuidade na fiação.

Todas as partes metálicas não previstas para condução de corrente devem ser ligadas ao barramento de terra do cubículo. Este barramento deve ficar na parte inferior interna do cubículo, correndo por toda a sua extensão e fornecido com conectores adequados, do tipo não soldado, para cabos de cobre nú encordoados em cada uma de suas extremidades.

Os dispositivos para fixação dos cubículos ao piso deverão estar incluídos no Fornecimento. Os desenhos detalhados da base e da maneira de fixação ao piso deverão ser submetidos à aprovação da CONTRATANTE.

### 3.5.2 Barramentos

Os barramentos deverão ser executados em cobre eletrolítico, de seção compatível com a corrente nominal do cubículo, e fixados de forma a suportar os esforços dinâmicos e térmicos resultantes da máxima corrente de curto-circuito especificada e deverão estar em conformidade com a norma NBR-6808.

A disposição das fases para cubículos de corrente alternada deverá ser A-B-C da esquerda para a direita, de cima para baixo e da frente para trás, quando se está de frente para o cubículo. Todos os instrumentos, barramentos e equipamentos envolvendo circuitos trifásicos deverão ser dispostos e conectados conforme o padrão. Dispositivos similares deverão ter sua fiação desta forma.

Todos os barramentos de tensão nominal 7,2 kV deverão ser revestidos com uma capa termocontrátil à base de polietileno.

As barras deverão ser identificadas através de fitas coloridas nas cores definidas pela norma NBR-6808.

Todas as uniões ou derivações deverão ser parafusadas e ter suas superfícies prateadas ou estanhadas.

As barras deverão ser montadas em suportes isolantes, e a passagem entre os compartimentos deverá ser feita por meio de barreiras individuais, de material isolante. Placas metálicas removíveis ou portas articuladas e parafusadas deverão ser providas em cada seção do cubículo para permitir acesso para manutenção e inspeção do barramento.

Não deverá ser necessário reaperto das uniões ou derivações após a colocação em operação do equipamento.

Com base nos valores das correntes nominais e de curto-circuito em cada cubículo, o CONTRATADO deverá efetuar o dimensionamento dos barramentos quanto à capacidade térmica, dinâmica e momentânea. As memórias de cálculo deverão ser submetidas à aprovação da CONTRATANTE.

### 3.5.3 Fiação



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

As interligações entre seções do cubículo, quando este for dividido em partes para transporte, deverão ser feitas por meio de réguas de interligação. O mesmo processo deverá ser utilizado para interconexão entre cubículos e/ou equipamentos de um mesmo fornecimento e que fazem parte de um sistema.

A fiação interna deverá ser totalmente executada em calhas plásticas não propagantes de fogo. Não serão aceitos chicotes, ganchos adesivos, fitas perfuradas, helicóides metálicas etc. A fiação deverá ter comprimento suficiente de modo a evitar esforços mecânicos nos pontos de conexão e fixação. Nos locais em que não for possível utilizar calhas plásticas, a passagem deverá ser executada dentro de mangueiras flexíveis apropriadas, cuja ocupação não deverá ser superior a 40% de sua área útil.

As interligações entre bornes deverão ser realizadas pelo CONTRATADO.

Não serão aceitas emendas ou avarias na fiação.

### 3.5.4 Aquecimento

Para os cubículos de média tensão (tipo metal-clad) deverá ser previsto aquecimento adequado, de modo que a temperatura interna de operação se mantenha dentro da faixa pretendida, evitando condensação e de modo que os equipamentos operem corretamente nas condições ambientais especificadas.

A fim de evitar a condensação de umidade no interior do cubículo, deverá ser instalada resistência com potência adequada para que a temperatura interna se mantenha 5° C acima da temperatura ambiente, controlada por termostato. A resistência deverá ser do tipo blindada para operação em 220 V, com superfície de dissipação suficiente para a emissão térmica requerida, sem sobreaquecimento. No circuito de cada resistência deve haver um minidisjuntor termomagnético destinado à interrupção do circuito.

O suprimento de energia para aquecimento será externo, 220 V, monofásico.

Cada cubículo deverá ter uma tomada para energização dos circuitos de aquecimento durante o período de armazenamento ou de manutenção do cubículo.

## 3.6 Requisitos Técnicos Gerais dos Componentes

### 3.6.1 Botoeiras de Comando

#### a) Geral

Os botoeiras de comando deverão ser do tipo pulsante, com blocos de contatos facilmente permutáveis e vida mecânica não inferior a 1 milhão de manobras. Todos os botões deverão ser redondos, com 36 mm de diâmetro, para 600 V, corrente alternada, ou 250 V, corrente contínua, contatos com capacidade para conduzir 20 A continuamente sem exceder uma elevação de temperatura de 30°C e ter grau de proteção IP-54, conforme norma NBR-6146. Todas as botoeiras deverão possuir pelo menos um par de contatos (um NA e um NF) de reserva, disponíveis para utilização pela CONTRATANTE.

#### b) Cores

Todos os botões de comando deverão ter as cores conforme estipulado abaixo, porém os botões de uma mesma cor não poderão ter variações de tonalidade:

COR	FUNÇÃO
Vermelha	Ligar ou fechar
Verde	Desligar, abrir ou parar



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

---

Preta	Reposição
Amarela	Conhecimento ou rearme
Azul	Teste
Cinza	Funções múltiplas

### 3.6.2 Blocos de Testes

Os blocos de testes deverão ser de conexão traseira, montagem semi-embutida em cubículo, dotados de tampa frontal fixa por parafusos imperdíveis.

As caixas dos blocos de testes deverão ser a prova de pó e dotadas de identificação imperdível e indelével do circuito a que pertencem. Os blocos de testes deverão ser da classe 600 V, capacidade de condução mínima de 20 A, continuamente, sem exceder o limite de elevação de temperatura de 30°C.

O CONTRATADO deverá fornecer todos os plugues compatíveis com os blocos de testes fornecidos.

### 3.6.3 Calhas Plásticas

As calhas plásticas deverão ser do tipo recorte aberto, fabricadas em PVC rígido, não inflamável, com tampa facilmente removível.

Cada calha plástica deverá ter no máximo 60% da sua área útil ocupada.

Deverão ser instaladas calhas plásticas para execução da fiação de interligação ao lado das régua de bornes para a fiação externa. Para a fiação externa deverá ser prevista a segregação da fiação.

### 3.6.4 Chaves Seletoras e de Comando

#### a) Geral

Todas as chaves seletoras e de comando deverão ser do tipo rotativa para montagem em cubículos, com punhos de cor preta na parte frontal, mecanismo de operação na parte posterior e vida mecânica não inferior a 1 milhão de manobras.

As chaves deverão ser parafusadas aos cubículos com parafusos de cabeça preta. Cada chave deverá ter estágios de operação separados por no mínimo 30° e *comes* em arranjo tal que permita cumprir suas funções. Os contatos de todas as chaves deverão ser auto-ajustáveis e deverão operar sob a ação de molas. Deverá ser previsto um dispositivo adequado para manter a pressão nos contatos quando os mesmos estão fechados, e as molas de compressão não podem ser elementos condutores de corrente. Todas as chaves seletoras e de comando deverão ser adequadas para 600 V, corrente alternada, ou 250 V, corrente contínua e ter grau de proteção IP-54, conforme norma NBR-6146.

Todas as chaves deverão suportar satisfatoriamente o teste de 10 mil operações, com corrente nominal. As chaves deverão ser previstas para operação contínua sob corrente de 20 A, sem exceder um aumento de temperatura de 30°C. A capacidade de interrupção de cargas indutivas deverá ser de no mínimo 10 A em 125 V corrente contínua ou alternada.



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

O sentido de rotação das chaves seletoras e de comando deverá obedecer a seguinte tabela:

SENTIDO	
ANTI -HORÁRIO	HORÁRIO
Abrir	Fechar
Desligar	Ligar
Parar	Partir
Teste	Normal
Local	Remoto
Manual	Automático
Secundária	Principal
Diminuir	Aumentar

### b) Espelhos

Cada chave seletora e de comando deverá ser provida de um espelho, marcado clara e indelevelmente com as posições de operação. Os espelhos deverão ser quadrados com 72 mm de lado.

### c) Chaves Seletoras

As chaves seletoras deverão ter o número de posições requerido pelo circuito, contatos estáveis e punhos tipo *knob*.

As chaves seletoras voltimétricas deverão ter quatro posições DESL-AB-BC-CA.

As chaves seletoras, quando usadas para transferência de comando, deverão ter duas posições LOCAL-REMOTO. Estas chaves serão providas de bloqueio que permitirá a extração do punho na posição REMOTO.

### d) Chaves de Comando

As chaves de comando tipo partida-parada serão de três posições, com retorno por mola à posição central, e punho tipo *knob*.

As chaves de comando tipo liga-desliga serão de quatro posições, sendo duas estáveis, com retorno por mola às posições centrais, punho tipo pistola, e memória da última operação.

As chaves de comando deverão ter sinalização de discrepância entre a posição da chave e a do equipamento comandado, quando aplicável.

### 3.6.5 Contatos Elétricos de Equipamentos

Os contatos elétricos de todos os equipamentos de controle, medição, proteção e supervisão (relés, chaves fim de curso, botões de comando, chaves seletoras e de controle etc.), exceto, eventualmente, os contatos de saídas binárias das Unidades de Aquisição de Dados e Controle, deverão operar à tensão nominal de 125 V, corrente contínua, ser eletricamente independentes, operar corretamente mesmo quando submetidos à vibração e deverão atender às recomendações da norma IEC-947.

Os contatos deverão ter as seguintes características técnicas, conforme definido na norma IEC-947-5-1:



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

categoria de utilização	DC-13
características elétricas	P600
vida mecânica	1 milhão de operações
operações em carga	120 por hora

### 3.6.6 Fusíveis de Baixa Tensão

Os fusíveis de baixa tensão deverão ser do tipo limitador de corrente, de ação retardada, instalados em corpo cerâmico preenchido com areia de quartzo e equipados com indicador de fusão (tipo cartucho).

Deverão ser montados em base apropriada para fusível tipo seccionador.

### 3.6.7 Identificação da Fiação

Toda extremidade de cabos deverá obrigatoriamente ser identificada com o código do componente e o número do ponto elétrico constante nos diagramas esquemáticos. Os marcadores deverão ser montados no interior de tubos de plástico translúcido, e este sobre os cabos. Os tubos deverão ser adequados a dimensão dos cabos.

### 3.6.8 Instrumentos Indicadores

Todos os instrumentos indicadores deverão ser próprios para montagem semi-embutida em cubículo, na posição vertical, leitura direta, conexão traseira.

Os instrumentos analógicos deverão ser quadrados com 96 mm de lado, caixa e moldura em preto-fosco com dispositivo de ajuste de zero externo e acessível pela frente do instrumento e deverão estar de acordo com a norma NBR-5180. O ângulo de deflexão do ponteiro deverá ser de 90° e a escala deverá ser facilmente intercambiável e deverá ter inscrições em preto sobre fundo branco.

Os instrumentos digitais, poderão ser microprocessados, deverão ter display de alta visibilidade, 3 ½ dígitos, classe de exatidão  $\pm 0,25\%$  do span + 1 dígito significativo (DMS), erro de linearidade  $\leq 0,2\%$ , influência da temperatura ambiente  $\leq 0,05\%$  / °C, tempo de resposta  $\leq 500$  ms, sensibilidade  $\leq 0,05\%$ , estabilidade  $\pm 0,02\%$  / °C, tensão de alimentação 125 V cc e classe de isolamento de 2,5 kV, conforme IEC-255-5/77. Os instrumentos deverão ser imunes a ruídos, tais como surtos, campos eletromagnéticos, bem como possuir isolamento galvânica entre entrada, saída e alimentação e deverão atender ao especificado adiante para as UACs, onde aplicável.

As caixas dos instrumentos deverão ter grau de proteção IP-65, conforme NBR-6146 e o vidro de proteção deverá ser do tipo antiofuscante.

A exatidão dos instrumentos indicadores deverá ser de 1,5% da plena escala, ou melhor.

Os instrumentos para corrente alternada deverão ser projetados para circuitos de 60 Hz, e deverão ser adequados e calibrados para conexão a secundários de transformadores de potencial de 115 V ou  $115/\sqrt{3}$  V, e/ou a secundários de transformadores de corrente de 5 A.

Os amperímetros para corrente contínua deverão ser adequados para conexão a *shunts* de 60 mV. Os voltímetros para corrente contínua deverão ser adequados para conexão direta.

Todos os wattímetros e varímetros para conexão a transformadores de potencial e de corrente deverão ser trifásicos, três elementos e três fios. Os varímetros deverão ser fornecidos com transformador defasador. Os varímetros deverão ter escala com zero central e os wattímetros com zero à esquerda.



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

---

Os instrumentos indicadores para ligação a transdutores deverão ser adequados para sinal de 4 a 20 mA.

### 3.6.9 Placas de Identificação dos Cubículos

O CONTRATADO deverá fornecer uma placa de identificação para cada um dos cubículos.

As placas de identificação de marca, tipo e características deverão ser rígidas, de metal não corrosível, e fixadas por meio de rebites adequados, na parte frontal dos mesmos. As placas deverão incluir, mas não limitar-se às seguintes informações:

- Número do Contrato da CONTRATANTE.
- Nome do fabricante ou marca;
- Tipo e designação do equipamento;
- Número de série e ano de fabricação;
- Grau de proteção;
- Tensão nominal do circuito principal (V ou kV) (quando aplicável);
- Corrente nominal do circuito principal (A) (quando aplicável);
- Frequência nominal (Hz) (quando aplicável);
- Capacidade de curto-circuito (kA) (quando aplicável).

Os detalhes de tamanho, localização e fixação da placa deverão ser aprovados pela CONTRATANTE. As inscrições deverão ser feitas na língua portuguesa.

### 3.6.10 Plaquetas de Identificação da Sigla do equipamento e dos Componentes

#### a) Identificação interna de componentes

Cada dispositivo utilizado, interna ou externamente aos cubículos, deverá ser identificado por uma plaqueta que conterá o código do equipamento. Estas plaquetas deverão ser sempre internas aos cubículos, e localizadas de forma a permitir uma fácil visualização. No caso de equipamentos extraíveis, exceto fusíveis, deverão ser providas duas plaquetas, uma localizada no cubículo e outra no equipamento. A primeira deverá ser localizada em posição tal que seja visível mesmo com o equipamento inserido.

As plaquetas de identificação deverão ser de plástico laminado, com 3 mm de espessura, com inscrições pretas indeléveis em fundo branco.

#### b) Identificação externa de componentes

Externamente ao cubículo deverão ser fixadas plaquetas que identifiquem cada componente, através de códigos consagrados internacionalmente ou conforme os desenhos de Projeto. As plaquetas devem ser visíveis externamente ao cubículo.

As plaquetas de identificação deverão ser de plástico laminado, com 3 mm de espessura, com inscrições brancas indeléveis em fundo preto

#### c) Identificação da Sigla do equipamento

Na parte superior do cubículo ou quadro deverá ser provida uma plaqueta, de no mínimo 200 x 120 mm, que identifique o conjunto.

As plaquetas deverão ser de acrílico de 3 mm de espessura, com inscrições brancas indeléveis em fundo preto e fixadas por parafusos de cabeça preta.

As plaquetas de identificação da sigla do equipamento deverão ser providas na parte frontal e posterior do mesmo.





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

---

### 3.6.11 Relés de Proteção

Todos os relés de proteção deverão ser do tipo estático (estado sólido) ou digital numérico e deverão atender ao especificado para os sistemas eletrônicos.

Todos os relés de proteção deverão ser adequados para conexão aos secundários de 5 A dos transformadores de corrente e de 115 V dos transformadores de potencial, ou ainda, à saída de transdutores de corrente e de tensão de campo. A tensão auxiliar disponível para os relés de proteção é de 125 V corrente contínua.

Os ajustes dos relés de proteção deverão ser feitos pela parte frontal dos mesmos, não se admitindo a remoção do relé para executar tal operação. Os dispositivos de ajuste deverão ser facilmente acessíveis e claramente identificados.

A operação de cada elemento do relé deverá ser identificada por um LED (Diodo Emissor de Luz). Os LEDs deverão ser coordenados com o projeto do circuito, para garantir operação correta quando um ou mais elementos do relé atuarem simultaneamente.

Os contatos de saída dos relés deverão ser de material a prova de corrosão e de vibração. Cada relé deverá ser provido de pelo menos dois contatos eletricamente independentes para cada tipo de saída.

A curva real de operação de qualquer relé de proteção não deverá variar mais que 5% das curvas de tempo publicadas em catálogos.

As bobinas dos relés de saída ou de quaisquer outros relés deverão ser providas de dispositivos supressores de surtos.

O sistema de 125 V cc da CONTRATANTE apresenta ruídos e harmônicos próprios de uma instalação industrial. Caso os relés de proteção sejam sensíveis a isto, o fabricante deverá prover filtros adequados para que os relés de proteção operem dentro das características garantidas.

O local de instalação dos relés de proteção está sujeito a vibrações provocadas por grandes máquinas rotativas, bem como a poeira de ambientes altamente poluídos. O fabricante deverá adequar o projeto dos relés para que os mesmos operem dentro das garantias estabelecidas no ambiente acima descrito.

Pelo menos dois módulos de teste automático e periódico dos relés deverão ser fornecidos para cada bastidor. Estes módulos deverão assinalar claramente por sinal luminoso quando um ou mais relés ou o próprio módulo apresentar defeito.

Os relés digitais deverão estar funcionalmente integrados aos equipamentos eletrônicos do fornecimento, e portanto deverão possuir comunicação serial para fins de supervisão e ajustes remoto.

### 3.6.12 Relés de Bloqueio

Os relés de bloqueio deverão ser de alta velocidade, rearme manual, local. Os relés deverão ser fornecidos com número suficiente de contatos NA e contatos NF para cumprir sua função. Não serão aceitos relés multiplicadores de contatos.

Os contatos dos relés de bloqueio deverão ter capacidade de condução contínua de 20 A, sem exceder o limite de elevação de temperatura de 30°C. A capacidade de interrupção das cargas indutivas deverá ser de no mínimo 10 A em 125 V, corrente contínua ou alternada.

As bobinas dos relés de bloqueio deverão ser adequadas para operação em 125 V cc, deverão ser equipadas com proteção contra os surtos de tensão (filtros RC ou supressor de surtos) e serem supervisionadas por LEDs de sinalização.

### 3.6.13 Relés Auxiliares



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

Os relés auxiliares deverão ser do tipo fixo, e deverão operar corretamente mesmo quando submetidos a vibração.

As bobinas deverão ser tropicalizadas, resistentes a óleo, umidade e fungos, sem resistências em série para redução da tensão. Deverão operar à tensão de 125 V, corrente contínua ou 220 V, corrente alternada, conforme requerido, ser equipadas com proteção contra os surtos de tensão (filtros RC ou supressor de surtos) e deverão suportar as flutuações de tensão do circuito de comando.

Os relés auxiliares deverão possuir no mínimo 3 (três) contatos eletricamente independentes, não aterrados, auto limpantes, em liga de prata, facilmente conversíveis de NA para NF, e vice-versa. Deverão ainda possuir vida mecânica não inferior a 10 milhões de manobras, ser de categoria DC-11, corrente mínima de interrupção de 0,2 ampéres, 125 V cc, L/R < 40 ms, de acordo com IEC-337.1.

### 3.6.14 Relés de Tempo

Os relés auxiliares temporizados deverão ser do tipo estático, providos de temporização na energização ou na desenergização, conforme requerido pelo circuito e deverão atender às mesmas recomendações especificadas para os relés auxiliares, e as tolerâncias especificadas a seguir:

- repetibilidade, melhor que 2%
- desvio para Un variando de 80 a 110% 2%
- desvio para variação da temperatura 2%

Todos os seus componentes deverão ser de estado sólido. O dispositivo de ajuste de tempo deverá ser um dial calibrado, externo à caixa do relé.

### 3.6.15 Sinalizadores Luminosos

#### a) Geral

Toda a sinalização de estado deverá ser feita através de LED's (Diodos Emissores de Luz) montados em armações apropriadas. Não serão aceitos sinalizadores com lâmpadas incandescentes.

As armações para sinalização deverão ser próprias para montagem em cubículo, com lentes apropriadamente coloridas. As lentes deverão ser de um material que não venha a sofrer deformações ou mudança de coloração com o tempo.

As armações de sinalização e os LEDs deverão formar um conjunto que indique claramente se estão acesas ou não, mesmo quando sujeitas à incidência direta da luz solar.

As legendas dos sinalizadores deverão ser em português e previamente aprovadas pela CONTRATANTE.

#### b) Cores

Todas as armações de sinalização deverão ter as cores conforme estipulado abaixo, porém as armações de uma mesma cor não poderão ter variações de tonalidades:

- Posição de Equipamento de Manobra:

COR	FUNÇÃO
Verde	aberto
Vermelha	fechado
Branca	em teste





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

Branca	mola carregada
Azul	em manutenção
Amarela	porta aberta

### - Geral

COR	FUNÇÃO
amarela	condição anormal
vermelha	equipamento energizado (ligado)
verde	equipamento desenergizado (desligado)
verde	carregador/bateria em flutuação
vermelha	carregador/bateria em carga
amarela	carregador/bateria fim de carga
branca	posição de chave seletora
branca	relé de bloqueio armado (normal)
branca	supervisão de bobina (normal)
branca	discrepância
vermelha	bomba principal

### 3.6.16 Transdutores

#### a) Geral

Os transdutores serão utilizados para converter sinais analógicos diversos em sinais analógicos padrão de 4 a 20 mA, deverão ser eletrônicos, dotados de separação galvânica entre os circuitos de alimentação, entrada e saída de sinal, sem partes móveis e não deverão requerer manutenção.

Os transdutores deverão ser adequados para o sinal analógico a ser convertido, resistentes à umidade, ao choque, protegidos contra surtos, correntes parasitas, campos magnéticos, e deverão poder operar sem sofrer danos, com o circuito de saída aberto (sem carga).

Os transdutores deverão atender aos seguintes requisitos:

- |   |           |
|---|-----------|
| - tensão auxiliar                                 | 125 V cc  |
| - classe de isolamento                            | 600 V ca  |
| - classe de exatidão mínima                       | 0,25%     |
| - sinal de saída                                  | 4 a 20 mA |
| - impedância da carga                             | 500 ohms  |
| - erro de linearidade                             | ≤ 1,0%    |
| - influência da temperatura (menor ou igual)      | 0,5%/10°C |
| - tempo de resposta                               | ≤ 500 ms  |
| - sensibilidade (valor final do campo de medição) | 0,05%.    |



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

---

Os transdutores deverão possuir níveis adequados de sobrecarga, de acordo com sua utilização.

### b) Transdutores de Tensão

Os transdutores de tensão deverão ser adequados para ligação a secundários de transformadores de potencial de 115 V ou  $115/\sqrt{3}$  V.

### c) Transdutores de Corrente

Os transdutores de corrente deverão ser adequados para ligação a secundários de transformadores de corrente de 5 A e deverão ser providos com bornes adequados para terminais tipo olhal.

### 3.6.17 Transformadores de Potencial

Os transformadores de potencial deverão ser do tipo seco, encapsulados em resina sintética, e deverão seguir os requisitos aplicáveis da norma NBR-6855, exceto se algo for especificado em contrário nas Especificações Técnicas. A carga nominal dos transformadores de potencial deverá ser claramente indicada. Deverão ser providos fusíveis de proteção secundária. Deverão ser extraíveis para facilitar a manutenção.

### 3.6.18 Transformadores de Corrente

Os transformadores de corrente com relação de acordo com os diagramas unifilares, deverão ser do tipo seco, encapsulados em resina sintética e deverão seguir os requisitos aplicáveis da norma NBR-6856, exceto se algo for especificado em contrário nas Especificações Técnicas. A fiação secundária dos transformadores de corrente sempre deverá ser levada a bornes terminais curto-circuitáveis. Estes deverão ser localizados de forma tal que curto-circuitem o terminal secundário sem exigir acesso ao compartimento das barras primárias.

A carga nominal dos transformadores de corrente deverá ser claramente indicada. Os transformadores de corrente tipo janela, ou de bucha, deverão ter um nível de isolamento de 10 kV, quando instalados e deverão estar de acordo com os requisitos da classe de isolamento do cubículo onde estão instalados, e de teste de tensão aplicada entre os barramentos e os terminais secundários dos transformadores. Todos os transformadores de corrente deverão ser adequados para operação contínua a plena tensão e corrente nominal, na frequência de 60 Hz. Todos os transformadores de corrente deverão ser dimensionados para suportar, sem danos, os esforços térmicos e dinâmicos resultantes das correntes de curto-circuito onde serão instalados. O CONTRATADO deverá submeter a aprovação da CONTRATANTE todas as memórias de cálculo utilizadas para a definição das características dos transformadores de corrente.

### 3.6.19 Tomadas Multipolares

As tomadas multipolares deverão ser do tipo pino-tomada, de múltiplos pinos, possuir guia para polarização e trava para fixação. As tomadas deverão ter capacidade para 20 A, em regime permanente, e serem de classe 250 V.

As tomadas deverão ser identificadas de maneira indelével e imperdível. Não serão aceitas identificações por meio de etiquetas gomadas, fitas adesivas etc.

### 3.6.20 Terminações de Cabos

#### a) Terminações para cabos de potência de média tensão

As terminações deverão ser do tipo seco, para uso interno, para cabos de cobre monofásicos, isolados em borracha etileno-propileno, blindadas, com capa de PVC. As terminações deverão ser próprias para conexão cabo-barra. Os cabos externos aos cubículos de média tensão serão fornecidos por terceiros.

#### b) Terminais para Cabos de Potência de Baixa Tensão



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

---

As terminações deverão ser do tipo pressão para cabos de cobre nas bitolas adequadas. No caso de cabos que chegam diretamente aos terminais dos equipamentos, o fabricante deverá prever meios para fixá-los ao longo de todo o percurso, internamente ao cubículo e o terminal do cabo deverá estar situado no terminal do equipamento, porém em situação tal, que permita uma fácil instalação e posterior manutenção. O CONTRATADO deverá submeter à aprovação da CONTRATANTE, desenhos que indiquem claramente o percurso proposto para os cabos de comando e força, que chegam ao cubículo.

### c) Terminais para Cabos de Controle e Instrumentação

Os terminais para condutores com seção igual ou menor que  $6 \text{ mm}^2$ , deverão ser de compressão anular, fabricados em cobre eletrolítico, estanhados e pré-isolados.

Todas as ligações dos condutores deverão ser feitas por meio de terminais adequados à seção do condutor, adotando-se os critérios a seguir:

- tipo pino: conexão por grampo-parafuso de pressão indireta, permitindo a ligação de um único terminal;
- tipo anel: conexão a terminação tipo parafuso ou pino passante, permitindo ligação de no máximo 2 (dois) terminais em um mesmo ponto;
- tipo *slip-on*: conexão a terminação de equipamentos, bases de relés etc., que possuam a característica de receber este tipo de terminal.

### 3.6.21 Fiação Interna

A fiação interna do cubículo deverá atender aos requisitos da norma NBR-6808 e permitir livre acesso aos equipamentos sem a desmontagem de qualquer parte do cubículo ou a retirada de qualquer equipamento.

A fiação deverá ser totalmente executada nas instalações do CONTRATADO. Toda a fiação interna deverá ser tipo B, classe II, conforme definido pela norma NBR-6808.

O arranjo da fiação dentro do cubículo deverá prever a segregação da fiação de comando, controle e instrumentação da de potência, através de compartimentação metálica. O CONTRATADO deverá prover todos os meios adequados para evitar os problemas de interferências eletromagnéticas.

Os condutores utilizados na fiação interna deverão ser extraflexíveis, unipolares, de cobre eletrolítico, têmpera mole, formação de no mínimo 19 fios, isolados com material termoplástico (PVC 70°C), isolamento 750 V. Todas as extremidades dos condutores deverão ser providas das terminações para cabos, conforme especificado.

A seção dos condutores utilizados para controle não poderá ser inferior a  $1,5 \text{ mm}^2$ . Para TPs e TCs a seção mínima deverá ser  $2,5 \text{ mm}^2$ .

A seção dos condutores utilizados para iluminação e tomadas deverá ser no mínimo  $2,5 \text{ mm}^2$ . Para as terminações das resistências anticondensação deverão ser utilizados cabos resistentes ao calor, com seção mínima do condutor de  $2,5 \text{ mm}^2$  e isolamento 750 V.

Os condutores de terra deverão ser isolados na cor verde com faixas amarelas.

Para equipamentos eletrônicos, ficará a cargo do CONTRATADO a determinação da forma, tipo e nível de isolamento da fiação interna a cada equipamento e dos conectores terminais a serem empregados no Fornecimento. Tais características deverão ser submetidas à CONTRATANTE para aprovação.

### 3.6.22 Régua de Bornes e Acessórios



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

---

As réguas de bornes deverão possuir os suportes isolantes fabricados de um composto não rígido, termofixo, moldado, classe 750 V, montadas sobre perfil metálico.

Os bornes deverão ser fornecidos completos, com todos os acessórios. O sistema de fixação dos terminais deverá garantir uma pressão eficaz e uniforme mesmo quando submetidos a vibrações. Não serão aceitos bornes para solda.

Todos os bornes deverão ser apropriados para os terminais do condutor que irá conectar.

As réguas de bornes deverão ser separadas em réguas para circuitos de potência e para circuitos de controle, comando e instrumentação. Deverão ser convenientemente distribuídas dentro do cubículo, obedecendo-se a separação entre potência e controle. As réguas de controle, comando e instrumentação internas também deverão ser separadas das de controle, comando e instrumentação externas. Os desenhos de arranjo e distribuição das réguas de bornes dentro das seções de potência e controle, mostrando também as entradas de cabos, deverão ser submetidos à aprovação da CONTRATANTE.

O CONTRATADO deverá levar em consideração que todos os cabos de controle e instrumentação externos aos cubículos serão blindados, portanto, as réguas de bornes que receberão estes cabos, deverão ser previstas com bornes para aterramento das blindagens nas quantidades adequadas.

As réguas deverão ser locadas de tal modo que o acesso às mesmas seja feito sem necessidade de desmontagem de qualquer equipamento ou parte do cubículo e que haja espaço suficiente para que a fiação interna e externa seja realizada com folga e sem dificuldades.

Cada régua de bornes deverá possuir 20% de bornes de reserva de cada tipo empregado naquela régua.

Os bornes para os circuitos de controle e comando (220 V ca e 125 V cc), deverão ser com conexão por grampo-parafuso de pressão indireta, com dispositivo para travamento automático do parafuso.

Os bornes para instrumentação (TPs, TCs, voltímetros e amperímetros) deverão ser com conexão por parafuso ou pino passante, terminal olhal, seccionáveis tipo faca. Nos locais sujeitos a vibração os bornes para instrumentação deverão ser dotados de contraporca adicional.

Os bornes para potência (380 V ca e 125 V cc) deverão ser com conexão por parafuso ou pino passante, para terminal olhal.

Os cabos ligados a termômetros de resistência deverão ser conectados a terminais de passagem para cabos de 2,5 mm<sup>2</sup>, com lingüeta para blindagem.

Os bornes para aterramento deverão ter o corpo isolante nas cores verde e amarela

Todos os bornes e réguas deverão ser claramente identificados por meio de marcadores imperdíveis, fabricados especialmente para esta finalidade.

### 3.6.23 Iluminação

Deverá ser prevista internamente no compartimento de baixa tensão, uma lâmpada com potência adequada, tensão de 220 V, comandada por um microinterruptor acionado ao abrir a porta. Os receptáculos para as lâmpadas deverão ser de porcelana branca, reforçados, rosca Edison E-27.

## 3.7 Configuração da Lógica de Controle do Dispositivo de Partida

### 3.7.1 Descrição



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

---

- a) O dispositivo de partida estática, *soft-starter* deve ser fornecido com botões de programação e botões de partida/ parada em um console principal com visor de cristal líquido.
- b) A lógica de controle padrão deve ser localizada em uma placa PC baseada a microprocessador a qual fornece a lógica sequencial para o dispositivo de partida e os sinais de gatilhamento para o cartão de potência e então para os cartões de pulso que são utilizados para gatilhar os SCRs e fornecer funções de monitoração para a chave de partida estática e para o motor.
- c) Projetar uma lógica de controle para efetuar a temporização da chave de partida estática de estado sólido, contator de linha e contator de passagem enquanto monitora continuamente o motor e o dispositivo de partida em busca de falhas. Se uma falha é detectada, a lógica de controle do dispositivo de partida estática deve fornecer uma indicação de falha através de um visor a cristal líquido. No evento de uma condição de falha, a lógica de controle deve desligar a chave de partida estática com segurança e desabilitar o motor.
- d) As placas do dispositivo de partida estática devem ser intercambiáveis com outras placas da lógica de controle do dispositivo de partida de projeto similar.
- e) Cada dispositivo de partida, *soft-starter* deve conter os módulos de potencia com tiristores, o contator de *bypass*, controlador digital em baixa tensão instalado em compartimento isolado de forma a prover a completa proteção e controle do motor.

### 3.7.2 Características

#### 3.7.2.1 Interfaces com o operador

As interfaces com o operador deverão apresentar uma IHM que poderá ser formada por: um display LCD, um teclado com teclas de função e LEDs de diagnósticos.

As interfaces do operador com o controlador deverão incorporar três sistemas de memória para armazenamento de parâmetros:

- *Non-volatile EPROM memory* contendo os parâmetros *default* de fabrica
- *Non-volatile EPROM programmable memory* para armazenamento dos *default* da *EPROM*, parametros programados do operador e histórico de falhas.
- *RAM flash memory* para respostas *on line* das mudanças nos parâmetros do sistema.

O display LCD deve apresentar os modos de operação:

- Modo *Display* deve ler os parâmetros de operação em qualquer tempo quando energizado através de escolha na tela de menu.
- Parâmetros principais: deve permitir o ajuste da potencia da unidade, corrente nominal do motor e dispositivos de proteção.
- Parâmetros de partida: deve permitir o ajuste das curvas de partida suave e outros dispositivos de partida
- Parâmetros de parada: deve permitir o ajuste das curvas de parada suave e outros dispositivos de parada.
- Ajuste de parâmetros duplos: deve permitir o ajuste de um segundo conjunto de parâmetros de partida.
- Modo programação de E/S: deve permitir o ajuste de opções de entradas e saídas.
- Dados estatísticos: deve permitir a visualização dos dados estatísticos acumulados.



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

---

- Modo rearme: deve rearmar todos os parâmetros para os valores de *default*, ou limpar todos os dados estatísticos.
- Parâmetros de comunicação.

Os LEDs devem fornecer indicação visual adicional para os seguintes modos de operação:

- A alimentação de controle está presente
- O controlador está acelerando
- A unidade completou o procedimento de partida e esta na velocidade nominal.
- Os parâmetros de Dual *Adjust* foram selecionados através de fechamento de contato de entrada
- A unidade está desacelerando para uma parada suave ou controle de bomba
- A unidade recebeu um sinal de parada ou completou o processo de parada suave.
- Acesso para indicação de qualquer falha de proteção mostrada no LCD.
- Acesso para indicação quando do uso de carga resistiva para teste.

O teclado deve conter teclas de função atrás de membrana selada com retorno tátil para entrada e seleção de dados em ambientes de alto ruído audível.

### 3.7.2.2 Unidade de Aquisição e Controle UAC

A unidade de aquisição e controle (UAC) deve ter um projeto baseado em microprocessador, adequado e protegido para uso em meio ambiente de alto ruído elétrico, de equipamento de disparo de tiristores controlados por fase. O controlador deve apresentar módulos de tipo plug in para fácil manutenção.

A lógica do dispositivo de partida deve fornecer as seguintes características padrão:

- a) Tempo de Rampa Ajustável (0-120 segundos)
- b) Corrente Inicial Ajustável (50-400% da FLA do motor)
- c) Corrente Máx. Ajustável (200-600% da FLA do motor)
- d) Capacidades de rampa dual (ambas selecionáveis e programáveis)
- e) Partida Rápida (ajustável 0,1 - 10 segundos)
- f) Perfil de Desaceleração Ajustável para Bombas
- g) Proteção de Falha de Sub/Sobrecorrente (usada em aplicações de bombeamento para indicar alimentação de bomba bloqueada ou obstrução).
- h) Detecção de Perda de Fase.
- i) Detecção Ajustável de Desbalanço na Corrente de Linha (10-40%)
- j) Proteção Ajustável de Sobre/Sub Tensão (10-30%)  
Indicação de Velocidade Atingida.
- k) Sensibilidade ou Insensibilidade a Seqüência de Fase.
- l) Classe de Sobrecarga do Dispositivo Selecionável (10, 20, 30)
- m) Fator de Serviço do Motor Selecionável (1,0; 1,15; ou 1,25)
- n) Corrente de Plena Carga do Motor (FLA) Ajustável.
- o) Razão de Transformação do TC Selecionável.





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

---

- p) “Backup” por baterias dos Parâmetros Ajustáveis.
- q) Relógio de Tempo Real.
- r) Proteção por Código do Ajuste dos Parâmetros.
- s) Operação Independente da Tensão de Linha.
- t) Rastreamento da Frequência de Linha (50Hz Até 60Hz)
- u) Proteção de Sub/Sobre frequência.
- v) Detecção instantânea de sobrecorrente.
- w) Detecção de SCR curto-circuitado.
- x) Proteção de Falha a Terra na Máquina.
- y) Limitador de Partidas / hora (Via visor LCD )
- z) Medidor de Tempo Recorrido (Via visor LCD)
- aa) Limitador de Tempo Entre Partidas
- bb) Monitor do Fator de Potência.
- cc) Medidor de Potência (Watts) e energia (Watt . Horas)
- dd) Capacidade de Repartida de Emergência sob travamento.
- ee) Relês de Saída Seleccionáveis pelo Usuário (via visor LCD)
- ff) Registrador de eventos "giratório" com apresentação de horário e data (99 últimos eventos).
- gg) Visor de estados a cristal líquido

### OBSERVAÇÕES

- As proteções fornecidas com o dispositivo de partida deverão estar de acordo com a especificação técnica R17-Tomo III-Parte 13.
- Para que não haja duplo fornecimento de proteção, deverá ser coordenado com o fornecimento dos quadros de proteção.

### 3.7.2.3 Dados estatísticos e comunicações

A unidade de aquisição e controle deve manter os dados estatísticos na memória não volátil sem a necessidade de baterias. O rearme dos dados estatísticos deve ser passível de bloqueio através de teclado de chaves em cartão interno da unidade de aquisição e controle. Além disso, a unidade de aquisição e controle deve conter possibilidades para comunicação serial com *Modbus*, para controle e supervisão de todos os dados estatísticos e funções mencionadas.

Os dados estatísticos devem conter o seguinte:

- Período da última partida
- Máxima corrente da última partida
- Tempo de operação
- Número total de partidas
- Último desligamento
- Corrente de desligamento
- Número total de desligamentos



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

---

As possibilidades de comunicação serial permitindo funcionalidade total devem estar instaladas como um dispositivo padrão RS485 para comunicação multi drop em sistemas de grandes plantas.

As portas de comunicação devem ser instaladas na unidade de aquisição e controle.

Para as comunicações RS485 o protocolo será *MODBUS RTU*.

### 3.8 Pintura

#### 3.8.1 Requisitos Gerais

Depois da fabricação e inspeção, porém antes do embarque, as superfícies dos equipamentos e peças do fornecimento, deverão receber os tratamentos e/ou recomendações relacionados a seguir:

##### a) Componentes de Cubículos

Todos os componentes mecânicos de cubículos em geral, compostos de metais ferrosos, tais como invólucros, estruturas, portas e cubículos fixos, blindagens, chassis, tampas, tetos, assoalhos, bases, e outros, deverão receber tratamento conforme especificado ou outro equivalente aprovado pela CONTRATANTE.

##### b) Parafusos, Porcas e Arruelas

Parafusos, porcas e arruelas, quando não especificado em contrário, deverão ser zincados por processo eletrolítico, ou outro processo similar aprovado pela CONTRATANTE. A espessura mínima admissível será de 12 micrômetros.

#### 3.8.2 Cor de Acabamento

A cor de acabamento de todos os cubículos deverá ser:

- externa : cinza, RAL 7032;
- interna : cinza, RAL 7032.

#### 3.8.3 Retoques, Pintura de Acabamento Final na Obra e Pintura de Obra

Após a montagem dos equipamentos na obra, as superfícies pintadas que foram danificadas devido a transporte ou montagem, serão retocadas.

As superfícies que não receberem pintura na fábrica serão totalmente pintadas na obra, sendo assim denominada pintura de Obra.

Para a execução dos retoques deverá ser seguida a recomendação do fabricante das tintas.

#### 3.8.4 Responsabilidade do Serviço/Fornecimento de Tintas

A execução dos retoques ficará a cargo de terceiros sob responsabilidade da CONTRATANTE sendo o fornecimento das tintas, solventes e preparadores de superfície necessários nas quantidades adequadas a cargo do CONTRATADO e sujeito a aprovação da CONTRATANTE.

Nas quantidades das tintas deverão ser consideradas 30% de perdas na aplicação. O CONTRATADO deverá indicar a área e a quantidade de tinta correspondente prevista, por equipamento. Existindo variações nas áreas a serem pintadas, o CONTRATADO deverá fornecer tinta para completar a área total a ser pintada.

As tintas fornecidas deverão ser novas e ter prazo de validade integral, indicado pelo fabricante das tintas, a partir da data de entrega das mesmas à CONTRATANTE.

A entrega destas tintas se dará após a montagem dos equipamentos na obra.

Todas as tintas, solventes e preparadores de superfícies para as pinturas de fábrica e retoques na obra, são fornecidos pelo CONTRATADO.





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

---

### 3.8.5 Qualidade das Tintas e Inspeções

Todas as tintas utilizadas no Fornecimento deverão ser de um mesmo fabricante, estando os produtos previamente aprovados pela CONTRATANTE. Caso os produtos não estejam aprovados, deverá ser submetido à CONTRATANTE para análise, um galão de cada tipo de tinta, acompanhado do respectivo boletim técnico.

Durante o recebimento das tintas, preparo de superfície e aplicação, deverão ser executados, a critério da CONTRATANTE e às expensas do CONTRATADO, ensaios e inspeções para garantia das características exigidas, com base nas recomendações dos fabricantes das tintas, normas aplicáveis da ABNT e nestas Especificações Técnicas.

Antes do embarque as superfícies pintadas não deverão apresentar defeitos ou imperfeições. Os retoques que forem necessários deverão ter seu procedimento aprovado pela CONTRATANTE.

### 3.8.6 Tratamento e Preparo das Superfícies

O tratamento e preparo das superfícies a serem pintadas deverão seguir as recomendações da norma ABNT NBR 8755 e, 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 outras imperfeições.

### 3.8.7 Pintura de acabamento

Deverá ser aplicada uma camada de tinta de acabamento à base de poliéster a pó, na cor cinza padrão RAL 7032, textura lisa, externa e internamente ao cubículo, com espessura seca mínima de 100 micrômetros, valor obtido como média em cinco medições.

### 3.8.8 Garantia

As tintas aplicadas deverão ter garantia de 2 (dois) anos após a data de aceitação pela CONTRATANTE, de quaisquer defeitos originados pelo não atendimento das características esperadas da tinta e da aplicação na fábrica. O mesmo valerá para as tintas fornecidas diretamente à obra, neste caso, restringindo-se esta garantia somente à qualidade das tintas, já que sua aplicação será feita por terceiros e desde que eventuais defeitos que ocorrerem, sejam julgados como imputados somente às tintas

## 4 - REQUISITOS TÉCNICOS ESPECÍFICOS

Esta seção especifica os requisitos técnicos detalhados que deverão ser atendidos para o projeto e fabricação dos conjuntos de manobra blindados a serem fornecidos, em complementação ao especificado no item Requisitos Técnicos Gerais.

### 4.1 Cubículo de Distribuição de MT – 7,2 kV

O projeto, fabricação e ensaios do cubículo deverá atender aos requisitos destas especificações e da norma NBR-6979.

#### 4.1.1 Tipo

O cubículo de distribuição de MT 7,2 kV deverá ser do tipo blindado, conforme definido no item 3.2 da norma NBR-6979 e deverão possuir os compartimentos citados naquele item da norma. Os disjuntores de média tensão deverão ser extraíveis, e sua inserção e extração só poderá ser possível com a porta fechada para garantir a segurança de operação.

#### 4.1.2 Características Elétricas

O cubículo deverá ter as seguintes características elétricas:

- Tensão nominal 7,2 kV
- Frequência nominal 60 Hz



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

---

- Corrente nominal conforme diagrama unifilar
- Corrente nominal suportável de curta duração, um segundo 25 kA
- Tensão suportável nominal a frequência industrial durante 1 minuto, para terra e entre fases 20 kV
- Tensão suportável de impulso atmosférico, para terra e entre fases 60 kV

### 4.1.3 Diagramas Unifilares

- EN.B/V.DS.EL.0103 – Estação de Bombeamento EBV1 – FL 01/02;
- EN.B/V.DS.EL.0104 – Estação de Bombeamento EBV1 – FL 02/02;
- EN.B/V.DS.EL.0203 – Estação de Bombeamento EBV2 – FL 01/02;
- EN.B/V.DS.EL.0204 – Estação de Bombeamento EBV2 – FL 02/02;
- EN.B/V.DS.EL.0303 – Estação de Bombeamento EBV3 – FL 01/02;
- EN.B/V.DS.EL.0304 – Estação de Bombeamento EBV3 – FL 02/02;
- EN.B/V.DS.EL.0403 – Estação de Bombeamento EBV4 – FL 01/02;
- EN.B/V.DS.EL.0404 – Estação de Bombeamento EBV4 – FL 02/02;
- EN.B/V.DS.EL.0503 – Estação de Bombeamento EBV5 – FL 01/02;
- EN.B/V.DS.EL.0504 – Estação de Bombeamento EBV5 – FL 02/02;
- EN.B/V.DS.EL.0603 – Estação de Bombeamento EBV6 – FL 01/02;
- EN.B/V.DS.EL.0604 – Estação de Bombeamento EBV6 – FL 02/02;

### 4.1.4 Controle, supervisão e comando

Os disjuntores deverão ter comando local e remoto, sendo que o comando remoto se dará, respeitados os intertravamentos, no Sistema de Controle e Supervisão Digital (SCSD), fornecido por terceiros.

Deverá ser prevista no cubículo uma chave seletora (43LR) com as posições “local” e “remoto” para cada disjuntor.

O cubículo de distribuição de MT – 7,2 kV será controlado e supervisionado através da UAC de cada motobomba denominada PSU ou da UAC da Subestação denominada PSE, que faz parte do SCSD.

Na posição “local” o comando sempre será no modo “Manual” e executado nos próprios cubículos do equipamento. Para tanto os cubículos deverão ser providos com os intertravamentos e supervições locais necessários para uma operação local segura dos equipamentos.

Para o modo de comando “remoto” todos os intertravamentos bem como o automatismo para a transferência de fontes deverá ser executado através de lógica digital implementada na UAC.

A passagem da chave 43LR para a posição “local”, ou seja a transferência de comando do disjuntor para o Cubículo, implica na retirada deste disjuntor da lógica do automatismo. Independente da posição da chave 43LR, todos os requisitos de intertravamento, relativos a este disjuntor, deverão permanecer atuantes.

Em cada cubículo serão supervisionadas pela UAC a posição dos contatos dos disjuntores, a atuação das proteções, a posição da chave seletora e a presença da tensão de comando. Deverão também ser supervisionados a presença de tensão em cada uma das barras do cubículo.



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

No SCSD deverão estar disponíveis:

- para o alimentador dos disjuntores de entrada 52T1-2 e 52T2-2: medições de tensão e de corrente nas três fases, potência ativa, potência reativa, fator de potência, energia ativa e energia reativa;
- nos alimentadores de saída: medição de tensão nas três fases;
- nos alimentadores de saída: medição de corrente nas três fases.

Todas as medições poderão ser efetuadas a partir dos relés de proteção numéricos.

Em situação de emergência, após a perda de tensão nas barras de 7,2 kV, o SCSD deverá implementar uma sequência automática para a completa desenergização dos disjuntores do sistema de 7,2 kV, incluindo a ativação das sequências de parada normal de todas as unidades e a abertura dos disjuntores, e bloquear qualquer comutação de alimentação.

### 4.2 Cubículo com Dispositivo de Partida em MT – 7,2 kV

Esta especificação descreve a performance, os requisitos de funcionamento e os detalhes de fabricação dos dispositivos de partida, *soft starters* estáticos de tensão reduzida para motores de média tensão.

O intuito dos dispositivos de partida, *soft starters* é fornecer para os motores o torque controlado e ajustável assim como o limite de corrente na partida e ou parada de forma a reduzir a fadiga nos sistemas elétricos e mecânicos.

O projeto, fabricação e ensaios do cubículo deverá atender aos requisitos destas especificações e da norma NBR-6979.

#### 4.2.1 Tipo

O cubículo com dispositivo de partida em MT - 7,2 kV deverá ser do tipo blindado, conforme definido no item 3.2 da norma NBR-6979 e deverão possuir os compartimentos citados naquele item da norma. Os contadores de média tensão de linha e de passagem (*bypass*) deverão ser fixos.

#### 4.2.2 Características Elétricas

O cubículo deverá ter as seguintes características elétricas:

- |  |                            |
|--|----------------------------|
| - Tensão nominal   | 7,2 kV                     |
| - Frequência nominal   | 60 Hz                      |
| - Corrente nominal   | conforme diagrama unifilar |
| - Corrente nominal suportável de curta duração, um segundo                                     | 25 kA                      |
| - Sobrecarga em regime   | 125%                       |
| - Sobrecarga 1 minuto  | 500%                       |
| - Sobrecarga 1 ciclo   | 850%                       |
| - Tensão suportável nominal a frequência industrial durante 1 minuto, para terra e entre fases | 20 kV                      |
| - Tensão suportável de impulso atmosférico, para terra e entre fases                           | 60 kV                      |
| - Tempo nominal de partida   | 2 min.                     |
| - Ruído máximo audível, medido a 1,5m da periferia do conjunto                                 | 80dBA                      |
| - Rendimento em bypass   | 99,9%                      |



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

---

- Rendimento pelos tiristores 99,5%

### 4.2.3 Diagramas Unifilares

Os diagramas unifilares estão relacionados no item 4.1.3.

### 4.2.4 Módulo de potencia com tiristores

Em cada fase os tiristores devem ser arrançados em pares antiparalelos de dispositivos casados e em conexões serie como indicado abaixo de forma a atingir a capacidade de tensão de pico inversa requerida para a tensão de utilização.

Para cada módulo de potencia com tiristores deverá ser fornecida uma proteção de transiente de tensão utilizando supressor de rede RC

O circuito de disparo dos tiristores deverá ser amplificado e isolado das tensões de controle através de transformadores encapsulados.

### 4.2.5 Contator de *bypass* e dispositivos de isolamento

O contator deverá ser dimensionado para máxima corrente de partida de cada acionamento. O contator de *bypass* deve ser dimensionado de forma a permitir a partida direta de emergência pela rede. Deverá ser fornecida a proteção de sobrecarga do motor quando o dispositivo de partida, *soft starter* estiver selecionado em Modo de Emergência de *Bypass*.

O dispositivo de partida, *soft starter* deve ser isolado da rede de alimentação em média tensão assim que for dado o comando de parada. Deverá ser fornecido um dispositivo de isolamento separado e eletricamente acionado.

### 4.2.6 Controle, supervisão e comando

Os contadores deverão ter comando local e remoto, sendo que o comando remoto se dará, respeitados os intertravamentos, no Sistema de Controle e Supervisão Digital (SCSD), fornecido por terceiros.

Deverá ser prevista no cubículo uma chave seletora (43LR) com as posições "local" e "remoto" para cada contator.

O cubículo com dispositivo de partida em MT - 7,2 kV será controlado e supervisionado através da UAC de cada motobomba denominada PSU, que faz parte do SCSD.

Na posição "local" o comando sempre será no modo "Manual" e executado nos próprios cubículos do equipamento. Para tanto os cubículos deverão ser providos com os intertravamentos e supervisões locais necessários para uma operação local segura dos equipamentos.

Para o modo de comando "remoto" todos os intertravamentos bem como o automatismo para a transferência de fontes deverá ser executado através de lógica digital implementada na UAC.

A passagem da chave 43LR para a posição "local", ou seja, a transferência de comando do contator para o Cubículo, implica na retirada deste contator da lógica do automatismo. Independente da posição da chave 43LR, todos os requisitos de intertravamento, relativos a este contator, deverão permanecer atuantes.

Em cada cubículo serão supervisionados pela UAC a posição dos contatos dos contadores, a atuação das proteções, a posição da chave seletora e a presença da tensão de comando.

Deverão também ser supervisionados a presença de tensão em na barra do cubículo.

## 4.3 Transformadores de Serviços Auxiliares

O projeto, fabricação e ensaios dos Transformadores de Serviços Auxiliares deverá seguir as recomendações destas especificações e da norma NBR-10295.



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

### 4.3.1 Características Específicas

Os transformadores deverão ser trifásicos, com dois enrolamentos, próprios para uso interno, isolamento seco, com resfriamento natural por circulação de ar (AN), encapsulados em epóxi.

O transformador deverá ser provido de rodas orientáveis, de forma a permitir a movimentação do transformador em dois sentidos ortogonais. Além disso, o transformador deverá ser fornecido com dispositivos adequados para seu içamento.

Os transformadores deverão ser projetados e construídos para suportarem sem danos os efeitos térmicos e dinâmicos das correntes de curto-circuito, nas condições prescritas na NBR-10295 (Categoria I).

Os enrolamentos dos transformadores deverão ser encapsulados em epóxi de forma a possibilitar perfeita intercambiabilidade entre quaisquer fases e possibilitar a substituição das bobinas na obra. O isolamento deverá ser totalmente a prova de umidade e adequado para utilização e armazenagem em ambiente tropical, quente e altamente úmido.

Os transformadores deverão ser equipados com elos e barras adequadas, na quantidade necessária, para mudança das derivações com o transformador desenergizado. A régua terminal para mudança das derivações deverá ter uma indicação clara e indelével, das conexões a serem efetuadas para cada derivação.

### 4.3.2 Características Elétricas

Os Transformadores de Serviços Auxiliares deverão ter as seguintes características elétricas:

- Transformador
- Potência nominal 225 kVA
- Tensão nominal do enrolamento primário 7,2 kV
- Tensão nominal do enrolamento secundário 380 V
- Frequência nominal 60 Hz
- Derivações no enrolamento primário  $\pm 2 \times 2,5\%$
- Grupo de conexão Dyn1
- Marcação dos terminais primários H1, H2, H3
- Marcação dos terminais secundários X1, X2, X3, X0
- Tensão suportável nominal a frequência industrial do enrolamento primário, durante 1 minuto 20 kV
- Tensão suportável nominal a impulso atmosférico pleno, do enrolamento primário 60 kV
- Tensão suportável nominal a impulso atmosférico cortado, enrolamento primário 66 kV
- Tensão suportável nominal a frequência industrial do enrolamento secundário, durante 1 minuto 4 kV
- Tensão suportável nominal a frequência industrial do terminal de neutro do enrolamento secundário 4 kV

### 4.3.3 Requisitos Técnicos Específicos do Transformador

A elevação de temperatura, em relação à temperatura ambiente de 40 °C, não deverá exceder os valores da tabela 8 da NBR-10295.

O transformador deverá ser provido de um dispositivo de proteção de sobreaquecimento e de um termômetro, com escala graduada em graus centígrados.



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

---

O termômetro deverá ser instalado de forma que sua leitura seja possível do lado de fora da tela de proteção ou no cubículo de distribuição.

O dispositivo de proteção de sobreaquecimento deverá ser dotado de dois contatos ajustáveis, não aterrados, eletricamente independentes sendo um para alarme e outro para desligamento do disjuntor de montante, no cubículo de distribuição de MT – 7,2 kV. O CONTRATADO deverá informar as faixas de ajuste de cada contato e recomendar os valores para ajuste.

Entre o terminal do neutro e o de aterramento deverá ser provido um transformador de corrente, para proteção de sobrecorrente de neutro. O relé de sobrecorrente deverá ser instalado no cubículo de distribuição de MT – 7,2 kV, onde deverá ser previsto um compartimento que conterá a régua de bornes e os dispositivos de proteção do transformador.

Deverá ser provida uma conexão do terminal do neutro do transformador até a barra de aterramento do cubículo de baixa tensão.

O aterramento do neutro do transformador deverá ser independente do aterramento da base do transformador. Deverá ser possível desconectar o aterramento do neutro sem desconectar o aterramento da base. Deverão ser providos dois conectores para aterramento, do tipo compressão, para cabos de cobre de 95 mm<sup>2</sup>.

## 5 - ENSAIOS

### 5.1 Objetivo

Esta seção especifica as inspeções e ensaios a serem realizados em todos os cubículos elétricos e transformadores constantes desta Especificação Técnica.

Todos os equipamentos deverão ser completamente montados e ensaiados na fábrica do CONTRATADO conforme especificado a seguir e em conformidade com as normas técnicas aplicáveis.

### 5.2 Ensaios na Fábrica – Requisitos Gerais

#### 5.2.1 Ensaios de Rotina

Os ensaios de rotina em equipamentos e materiais realizados durante o processo de fabricação deverão ser feitos de acordo com as normas técnicas aplicáveis e procedimentos usuais do CONTRATADO. Os procedimentos de controle de Qualidade do CONTRATADO deverão ser descritos no Manual de Controle de Qualidade.

Quando da realização dos ensaios de rotina nos cubículos, com a presença do inspetor da CONTRATANTE, o CONTRATADO deverá colocar a disposição da CONTRATANTE os relatórios dos ensaios de rotina e os certificados dos ensaios de tipo, quando aceitos pela CONTRATANTE, referentes aos equipamentos citados acima.

Todos os cubículos terão a pintura testada de acordo com a norma MB-985 e deverão alcançar grau GR-1.

#### 5.2.2 Ensaios de Tipo

Os ensaios de tipo deverão comprovar que os equipamentos propostos para o Fornecimento atendem a todos os requisitos especificados.

Deverão ser apresentados os certificados dos ensaios de tipo realizados em equipamentos idênticos:

- transformador de serviços auxiliares;
- cubículo de distribuição de MT – 7,2 kV;
- cubículo com dispositivo de partida em MT - 7,2 kV;





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

---

- contadores de MT de cada tipo;
- disjuntores de MT de cada tipo;
- relés de proteção de cada tipo;
- transformadores de corrente e de potencial de cada tipo;
- transdutores de cada tipo.

### 5.3 Cubículos de Média Tensão

#### a) Ensaios de Rotina

Além dos ensaios previstos na norma NBR-6979, nos cubículos de média tensão deverão ser aplicados os seguintes ensaios:

Todos os disjuntores deverão ser submetidos a 10 ciclos de abertura e fechamento nas três tensões de comando (máxima, nominal e mínima);

Os transformadores de corrente deverão ser ensaiados em conformidade com as normas NBR-6856 e NBR-6821. Os ensaios de tensão induzida, tensão suportável à frequência industrial, polaridade e exatidão, deverão ser efetuados em cada transformador de corrente fornecido.

#### b) Ensaios de Tipo

Deverão ser apresentados os Relatórios dos seguintes ensaios de tipo, de acordo com a norma NBR-6979.

- Tensão suportável da impulso atmosférico;
- Tensão suportável a frequência industrial;
- Elevação de temperatura;
- Corrente de curta duração em circuitos principais;
- Corrente de curta duração em circuitos de aterramento.

### 5.4 Transformadores de Potência

#### 5.4.1 Ensaios de Rotina

Os transformadores de potência deverão ser ensaiados de acordo com a norma NBR-10295.

#### 5.4.2 Ensaios de Tipo

Deverão ser apresentados os Relatórios dos seguintes ensaios de tipo, de acordo com a norma NBR-10295.

- Fator de potência do isolamento;
- Elevação de temperatura;
- Tensão suportável de impulso atmosférico;
- Nível de ruído;
- Nível de tensão de rádio interferência.

### 5.5 Ensaios na Obra

- Requisitos Gerais

Após a instalação e montagem completa dos cubículos e execução da fiação externa, todos os cubículos serão submetidos, pela CONTRATANTE e às suas expensas, aos ensaios de campo.



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

---

Os ensaios de campo deverão ser realizados de acordo com as recomendações das normas técnicas aplicáveis. O equipamento de ensaio e o pessoal necessário será fornecido pela CONTRATANTE. O CONTRATADO deverá fornecer uma relação dos instrumentos necessários.

### 5.5.1 Ensaios na Obra

Os ensaios na obra para cada cubículo, constarão do seguinte:

- Tensão aplicada a frequência industrial, com valores de tensão equivalentes a 75% dos valores definidos pelas normas. Os ensaios serão realizados tanto nos circuitos principais quanto nos auxiliares;
- Verificação e calibração de todos os relés de proteção e instrumentos;
- Verificação e calibração de todos os dispositivos de proteção;
- Ensaio operacional completo de todos os equipamentos instalados;

Ensaio operacional em todos os circuitos de automatismo, visando confirmar que estes circuitos atendem aos requisitos destas Especificações Técnicas

## 6 - SOBRESSALENTES E FERRAMENTAS ESPECIAIS

### 6.1 Requisitos Gerais para Peças Sobressalentes

As peças sobressalentes a serem fornecidas deverão obrigatoriamente ser idênticas às fornecidas nos equipamentos e serem intercambiáveis com as mesmas, sem necessidade de ajustes. Todas as peças sobressalentes deverão ser ensaiadas de acordo com as normas aplicáveis.

Todas as peças sobressalentes deverão ser embaladas de forma a suportar sem deterioração armazenagens por longos períodos, em caixas separadas e identificadas.

Inscrições claramente visíveis em cada caixa deverão indicar as peças nelas contidas e a utilização de cada peça.

Peças pequenas sujeitas a perdas, deverão ser acondicionadas em embalagens plásticas fechadas, com inscrições indicando a sua utilização. Materiais sujeitos a oxidação ou ao ataque de fungos deverão ser devidamente protegidos e acondicionados em embalagens seladas, com as inscrições indicando a sua utilização. Estas embalagens poderão então ser acondicionadas em caixas junto com as outras peças.

Todas as inscrições feitas nas caixas e embalagens, deverão ser em língua portuguesa. O tamanho e o conteúdo das inscrições deverão ser submetidos à aprovação da CONTRATANTE. No Manual de Instruções para Manutenção deverá constar uma lista das peças sobressalentes indicando a caixa e a embalagem onde a mesma poderá ser encontrada.

### 6.2 Peças Sobressalentes do Fornecimento

O CONTRATADO deverá fornecer os seguintes sobressalentes:

- 3 (três) transformadores de corrente de cada tipo e relação utilizado;
- 3 (três) transformadores de potencial de cada tipo e relação utilizado;
- 9 (nove) jogos completos de contatos de cada tipo e tamanho de disjuntor utilizado;
- 3 (três) disjuntor de média tensão completo e respectivo carrinho para extração/transporte;
- 3 (três) contadores de média tensão completo de cada tipo utilizado;
- 3 (três) conjuntos de tiristores completos de cada tipo utilizado.





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

---

- 3 (três) unidades eletrônicas de proteção à microprocessador utilizadas em cada tipo de disjuntor;
- 3 (três) buchas de transformador de cada tipo utilizado;
- 6 (seis) bobinas de disparo para cada tipo e tamanho diferente de disjuntor utilizado;
- 5% (cinco por cento) da quantidade de cada fusível utilizado;
- 5% (cinco por cento), mas nunca menos de 3 (três) unidades, da quantidade total de contatos de cada tipo utilizado em contatores, relés auxiliares, chaves rotativas, etc.;
- 5% (cinco por cento), mas nunca menos de 3 (três) unidades, da quantidade total de conectores para cabos, relés auxiliares, blocos terminais, resistores de aquecimento e chaves seletoras, de cada tipo e tamanho utilizados;
- 2% (dois por cento), mas nunca menos de 3 (três) unidades, da quantidade total de lâmpadas formadas por grupos de LEDs para sinalização luminosa;
- 20% (vinte por cento) do total de cada tipo de anilhas plásticas para identificação de condutores utilizadas;
- 30 (trinta) unidades de todos os materiais sujeitos a desgastes ou cuja substituição seja recomendada em revisões periódicas, tais como contatos, juntas, anéis de vedação, etc.

### 6.3 Ferramentas Especiais

Os equipamentos cobertos por estas Especificações Técnicas deverão ser projetados de modo a evitar a necessidade de ferramentas especiais para instalação e manutenção.

Se forem necessárias ferramentas especiais, o Fornecimento deverá incluir além dos conjuntos necessários a montagem, dois conjuntos de quaisquer ferramentas especiais, chaves e dispositivos que não deverão ser utilizados durante a montagem dos equipamentos.

O CONTRATADO deverá fornecer dois conjuntos de extensões, de acordo com o tipo de conectores utilizados nos cartões de circuitos eletrônicos, para medições e verificações dos mesmos fora do bastidor.

As extensões deverão ser executadas com chapas de circuito impresso do mesmo

tipo utilizado na fabricação dos cartões, com cabos multicondutores paralelos construídos com condutores de cobre estanhados têmpera mole, com isolamento em PVC para tensão nominal não inferior a 300 V, e providos de chaves tipo miniatura para interrupção dos circuitos.

Cada conjunto completo deverá ser guardado em uma caixa de madeira de lei ou painel metálico, adequado para montagem em parede. O painel deverá ser provido de chapas de aço, identificando e indicando o uso de cada ferramenta

## 7 - INFORMAÇÕES TÉCNICAS

### 7.1 Geral

Antes da assinatura do contrato deverão ser apresentadas todas as informações abaixo relacionadas. Desenhos e dados deverão apresentar-se suficientemente claros e detalhados para possibilitarem uma avaliação completa e efetiva de como foram atendidas as disposições da presente especificação.

Quaisquer correções ou modificações que possam vir a tornar-se necessárias nas informações prestadas, com a finalidade de atender todas as exigências do Contrato, estarão sujeitas a aprovação, e não eximem o CONTRATADO de fornecer o equipamento nas condições contratadas.



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

### Dados de Fabricação

Tipo e designação do Fabricante.

Relação de Normas que o CONTRATADO pretende utilizar na fabricação.

Histórico de serviços dos equipamentos com características iguais ou comparáveis aquelas dos equipamentos que estão sendo oferecidos, que o CONTRATADO tenha anteriormente fabricado incluindo descrição, valores nominais, nomes de compradores, locais de instalação, ano de fabricação e datas de energização.

### 7.2 Ensaios

Relatórios completos de ensaios de tipo, relativos aos equipamentos idênticos ao proposto.

Relação e descrição dos ensaios de controle de qualidade dos materiais, acessórios e fabricação destes equipamentos.

Detalhes dos procedimentos, roteiros de ensaios que serão usados para ensaiar a performance do equipamento de acordo com as Normas padrões, bem como a descrição do local de realização dos mesmos.

### 7.3 Características Garantidas

Todos os dados declarados pelo CONTRATADO nos itens de Características Garantidas deverão ser garantidos.

Os ensaios para verificação dos valores garantidos deverão ser realizados na fábrica do CONTRATADO e às custas do mesmo, em conformidade com as normas relacionadas nestas Especificações Técnicas.

Os valores garantidos deverão independer de quaisquer tolerâncias permitidas por norma e erros de medição, exceto onde especificado de forma diferente nos Documentos de Contrato.

### 7.4 Dados Técnicos

Quaisquer alterações dos Dados Técnicos, discriminados a seguir, que venham a ser consideradas necessárias, depois da aceitação da Proposta, para que o CONTRATADO forneça os equipamentos e os materiais de acordo com os Documentos de Contrato, estarão sujeitos à aprovação, e de modo nenhum eximirão o CONTRATADO de sua obrigação de fornecê-los aos preços estabelecidos.

## 8 - CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DOS CUBÍCULOS DE DISTRIBUIÇÃO DE MT – 7,2 KV

### 8.1 Características Garantidas dos Cubículos de Distribuição de MT – 7,2 kV

#### 8.1.1 do Cubículo

- a) classe de tensão (kV)
- b) capacidade de curto-circuito simétrico (kA)
- c) tensão suportável nominal à frequência industrial, 1 minuto (kV)
- d) tensão suportável de impulso atmosférico (kV)
- e) dimensões
  - altura (mm)
  - largura total (mm)
  - profundidade (mm)



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

---

### 8.1.2 Transformadores de Potencial de média tensão

- a) classe de tensão (kV)
- b) potência térmica (VA)
- c) precisão
- d) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)

### 8.1.3 Transformadores de Corrente

- a) classe de tensão (kV)
- b) precisão de cada enrolamento
- c) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)
- d) tensão suportável de impulso atmosférico (kV)
- e) corrente térmica nominal ( $\times I_n$ )

### 8.1.4 Disjuntores de Média Tensão

- a) classe de tensão (kV)
- b) corrente nominal (A)
- c) capacidade de interrupção simétrica (kA)
- d) tempo de interrupção (ciclos)
- e) ciclo de operação
- f) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)
- g) tensão suportável de impulso atmosférico (kV)
- h) Fusíveis de Média Tensão
- i) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)

### 8.1.5 Terminações para Cabos de Média Tensão

- a) classe de tensão (kV)
- b) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)
- c) tensão suportável de impulso atmosférico (kV)

## 8.2 Dados Técnicos dos Cubículos de Distribuição de MT – 7,2 kV

### 8.2.1 do Cubículo

- a) tipo
- b) norma de fabricação
- c) tensão nominal de operação (kV)
- d) barramento de cobre
  - seção mm/mm
  - corrente nominal (A)
- e) número de seções
- f) desenho dimensional ref.

### 8.2.2 Transformadores de Potencial



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

---

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação
- d) encapsulamento
- e) relações de transformação (V-V)
- f) catálogo ref.

### 8.2.3 Transformadores de Corrente

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação
- d) encapsulamento
- e) relações de transformação (A-A)
- f) catálogo ref.

### 8.2.4 Disjuntores de média tensão

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação
- d) sistema de extinção de arco
- e) tensão nominal de operação (kV)
- f) tensão auxiliar
  - bobina de abertura (V cc)
  - bobina de fechamento (V cc)
  - bobina anti bombeamento (V cc)
  - motor de carregamento de molas (V cc)
- g) contatos auxiliares
  - normalmente abertos
  - normalmente fechados
  - de posição do elemento extraível
- h) catálogo ref.

### 8.2.5 Fusíveis de Média Tensão

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação
- d) classe de tensão (kV)
- e) tensão nominal (kV)
- f) corrente nominal (A)



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

g) corrente máxima de interrupção (kA)

h) catálogo ref.

### 8.2.6 Terminações para Cabos de Média Tensão

a) fabricante

b) tipo

c) norma de fabricação

d) isolamento / encapsulamento

e) catálogo ref.

## 9 - DISPOSITIVOS DE PARTIDA EM MT - 7,2 KV

### 9.1 Características Garantidas dos Cubículos com Dispositivo de Partida em MT - 7,2 kV

#### 9.1.1 do Cubículo

a) classe de tensão (kV)

b) capacidade de curto-circuito simétrico (kA)

c) tensão suportável nominal à frequência industrial, 1 minuto (kV)

d) tensão suportável de impulso atmosférico (kV)

e) dimensões

- altura (mm)

- largura total (mm)

- profundidade (mm)

#### 9.1.2 Transformadores de Potencial de média tensão

a) classe de tensão (kV)

b) potência térmica (VA)

c) precisão

d) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)

#### 9.1.3 Transformadores de Corrente

a) classe de tensão (kV)

b) precisão de cada enrolamento

c) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)

d) tensão suportável de impulso atmosférico (kV)

e) corrente térmica nominal ( $\times I_n$ )

#### 9.1.4 Contatores de Média Tensão

a) classe de tensão (kV)

b) corrente nominal (A)

c) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)

d) tensão suportável de impulso atmosférico (kV)



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

---

### 9.1.5 Seccionadores de Média Tensão

- a) classe de tensão (kV)
- b) corrente nominal (A)
- c) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)
- d) tensão suportável de impulso atmosférico (kV)

### 9.1.6 Fusíveis de Média Tensão

- a) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)

### 9.1.7 Tiristores

- a) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)
- b) queda de tensão nos SCR's (V)
- c) eficiência total (%)

### 9.1.8 - Terminações para Cabos de Média Tensão

- a) classe de tensão (kV)
- b) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)
- c) tensão suportável de impulso atmosférico (kV)

## 9.2 Dados Técnicos dos Cubículos com Dispositivo de Partida em MT - 7,2 kV

### 9.2.1 do Cubículo

- a) tipo
- b) norma de fabricação
- c) tensão nominal de operação (kV)
- d) barramento de cobre
  - seção mm/mm
  - corrente nominal (A)
- e) número de seções
- f) desenho dimensional ref.
- g) Transformadores de Potencial
- h) fabricante
- i) tipo
- j) norma de fabricação
- k) encapsulamento
- l) relações de transformação (V-V)
- m) catálogo ref.

### 9.2.2 Transformadores de Corrente

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação



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

---

- d) encapsulamento
- e) relações de transformação (A-A)
- f) catálogo ref.

### 9.2.3 Contatores de média tensão

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação
- d) sistema de extinção de arco
- e) tensão nominal de operação (kV)
- f) tensão auxiliar
  - bobina de abertura (V cc)
  - bobina de fechamento (V cc)
  - bobina anti bombeamento (V cc)
  - motor de carregamento de molas (V cc)
- g) contatos auxiliares
  - normalmente abertos
  - normalmente fechados
  - de posição do elemento extraível
- h) catálogo ref.

### 9.2.4 Seccionadores de Média Tensão

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação
- d) classe de tensão (kV)
- e) tensão nominal (kV)
- f) corrente nominal (A)
- g) catálogo ref.

### 9.2.5 Fusíveis de Média Tensão

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação
- d) classe de tensão (kV)
- e) tensão nominal (kV)
- f) corrente nominal (A)
- g) corrente máxima de interrupção (kA)
- h) catálogo ref.





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

### 9.2.6 Tiristores

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação
- d) classe de tensão (kV)
- e) tensão nominal (kV)
- f) corrente nominal (A)
- g) corrente máxima de interrupção (kA)
- h) catálogo ref.

### 9.2.7 Terminações para Cabos de Média Tensão

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação
- d) isolamento / encapsulamento
- e) catálogo ref.

## 10 - CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DOS TRANSFORMADORES DE SERVIÇOS AUXILIARES

### 10.1 Características Garantidas dos Transformadores de Serviços Auxiliares

#### 10.1.1 do Transformador seco

- a) isolamento
- b) enrolamento primário (AT)
  - tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)
  - suportável nominal de impulso atmosférico pleno (kV)
  - tensão suportável nominal de impulso atmosférico cortado (kV)
- c) enrolamento secundário (BT)
  - tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)
- d) de neutro do enrolamento secundário
  - suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)
- e) temperatura máxima, nas condições especificadas
  - média no enrolamento AT/BT (°C)
  - no ponto mais quente do enrolamento AT/BT (°C)
- f) potência nominal (kVA)
- g) impedância referida a potência nominal e 115 °C (%)
- h) resistência referida a potência nominal e 115 °C (%)
- i) perdas em vazio, 60 Hz, com o comutador ligado na derivação de maior perda, a tensão nominal (W)



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

- j) perdas totais, à corrente nominal, 60 Hz, referidas a 115 °C, com o comutador ligado na derivação de maior perda (W)

### 10.2 Dados Técnicos dos Transformadores de Serviços Auxiliares

#### 10.2.1 do Transformador seco

- a) fabricante
- b) norma de fabricação
- c) tensão nominal do enrolamento primário (AT) (kV)
- d) tensão nominal do enrolamento secundário (BT) (V)
- e) derivações
- f) catálogo ref.
- g) tipo
- h) relação X/R
- i) tensão nominal da derivação de maior perda (kV)
- j) corrente de excitação, referida a potência e tensão nominais e 60 H (%)
- k) peso completo do transformador (kgf)
- l) dimensões
  - altura total (mm)
  - largura total (mm)
  - profundidade total (mm)
- m) dimensional ref.

## 11 - CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE RELÉS DE PROTEÇÃO

### 11.1.1 Proteção de Sobrecorrente de Fase e de Neutro

#### 11.1.2 Características Garantidas

- a) faixa de ajuste (xIn)
- b) curva característica ref.
- c) sobrecarga instantânea (1 seg) (xIs)
- d) carga (VA)
- e) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)
- f) capacidade dos contatos de saída
  - permanente (A)
  - de interrupção (A)

#### 11.1.3 Dados Técnicos

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação



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

- d) corrente nominal (A)
- e) contatos de saída disponíveis
  - disparo
  - alarme
- f) catálogo ref.

### 11.2 Proteção de Subtensão

#### 11.2.1 Características Garantidas

- g) faixa de ajuste (xVn)
- h) tempo máximo de operação (ms)
- i) curva característica ref.
- j) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)
- k) capacidade dos contatos de saída
  - permanente (A)
  - de interrupção (A)

#### 11.2.2 Dados Técnicos

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação
- d) tensão nominal (V)
- e) carga (VA)
- f) contatos de saída disponíveis
  - disparo
  - alarme
- g) catálogo ref.

## 12 - CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE RELÉS DE BLOQUEIO

### 12.1 Características Garantidas

- a) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)
- b) capacidade dos contatos
  - permanente (A)
  - de interrupção

### 12.2 Dados Técnicos

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação
- d) tensão nominal das bobinas (V cc)



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

- e) faixa de variação da tensão  $(\pm \% V_n)$
- f) consumo de cada bobina (VA)
- g) contatos disponíveis
- h) catálogo ref.

### 13 - CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE RELÉS AUXILIARES

#### 13.1 Relés Auxiliares para Corrente Contínua

##### 13.1.1 Características Garantidas

- a) faixa de variação da tensão  $(\pm \% V_n)$
- b) tensão de *drop-out*  $(\% V_n)$
- c) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)

##### 13.1.2 Dados Técnicos

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação
- d) tensão nominal da bobina (V cc)
- e) tempo máximo de operação (ms)
- f) consumo da bobina (VA)
- g) contatos auxiliares
- h) capacidade dos contatos
  - permanente (A)
  - de interrupção (A)
- i) catálogo ref.

#### 13.2 Relés Auxiliares para Corrente Alternada

##### 13.2.1 Características Garantidas]

- a) faixa de variação da tensão  $(\pm \% V_n)$
- b) de *drop-out*  $(\% V_n)$
- c) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)

##### 13.2.2 Dados Técnicos

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação
- d) tensão nominal da bobina (V)
- e) tempo máximo de operação (ms)
- f) consumo da bobina (VA)
- g) contatos auxiliares



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

---

- h) capacidade dos contatos
  - permanente (A)
  - de interrupção (A)
- i) catálogo ref.

### 13.3 Relés Temporizados para Corrente Contínua

#### 13.3.1 Características Garantidas

- a) faixa de variação da tensão ( $\pm$  % Vn)
- b) tensão de *drop-out* (% Vn)
- c) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)

#### 13.3.2 Dados Técnicos

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação
- d) tensão nominal das bobinas (V cc)
- e) faixa de temporização (seg)
- f) consumo da bobina (VA)
- g) contatos auxiliares instantâneos
- h) contatos auxiliares temporizados
- i) capacidade dos contatos
  - permanente (A)
  - de interrupção (A)
- j) catálogo ref.

### 13.4 Relés Temporizados para Corrente Alternada

#### 13.4.1 Características Garantidas

- a) faixa de variação da tensão ( $\pm$  % Vn)
- b) tensão de *drop-out* (% Vn)
- c) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)

#### 13.4.2 Dados Técnicos

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação
- d) tensão nominal das bobinas (V)
- e) faixa de temporização (seg)
- f) consumo da bobina (VA)
- g) contatos auxiliares instantâneos
- h) contatos auxiliares temporizados



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

- i) capacidade dos contatos
- permanente (A)
- de interrupção (A)
- catálogo ref.

### 14 - CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE TRANSDUTORES

#### 14.1 Características Garantidas

Obs.: Preencher uma tabela para cada tipo proposto.

- a) carga admissível (ohms)
- b) classe de exatidão (%)
- c) capacidade de sobrecarga em relação a nominal
- permanente (%)
- instantânea (10 segundos) (%)
- d) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)
- e) faixa de variação da tensão auxiliar ( $\pm \% V_n$ )

#### 14.2 Dados Técnicos

Obs.: Preencher uma tabela para cada tipo proposto.

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação
- d) sinal de entrada
- e) sinal de saída (mA)
- f) tensão auxiliar (V cc)
- g) catálogo ref.

### 15 - CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE INSTRUMENTOS INDICADORES

#### 15.1 Instrumentos Indicadores para Ligação a Transformadores de Medição

##### 15.1.1 Características Garantidas

- a) classe de exatidão
- b) capacidade de sobrecarga em relação a nominal
- permanente (%)
- instantânea (10 segundos) (%)
- c) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)

##### 15.1.2 Dados Técnicos

- a) fabricante
- b) tipo



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

- c) norma de fabricação
- d) tensão máxima (V)
- e) deflexão do ponteiro
- f) catálogo ref.

### 15.2 Instrumentos Indicadores para Ligação a Transdutores

#### 15.2.1 Características Garantidas

- a) classe de exatidão
- b) capacidade de sobrecarga em relação a nominal
  - permanente (%)
  - instantânea (10 segundos) (%)
- c) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)

#### 15.2.2 Dados Técnicos

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação
- d) sinal de entrada (faixa) (mA)
- e) deflexão do ponteiro
- f) tensão auxiliar (V cc)
- g) catálogo ref.

## 16 - CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE CHAVES SELETORAS E DE COMANDO

### 16.1 Características Garantidas

- a) capacidade dos contatos
  - permanente (A)
  - interrupção (A)
- b) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)

### 16.2 Dados Técnicos

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação
- d) tensão de operação (V)
- e) tensão máxima de operação (V)
- f) catálogo

## 17 - CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE BOTÕES DE COMANDO

### 17.1 Características Garantidas



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

---

- a) capacidade dos contatos
  - permanente (A)
  - de interrupção (A)
- b) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)

### 17.2 Dados Técnicos

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação
- d) tensão de operação (V)
- e) tensão máxima de operação (V)
- f) catálogo ref.

## 18 - CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE SINALIZADORES LUMINOSOS

### 18.1 Características Garantidas

- a) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)

### 18.2 Dados Técnicos

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação
- d) tensão de operação (V)
- e) tensão máxima de operação (V)
- f) catálogo ref.

### 18.3 características garantidas e DADOS TÉCNICOS DE BLOCOS DE TESTE

### 18.4 Características Garantidas

- a) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)

### 18.5 Dados Técnicos

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação
- d) classe de tensão (kV)
- e) corrente nominal (A)
- f) número de contatos
  - de potencial
  - de corrente
  - catálogo







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

ÍNDICE	PG.
<b>1. OBJETO E OBJETIVO</b>	<b>1</b>
1.1. Equipamentos, Materiais e Serviços Incluídos no Fornecimento	1
1.2. Desenhos de Referência	1
1.3. Equipamentos, Materiais e Serviços Excluídos do Fornecimento	2
1.4. Desenhos e Documentos Técnicos do CONTRATADO	2
1.4.1 . Apresentação	2
1.4.2 . Desenhos e documentos a serem enviados para aprovação	3
1.5. Cooperação do CONTRATADO com Terceiros	5
<b>2. NORMAS TÉCNICAS</b>	<b>6</b>
<b>3. REQUISITOS TÉCNICOS GERAIS</b>	<b>6</b>
3.1. Objetivo	6
3.2. Condições Ambientais	6
3.3. Fontes de Tensão Auxiliar	6
3.4. Compatibilidade Eletromagnética	7
3.5. Aterramento e Blindagem	7
3.5.1 . Requisitos Gerais	7
3.5.2 . Blindagem dos Cabos	8
3.5.3 . Blindagem de Módulos	8
3.5.4 . Quadros	8
3.6. Equipamentos Eletrônicos – Condições Ambientais	9
3.6.1 . Classificação Quanto aos Ambientes de Instalação e Uso	9
3.6.2 . Classificação Quanto à Suportabilidade a Fenômenos Eletromagnéticos	10
3.7. Requisitos Gerais dos Quadros de Distribuição de Corrente Alternada (QDCA e QDSE)	11
3.7.1 . Características Construtivas	11
3.7.2 . Aquecimento dos quadros	11
3.7.3 . Aquecimento de Motores	12
3.7.4 . Barramentos	12
3.7.5 . Disjuntores em caixa moldada para corrente alternada	12
3.7.6 . Demarradores	13
3.7.7 . Contatores Magnéticos	13
3.7.8 . Alimentadores	14
3.7.9 . Fiação	14
3.7.10 . Réguas de Bornes	14
3.8. Requisitos Gerais dos Quadros de Distribuição de Corrente Contínua (QDCC)	15
3.8.1 . Geral	15
3.8.2 . Aquecimento	15
3.8.3 . Barramentos	15
3.8.4 . Disjuntores em caixa moldada para Corrente Contínua	16
3.8.5 . Alimentadores	16
3.9. Requisitos Técnicos Gerais dos Componentes	16
3.9.1 . Botões de Comando	16
3.9.2 . Blocos de Testes	17
3.9.3 . Calhas Plásticas	17
3.9.4 . Fusíveis de Baixa Tensão	19
3.9.5 . Identificação da Fiação	19
3.9.6 . Instrumentos Indicadores	19
3.9.7 . Placas de Identificação dos Quadros Elétricos	20



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

---

3.9.8 .	Plaquetas de Identificação da Sigla do equipamento e dos Componentes.....	20
3.9.9 .	Relés de Proteção.....	21
3.9.10 .	Relés de Bloqueio .....	22
3.9.11 .	Relés Auxiliares .....	22
3.9.12 .	Relés de Tempo.....	22
3.9.13 .	Sinalizadores Luminosos.....	23
3.9.14 .	Solenóides .....	24
3.9.15 .	Transdutores .....	24
3.9.16 .	Transformadores de Potencial.....	25
3.9.17 .	Transformadores de Corrente .....	25
3.9.18 .	Tomadas Multipolares .....	25
3.9.19 .	Terminações de Cabos .....	25
3.9.20 .	Fiação Interna .....	26
3.9.21 .	Réguas de Bornes e Acessórios .....	26
3.9.22 .	Iluminação.....	27
<b>3.10.</b>	<b>Pintura.....</b>	<b>27</b>
3.10.1 .	Requisitos Gerais.....	27
3.10.2 .	Cor de Acabamento .....	28
3.10.3 .	Retoques, Pintura de Acabamento Final na Obra e Pintura de Obra.....	28
3.10.4 .	Responsabilidade do Serviço/Fornecimento de Tintas .....	28
3.10.5 .	Qualidade das Tintas e Inspeções .....	28
3.10.6 .	Tratamento e Preparo das Superfícies .....	29
3.10.7 .	Pintura de acabamento .....	29
3.10.8 .	Garantia .....	29
<b>4.</b>	<b>REQUISITOS TÉCNICOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>29</b>
<b>4.1.</b>	<b>Quadros de Distribuição de Corrente Alternada – QDCA.....</b>	<b>29</b>
4.1.1 .	Características Elétricas.....	29
4.1.2 .	Diagramas Unifilares .....	29
4.1.3 .	Controle, supervisão e comando.....	29
<b>4.2.</b>	<b>Quadro de Distribuição de Corrente Alternada da Subestação –QDSE.....</b>	<b>30</b>
4.2.1 .	Características Elétricas.....	30
4.2.2 .	Diagrama Unifilar .....	30
4.2.3 .	Controle .....	30
<b>4.3.</b>	<b>Quadros de Distribuição de Corrente Contínua QDCC .....</b>	<b>30</b>
4.3.1 .	Características Elétricas.....	30
4.3.2 .	Diagramas Unifilares .....	31
4.3.3 .	Controle e Supervisão.....	31
<b>5.</b>	<b>ENSAIOS.....</b>	<b>31</b>
<b>5.1.</b>	<b>Objetivo.....</b>	<b>31</b>
<b>5.2.</b>	<b>Ensaio na Fábrica – Requisitos Gerais.....</b>	<b>31</b>
5.2.1 .	Ensaio de Rotina .....	31
5.2.2 .	Ensaio de Tipo .....	31
<b>5.3.</b>	<b>Quadros de Distribuição de Corrente Alternada.....</b>	<b>32</b>
<b>5.4.</b>	<b>Quadros de Distribuição de Corrente Contínua.....</b>	<b>32</b>
<b>5.5.</b>	<b>Demarradores.....</b>	<b>32</b>
<b>5.6.</b>	<b>Ensaio na Obra.....</b>	<b>32</b>
5.6.1 .	Requisitos Gerais.....	32
5.6.2 .	Ensaio na Obra .....	32



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

<b>6. SOBRESSALENTES E FERRAMENTAS ESPECIAIS.....</b>	<b>33</b>
6.1. Requisitos Gerais para Peças Sobressalentes .....	33
6.2. Peças Sobressalentes do Fornecimento .....	33
6.3. Ferramentas Especiais .....	34
<b>7. INFORMAÇÕES TÉCNICAS .....</b>	<b>34</b>
7.1. Geral.....	34
7.2. Dados de Fabricação .....	34
7.3. Dados de Ensaio .....	34
7.4. Características Garantidas .....	35
7.5. Dados Técnicos.....	35
<b>8. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DOS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO DE SERVIÇOS AUXILIARES EM CORRENTE ALTERNADA – QDCA.....</b>	<b>35</b>
8.1. Características Garantidas dos Quadros de Distribuição de Serviços Auxiliares em Corrente Alternada QDCA .....	35
8.1.1 . do Quadro .....	35
8.1.2 . Disjuntores .....	35
8.2. Dados Técnicos dos Quadros de Distribuição de Serviços Auxiliares em Corrente Alternada QDCA.....	35
8.2.1 . do Quadro .....	35
<b>9. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DOS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO DE SERVIÇOS AUXILIARES EM CORRENTE ALTERNADA DA SUBESTAÇÃO – QDSE .....</b>	<b>36</b>
9.1. Características Garantidas dos Quadros de Distribuição de Serviços Auxiliares em Corrente Alternada da Subestação QDSE.....	36
9.1.1 . do Quadro .....	36
9.1.2 . Disjuntores .....	36
9.2. Dados Técnicos dos Quadros de Distribuição de Serviços Auxiliares em Corrente Alternada da Subestação QDSE .....	36
9.2.1 . do Quadro .....	36
<b>10. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DOS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO DE CORRENTE CONTÍNUA QDCC .....</b>	<b>37</b>
10.1. Características Garantidas dos Quadros de Distribuição de Corrente Contínua QDCC.....	37
10.2. Dados Técnicos dos Quadros de Distribuição de Corrente Contínua QDCC .....	37
<b>11. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE DEMARRADORES DE CORRENTE ALTERNADA.....</b>	<b>37</b>
11.1. Características Garantidas de Demarradores de Corrente Alternada .....	37
11.1.1 . Geral .....	37
11.1.2 . Disjuntor.....	37
11.1.3 . Contator .....	38
11.1.4 . Relé Térmico de Sobrecarga.....	38
11.2. Dados Técnicos de Demarradores de Corrente Alternada.....	38
11.2.1 . Geral .....	38
11.2.2 . Disjuntor.....	38
11.2.3 . Contator .....	38
11.2.4 . Relé Térmico de Sobrecarga.....	39
<b>12. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE RELÉS DE PROTEÇÃO.....</b>	<b>39</b>



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

---

12.1. Proteção de Sobrecorrente de Fase e de Neutro .....	39
12.1.1 . Características Garantidas .....	39
12.1.2 . Dados Técnicos .....	39
12.2. Proteção de Subtensão .....	40
12.2.1 . Características Garantidas .....	40
12.2.2 . Dados Técnicos .....	40
13. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE RELÉS DE BLOQUEIO .....	40
13.1. Características Garantidas .....	40
13.2. Dados Técnicos .....	40
14. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE RELÉS AUXILIARES .....	41
14.1. Relés Auxiliares para Corrente Contínua .....	41
14.1.1 . Características Garantidas .....	41
14.1.2 . Dados Técnicos .....	41
14.2. Relés Auxiliares para Corrente Alternada .....	41
14.2.1 . Características Garantidas .....	41
14.2.2 . Dados Técnicos .....	41
14.3. Relés Temporizados para Corrente Contínua .....	42
14.3.1 . Características Garantidas .....	42
14.3.2 . Dados Técnicos .....	42
14.4. Relés Temporizados para Corrente Alternada .....	42
14.4.1 . Características Garantidas .....	42
14.4.2 . Dados Técnicos .....	42
15. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE TRANSDUTORES .....	43
15.1. Características Garantidas .....	43
15.2. Dados Técnicos .....	43
16. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE INSTRUMENTOS INDICADORES .....	43
16.1. Instrumentos Indicadores para Ligação a Transformadores de Medição .....	43
16.1.1 . Características Garantidas .....	43
16.1.2 . Dados Técnicos .....	43
16.2. Instrumentos Indicadores para Ligação a Transdutores .....	44
16.2.1 . Características Garantidas .....	44
16.2.2 . Dados Técnicos .....	44
17. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE CHAVES SELETORAS E DE COMANDO .....	44
17.1. Características Garantidas .....	44
17.2. Dados Técnicos .....	44
18. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE BOTÕES DE COMANDO .....	45
18.1. Características Garantidas .....	45
18.2. Dados Técnicos .....	45
19. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE SINALIZADORES LUMINOSOS .....	45
19.1. Características Garantidas .....	45
19.2. Dados Técnicos .....	45
20. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE BLOCOS DE TESTE .....	45



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

---

20.1. Características Garantidas .....	45
20.2. Dados Técnicos.....	45
21. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE TRANSFORMADORES DE CORRENTE DE BAIXA TENSÃO .....	46
21.1. Características Garantidas .....	46
21.2. Dados Técnicos.....	46
22. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE FUSÍVEIS DE BAIXA TENSÃO	46
22.1. Características Garantidas .....	46
22.2. Dados Técnicos.....	46
23. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE DISJUNTORES TIPO CAIXA MOLDADA PARA CORRENTE ALTERNADA.....	46
23.1. Características Garantidas .....	46
23.2. Dados Técnicos.....	47
24. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE DISJUNTORES TIPO CAIXA MOLDADA PARA CORRENTE CONTÍNUA .....	47
24.1. Características Garantidas .....	47
24.2. Dados Técnicos.....	47



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

---

### 1. OBJETO E OBJETIVO

O objeto deste relatório é o Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional e seu objetivo abrange a descrição geral do fornecimento, define seus limites e as responsabilidades a serem assumidas pelo CONTRATADO para fornecer os quadros de corrente alternada 380/220 Vca e de corrente contínua 125 Vcc de Serviços Auxiliares, necessários para a implantação do Trecho V - Eixo Leste

O fornecimento inclui projeto, fabricação, inspeção, ensaios na fábrica, embalagem para transporte, transporte da fábrica até o canteiro de obras, supervisão de montagem, testes finais de campo e comissionamento dos quadros de corrente alternada 380/220 Vca e de corrente contínua 125 Vcc de Serviços Auxiliares necessários para a implantação do Trecho V - Eixo Leste.

#### 1.1. Equipamentos, Materiais e Serviços Incluídos no Fornecimento

06 (seis) Quadros de Distribuição de Corrente Alternada, 380/220 Vca (QDCA), conforme Diagrama Unifilar de Proteção e Medição QDCA – EN.B/V.DS.EL.0004 a EN.B/V.DS.EL.0014;

05 (cinco) Quadros de Distribuição de Corrente Alternada da Subestação em 380/220 Vca (QDSE), conforme Diagrama Unifilar de Proteção e Medição QDSE – EN.B/V.DS.EL.0015 a EN.B/V.DS.EL.0016;

06 (seis) Quadros de Distribuição Geral de Corrente Contínua, 125 Vcc (QDCC), conforme Diagrama Unifilar de Proteção e Medição QDCC – EN.B/V.DS.EL.0023 a EN.B/V.DS.EL.0028

Peças Sobressalentes e Ferramentas Especiais

O Fornecimento inclui o conjunto de peças sobressalentes e ferramentas especiais conforme especificado.

Ensaio de Tipo e de Rotina

O Fornecimento inclui os ensaios de tipo e de rotina nos quadros e equipamentos, conforme especificado.

Embalagem e Transporte

O Fornecimento inclui as embalagens e os serviços de transporte de todos os equipamentos, materiais e ferramentas a partir dos respectivos locais de origem até o local da obra.

Documentação

O Fornecimento inclui o conjunto de desenhos, catálogos, manuais e demais documentos conforme especificados.

Coordenação e Seletividade das Proteções

O CONTRATADO é responsável pela seleção e dimensionamento de todos os dispositivos de proteção e manobra dos quadros incluídos no Fornecimento. As características indicadas para os equipamentos são orientativas. A coordenação e seletividade das proteções, bem como o dimensionamento de todos os equipamentos é responsabilidade do CONTRATADO.

Assim o CONTRATADO deverá submeter a aprovação da CONTRATANTE as memórias de cálculo relativas aos estudos de coordenação e seletividade das proteções do sistema de corrente alternada e do sistema de corrente contínua, bem como de dimensionamento dos equipamentos incluídos no Fornecimento.

Supervisão de Montagem

#### 1.2. Desenhos de Referência



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

---

Os desenhos relacionados a seguir complementam e fazem parte desta Especificação Técnica:

EN.B/V.DS.EL.0002 – Estação de Bombeamento – Serviços Auxiliares de CA – Diagrama Unifilar Simplificado Geral;

EN.B/V.DS.EL.0003 – Estação de Bombeamento – Serviços Auxiliares de CC – Diagrama Unifilar Simplificado Geral;

EN.B/V.DS.EL.0004 a EN.B/V.DS.EL.0014 – Estações de Bombeamento – Serviços Auxiliares de CA – Diagrama Unifilar de Medição e Proteção QDCA;

EN.B/V.DS.EL. 0015 a EN.B/V.DS.EL. 0016 – Subestações – Serviços Auxiliares de CA – Diagrama Unifilar de Medição e Proteção QDSE;

EN.B/V.DS.EL.0023 a EN.B/V.DS.EL.0028 — Serviços Auxiliares de CC – Diagrama Unifilar de Medição e Proteção QDCC;

### 1.3. Equipamentos, Materiais e Serviços Excluídos do Fornecimento

Estão excluídos do Fornecimento os seguintes itens:

Obras civis;

Área de armazenagem dos equipamentos, materiais e dispositivos incluídos no Fornecimento;

Cabos de potência e de controle externos aos equipamentos fornecidos;

Sistema de Controle e Supervisão Digital (SCSD).

Fontes de 125 V corrente contínua (baterias e carregadores).

### 1.4. Desenhos e Documentos Técnicos do CONTRATADO

#### 1.4.1 . Apresentação

Os desenhos preparados pelo CONTRATADO deverão estar em conformidade com as normas da ABNT. Os desenhos deverão ter de preferência tamanho A-1 exceto os multifilares, esquemáticos e listas que terão tamanho A-3. Os desenhos deverão ser executados com suficiente nitidez para permitir a sua microfilmagem e/ou digitalização.

Todos os desenhos e documentos técnicos deverão incluir nos seus quadros de títulos as seguintes indicações, bem legíveis:

- PROJETO DE TRANSPOSIÇÃO DE ÁGUAS DO RIO SÃO FRANCISCO PARA O NORDESTE SETENTRIONAL;
- ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EBV/\* (ou SUBESTAÇÃO E\*) - Serviços Auxiliares de CA (ou CC);
- Identificação do equipamento;
- Título do desenho ou documento;
- Número e série de fabricação do equipamento;
- Número do desenho/documento do CONTRATADO;
- Número do desenho/documento do CONTRATANTE;
- Número da Ordem de Compra do CONTRATANTE.

No lado esquerdo do quadro de títulos deverá ser reservado um espaço em branco de 7 x 10 cm em todos os desenhos, destinado ao carimbo de aprovação.





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

---

### 1.4.2 . Desenhos e documentos a serem enviados para aprovação

Para cada equipamento, o CONTRATADO deverá enviar para aprovação os desenhos e outros documentos com dados técnicos aplicáveis a seu Fornecimento, incluindo mas não se limitando aos a seguir relacionados:

- a) Cronograma de Documentos - Uma lista completa de todos os desenhos, dados técnicos e documentos de projeto, por título e número, que o CONTRATADO irá fornecer, com as respectivas datas de entrega. Este cronograma deverá seguir padrão a ser definido pela CONTRATANTE, deverá ter espaço adequado para registrar o histórico de cada documento;
- b) Lista de Documentos\_\_– Documentos com número próprio, na qual deverão estar relacionados todos os Desenhos, Procedimentos e Ensaios, Relatórios de Ensaios e Manuais de Instruções, com os respectivos números e títulos;
- c) Cronograma de Fabricação e Fornecimento – Documento mostrando as diversas etapas de fabricação, incluindo o provisionamento e ensaios;
- d) Lista de Peças Sobressalentes e Ferramentas Especiais – Uma lista completa de todas as peças sobressalentes e ferramentas especiais, com respectivos preços unitários;
- e) Desenhos de Arranjo Geral - Desenhos de Conjunto, indicando a relação dos componentes, materiais e acessórios do equipamento principal, contendo todos os elementos necessários ao projeto da instalação, montagem e a manutenção, tais como massas, dimensões, dados para fixação, alturas recomendadas, esforços limites, etc;
- f) Folha de Dados do Equipamento - Um resumo de todas as características técnicas do equipamento, normas de fabricação, materiais, massa, métodos construtivos e outros, relação de ensaios de rotina e de tipo.
- g) Requisitos e Informações para o Projeto Civil - Todas as dimensões, massa, diagrama de esforços, detalhe da base com posição e tipo dos chumbadores e posições de saída/entrada de cabos e demais detalhes necessários para que a Projetista dimensione as estruturas de concreto;
- h) Diagramas Elétricos – Desenhos contendo todos os dados relativos a parte elétrica do equipamento, tais como diagramas de blocos, diagramas unifilares, diagramas trifilares, esquemáticos das ligações internas e externas, esquemas de fiação, características dos componentes, etc;
- i) Relatórios de Ensaios – Documento contendo pelo menos a relação dos ensaios realizados, a quantidade e o número de série dos equipamentos ensaiados. O relatório propriamente dito, deverá fornecer além dos resultados todos os dados necessários para a análise, interpretação e avaliação de cada ensaio;
- j) Desenhos de Transporte – Desenhos indicando a massa, dimensões máximas externas, centro de gravidade, pontos de içamento, recomendações e cuidados especiais para cada peça isolada ou embalagem a ser utilizada durante o transporte;
- k) Manual de Controle e Garantia da Qualidade - O CONTRATADO deverá preparar e submeter à aprovação um Manual de Controle de Qualidade, que deverá cobrir todas as atividades que implicarão na qualidade final e desempenho do Fornecimento, conforme diretrizes da norma ISO 9001.

Este Manual consistirá basicamente de três partes:

- Plano de Inspeção durante a Fabricação;



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

---

- Plano de Inspeção durante a Montagem;
- Plano de Comissionamento.

Cada uma das três partes conterá basicamente os itens abaixo, sem a isto se limitarem:

- Lista das etapas a serem controladas, fazendo referência aos Cronogramas de Fabricação, Montagem e Comissionamento;
  - Lista das partes pertinentes das normas adotadas;
  - Descrição de todos os métodos de controle para cada item citado na lista das etapas a serem controladas;
  - Cópia de todos os protocolos a serem preenchidos. Tais protocolos serão específicos para este fornecimento.
  - Lista de todos os instrumentos e aparelhos de medição necessários para cada etapa;
  - Programa de ensaio, detalhando a seqüência de atividades, interdependência entre elas e o tempo previsto para sua execução completa;
  - Relatórios das inspeções executadas durante a fabricação, que serão incorporados ao Manual à medida que forem sendo emitidos. O CONTRATADO deverá emití-los até 15 (quinze) dias após a execução dos ensaios. Tais relatórios deverão incluir resultados dos ensaios, curvas, cálculos de verificação, fórmulas utilizadas na determinação dos resultados, fotos ilustrativas e análises objetivas, quando for o caso.
- I) Manual de Montagem, Manutenção e Operação - O CONTRATADO deverá preparar e submeter à aprovação um Manual de Montagem, Manutenção e Operação contendo todas as informações necessárias para a montagem, manutenção e operação do Fornecedor no campo. Este documento será considerado como único e final, válido para a montagem, manutenção e operação do Fornecedor.

O Manual de Montagem, Manutenção e Operação deverá incluir, mas não se limitar aos seguintes itens:

- Listagem e descrição detalhada de todas as atividades de montagem;
- Conjunto completo de desenhos específicos para montagem na Obra;
- Todos os desenhos que forem mencionados no manual deverão ser anexados a ele;
- Todos os protocolos de controle de montagem na Obra;
- Lista de todas as normas aplicáveis;
- Instruções de armazenagem a serem observadas na Obra;
- Todos e quaisquer requisitos a serem observados na Obra, que possam influir na futura qualidade de desempenho do equipamento.
- Indicação da quantidade estimada de força de trabalho durante a montagem na Obra e o número de supervisores de montagem recomendado pelo CONTRATADO.
- Frequência de inspeção dos diversos componentes do Fornecedor;
- Critérios a serem observados em cada inspeção, indicando todos os pontos a serem medidos, com os valores aceitáveis. Protocolos de inspeção pertinentes devem ser anexados;



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

---

- Detalhes e roteiro completo dos serviços de substituição dos componentes, incluindo esquemas e desenhos quando necessários;
- Período recomendado para a manutenção programada dos diversos componentes do Fornecimento;
- Cópias dos catálogos de todos os componentes fornecidos por Subfornecedores, incorporados ao Fornecimento;
- Coletânea de dados, medidas e ensaios mais importantes obtidos durante a montagem, extraídos do conjunto de protocolos de montagem e ensaios, com respectiva referência;
- Recomendações sobre tolerâncias de desgaste a fim de determinar épocas em que devem ser substituídos componentes, ou simplesmente sofrer manutenção;
- Lista de normas pertinentes.
- Descrição da filosofia de operação, modos de funcionamento e limites operativos;
- Descrição sucinta do princípio de operação do equipamento principal e de todos seus sistemas periféricos e acessórios;

Instruções detalhadas de operação, descrevendo todas as etapas de funcionamento, cuidados e restrições operativas.

- m) *Data Book* - Caderno de ocorrências durante a fabricação, montagem e ensaios de cada equipamento, com todos os seus detalhes, principalmente relatórios de ensaios em fábrica e respectivos *data sheet*;
- n) Memórias de Cálculo - As memórias de cálculo deverão ser apresentadas em forma de Relatório Técnico, com no mínimo os seguintes itens:
  - Objetivo;
  - Critérios;
  - Dados de Projeto;
  - Cálculos;
  - Origem de cada fórmula utilizada;
  - Conclusão;
  - Bibliografia;
  - Listagem dos *softwares* utilizados.
- o) Estudo de Proteção, Seletividade e Ajustes de Relés para o Sistema de 380 V - Relatório contendo diagramas unifilares, critérios e definição das faixas de regulação dos relés, catálogos de relés, definição da coordenação e seletividade dos elementos entre si, observando as recomendações do IEEE Std. 242.

### 1.5. Cooperação do CONTRATADO com Terceiros

O CONTRATADO deverá cooperar durante o projeto, a fabricação e a montagem na Obra, com os fornecedores de outros equipamentos e com a empresa projetista da Estação de Bombeamento para que o projeto e a montagem sejam concluídos a contento e no prazo previsto.



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

---

O CONTRATADO deverá cooperar no intercâmbio de todos os desenhos, dimensões, gabaritos e outras informações necessárias para garantir a completa coordenação do projeto, arranjo, fabricação e fornecimento de todas as conexões e equipamentos correlatos. Nenhuma compensação adicional será devida pelas modificações efetuadas para se adequar aos equipamentos de outros fornecedores.

### 2. NORMAS TÉCNICAS

O projeto, valores nominais, características técnicas, qualidade de fabricação, armazenagem, montagem e ensaios de todos os materiais e equipamentos, objeto do Fornecimento, deverão estar de acordo com as últimas edições das normas da:

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Onde as Normas da ABNT forem omissas ou inexistentes, serão aceitas as normas apropriadas e recentes da:

ANSI- American National Standards Institute;

DIN - Deutsche Institut für Normung;

EIA - Electronics Industries Association;

IEC - International Electrotechnical Commission;

NEMA- National Electrical Manufacturers Association;

VDE- Verband Deutscher Elektrotechniker.

### 3. REQUISITOS TÉCNICOS GERAIS

#### 3.1. Objetivo

Esta seção fixa os requisitos técnicos para o projeto e fabricação dos equipamentos objeto desse fornecimento.

#### 3.2. Condições Ambientais

A Estação de Bombeamento será construída em local, onde a altitude é inferior a 1.000 m em clima temperado. A temperatura média anual é de 24°C, sendo que as temperaturas mínima e máxima são 0°C e 40°C, respectivamente.

A umidade relativa do ar pode alcançar valores de até 90% durante certos períodos do ano. A velocidade máxima do vento é de 126 km/h a temperatura de 15°C.

A chuva não é bem distribuída durante o ano. A área de maior incidência pluviométrica registra uma média anual de 800mm.

#### 3.3. Fontes de Tensão Auxiliar

As seguintes tensões serão utilizadas na Estação de Bombeamento e na Subestação:

Distribuição em Média Tensão: sistema trifásico em estrela solidamente aterrada, três fios, 6900 V, 60 Hz;

Auxiliares: sistema trifásico em estrela, neutro solidamente aterrado destinado a suprir circuitos de potência, demarradores, iluminação, aquecimento painéis e tomadas monopares, quatro fios, 380/220 V, 60 Hz;

Controle, Sinalização e Emergência: sistema de corrente contínua, isolado, 125 V, faixa de variação da tensão de + 10% a -15%;



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

---

Telecomunicações: sistema de corrente contínua, positivo aterrado, 48 V, (tensão conseguida através de conversor retirada do 125 Vcc);

Equipamento do Sistema de Controle e Supervisão Digital (SCSD), níveis 2 sistema monofásico com neutro aterrado, dois fios, 220 V, faixa de variação da tensão de + 2% a -2%, 60 Hz;

O CONTRATADO deverá fornecer todos os dispositivos necessários para proteger e garantir o perfeito funcionamento dos equipamentos elétricos e eletrônicos contra interferências e surtos de tensão que possam ocorrer nas alimentações fornecidas pela CONTRATANTE.

Deverá ser levado em conta que, sob determinadas condições de serviço, durante curto espaço de tempo, tais como durante a partida de grandes motores, as tensões especificadas podem atingir valores abaixo dos acima especificados.

### 3.4. Compatibilidade Eletromagnética

A utilização de equipamentos eletrônicos para realização de funções de controle e proteção de equipamentos em processos de estações de bombeamento e subestações de extra-alta-tensão conduz à necessidade de elevados índices de confiabilidade para tais equipamentos, que não podem ser conseguidos unicamente pela utilização de técnicas de redundância visto que, em operação em ambientes caracterizados por altos níveis de interferências eletromagnéticas, estas interferências podem afetar simultaneamente os equipamentos redundantes.

Requer-se atenção especial do CONTRATADO no sentido de avaliar os requisitos contidos nestas Especificações Técnicas Gerais e determinar requisitos adicionais que considerar necessários à garantia da compatibilidade eletromagnética dos equipamentos, no que se refere principalmente a:

Características de projeto e construtivas dos equipamentos (blindagem) quanto ao nível de suportabilidade aos efeitos das interferências eletromagnéticas.

Tipo e características dos cabos de interligação à instrumentação de campo.

Recursos físicos de caminhamento dos cabos, tanto para a fiação interna aos painéis, quanto para a de interligação com dispositivos no campo.

Características de blindagem e aterramento dos equipamentos.

Adicionalmente, de forma a assegurar que os equipamentos operarão de forma satisfatória nas condições ambientais previstas para o local da instalação, os mesmos deverão ser submetidos a testes de interferência cujos resultados avaliarão a sua compatibilidade ao ambiente de operação.

Por outro lado, a presença, no campo, de condições ambientais mais favoráveis que as exigidas na norma, não será aceita como argumento para algum relaxamento nos níveis de severidade relativos à compatibilidade eletromagnética exigidos nestas Especificações Técnicas Gerais para os equipamentos

### 3.5. Aterramento e Blindagem

#### 3.5.1 . Requisitos Gerais

Todos os painéis, quadros elétricos onde sejam previstas a instalação de equipamentos eletrônicos deverão ser construídos com técnicas de blindagem eletromagnética, mesmo operando com as portas abertas. As técnicas de aterramento sugeridas a seguir deverão ser cuidadosamente analisadas pelo CONTRATADO no sentido de empregá-las em sua totalidade ou melhoradas, de acordo com a sua experiência em implantação de sistemas eletrônicos. Todas as técnicas a serem empregadas no projeto de aterramento dos equipamentos deverão



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

---

estar claramente descritas no documento de Descrição do Equipamento, bem como as recomendações para sistemas de aterramento não pertencentes ao fornecimento mas diretamente relacionados com o mesmo.

### 3.5.2 . Blindagem dos Cabos

Deverá ser utilizada blindagem metálica nos cabos de sinais analógicos, de modo a reduzir os efeitos de interferências eletromagnéticas.

A continuidade da blindagem deverá ser mantida ao longo de todo o percurso do cabo, inclusive na passagem pelas caixas de passagem ou de junção.

Os cabos com blindagem simples (blindagem total) devem ser aterrados em um único ponto, sendo este ponto o mesmo do aterramento do sinal.

Os cabos com blindagem dupla (blindagem par a par e blindagem total) deverão ser aterrados conforme indicado a seguir:

As blindagens internas deverão ser aterradas em um único ponto, sendo este ponto o correspondente ao aterramento do sinal correspondente;

A blindagem externa deverá ser aterrada em ambos os terminais do cabo.

### 3.5.3 . Blindagem de Módulos

Os módulos eletrônicos sensíveis a interferências eletromagnéticas deverão ser blindados individualmente mediante planos de terra nos circuitos impressos e coberturas laminadas metálicas de forma a torná-los compatíveis com os níveis dos campos a que estarão submetidos.

Também os módulos e componentes geradores de campos eletromagnéticos, tais como osciladores, transformadores, bobinas, capacitores e fontes de alimentação deverão ser adequadamente blindados, com a finalidade de reduzir os níveis de emissão.

Todas as placas eletrônicas deverão possuir filtragem local protetora contra a propagação de ruídos pelas linhas de alimentação devido a variações abruptas de consumos de energia e presença de cargas reativas. Os filtros deverão ser passivos, implementados por meio de indutâncias em série e capacitores derivação e não deverão introduzir resistências nas linhas de alimentação que comprometam a estabilidade das tensões de alimentação.

Os componentes amplificadores de sinal de baixa-tensão deverão possuir encapsulamento metálico e deverão ser sempre baseados em amplificadores operacionais balanceados. As rotas das pistas nos circuitos impressos e cablagem deverão ser curtas e simétricas de forma a minimizar as interferências em modo comum.

### 3.5.4 . Quadros

Todas as partes metálicas que compõem os equipamentos (perfis de sustentação, chapas de instalação, portas, laterais etc.) não sujeitas a potencial deverão ser arranjadas de forma a proporcionar um caminho elétrico eficaz à terra.

Todas as carcaças metálicas dos equipamentos deverão ser adequadamente aterradas, de forma a eliminar a possibilidade de choque elétrico ao pessoal de manutenção.

Os vários subsistemas de terra internos ao equipamento deverão ser isolados entre si e ligados à barra de terra.

Os quadros deverão possuir na sua parte inferior interna uma barra de cobre, com seção mínima de 70 mm<sup>2</sup>, ou igual a das barras das fases, para conexão da fiação de aterramento e da





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

blindagem dos cabos de controle. Esta barra deverá ser dotada de dois conectores para cabos de cobre nu com seção de 16 a 70 mm<sup>2</sup> do sistema de aterramento da estação de bombeamento.

### 3.6. Equipamentos Eletrônicos – Condições Ambientais

#### 3.6.1 . Classificação Quanto aos Ambientes de Instalação e Uso

Os equipamentos eletrônicos deverão ser projetados levando em consideração as condições ambientais dos respectivos locais de instalação e uso. Para este fim, deverão ser classificados segundo os critérios abaixo.

##### a) Equipamentos para Instalação Abrigada em Ambientes Ventilados

Compreendem os ambientes abrigados com ventilação natural ou forçada, que mantêm as condições ambientais de temperatura e umidade dentro de uma faixa pré-estabelecida. Este é o caso da Estação de Bombeamento e da Subestação.

Considerar para a Estação de Bombeamento a classe B3 (faixa de temperatura de 5 a 40 °C, gradiente máximo de variação 10 °C/h e umidade relativa na faixa de 5 a 95%), conforme a norma IEC 870-2-1. Para a Subestação considerar a classe Bn (faixa de temperatura de 0 a 40 °C; mesmo gradiente de variação de temperatura e mesma faixa de umidade da classe B3 ).

##### b) Equipamentos para Instalação Abrigada em Ambientes Confinados

Esses ambientes são caracterizados por elevados valores de umidade e, quando existe, ventilação natural.

Para tais ambientes considerar a classe Cn (temperatura de - 5 a 40 °C, gradiente máximo de variação de 10 °C/h e umidade relativa na faixa de 5 a 100%), conforme a norma IEC 870-2-1.

##### c) Equipamento para Instalação ao Tempo

Nesta categoria se enquadram os equipamentos sujeitos às condições atmosféricas externas. Tais equipamentos deverão se adequar à classe Dn (faixa de temperatura de - 5 a 50 °C, taxa máxima de variação de 20 °C/h e umidade relativa de 5 a 100%), conforme a norma IEC 870-2-1. O grau de proteção provido pelo invólucro destes equipamentos deverá ser IP-65, conforme a norma NBR-6146.

##### d) Altitude do Local de Instalação

Considerar, neste aspecto, a classe BB1 (pressão barométrica na faixa de 86 a 108 kPa), conforme a norma IEC 870-2-1.

##### e) Suportabilidade a Vibrações

No que se refere à suportabilidade aos esforços vibracionais, destacam-se os blocos estruturais da estação de bombeamento, da tomada d'água, e os locais próximos às bombas, , onde se esperam razoáveis índices de vibração em baixa frequência.

Para este ambiente, as seguintes classes deverão ser atendidas, conforme a norma IEC 870-2-1:

ASPECTO	CLASSE
Vibrações em Baixa Frequência	VL3
Vibrações em Alta Frequência	VH1
Severidade Vibracional	VS2
Classe de Tempo	VT1



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

### f) Suportabilidade a Choques Mecânicos

Choques mecânicos têm possibilidade maior de ocorrer durante o transporte, em situações de operação e manutenção em bancada e em equipamentos sujeitos a manuseio e/ou previstos para aplicações portáteis. Requer-se para os equipamentos em questão e respectivas embalagens a adequabilidade às classes previstas no item 4.3 da norma IEC 870-2-1.

Classificação Quanto à Influência da Fonte de Alimentação

Os equipamentos digitais deverão ser enquadrados nas seguintes classes, conforme a norma IEC 870-2-1.

TOLERÂNCIAS	CLASSES	
	FONTES AC	FONTES DC
Em Relação ao Valor da Tensão	AC3	DC3
Em Relação ao Valor da Frequência	F3	-
Em Relação à Presença de Harmônicos	H4	-
Em Relação à Tensão de Ripple	-	VR3
Em Relação à Interrupção de Fonte	VI3	VI3

### 3.6.2 . Classificação Quanto à Suportabilidade a Fenômenos Eletromagnéticos

#### a) Suportabilidade à Tensão de Frequência Nominal

Quanto ao nível de suportabilidade dos equipamentos a sobretensões de modo comum à frequência industrial, os equipamentos deverão atender a norma IEC 870-2-1. Os módulos eletrônicos com tensão nominal de isolamento de 60 V ou menos deverão atender a mesma norma.

#### b) Suportabilidade à Tensão de Impulso

Quanto ao nível de suportabilidade dos equipamentos a sobretensões elevadas de curta duração, os equipamentos deverão atender a norma IEC 870-2-1.

#### c) Suportabilidade a Transitórios Rápidos Repetitivos

Quanto ao nível de suportabilidade dos equipamentos quando submetidos a transitórios de tensão rápidos repetitivos (como os originados por interrupção de cargas indutivas e repique de contatos de relés), os equipamentos deverão atender a norma IEC 1000-4-4.

#### d) Suportabilidade a Ondas Oscilatórias

Quanto ao nível de suportabilidade dos equipamentos quando submetidos a ondas oscilatórias amortecidas (como as induzidas por descargas atmosféricas, ou resultantes de chaveamentos com reacendimento de arcos em média e alta tensão), os equipamentos instalados na Sala de Controle Central deverão atender a norma IEC 1000-4-12.

#### e) Suportabilidade a Descargas Eletrostáticas

Quanto ao nível de susceptibilidade dos equipamentos às descargas eletrostáticas provocadas pelo contato de operadores, os equipamentos deverão atender a norma IEC 1000-4-2.





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

---

### f) Suportabilidade à Radiação Eletromagnética

Determina o desempenho dos equipamentos quando submetidos à influência de campos eletromagnéticos irradiados por emissores de comunicações. Os equipamentos deverão atender a norma IEC 1000-4-3.

### g) Suportabilidade a Campos Magnéticos

Quanto à capacidade de suportar os efeitos dos campos magnéticos, os equipamentos instalados na Sala de Controle Central deverão atender a norma IEC 1000-4-8.

### h) Suportabilidade a Campos Elétricos

Quanto à capacidade de suportar os efeitos dos campos elétricos, os equipamentos deverão ser capazes de operar em ambientes onde os níveis dos campos elétricos poderão atingir até 5 kV/m.

## 3.7. Requisitos Gerais dos Quadros de Distribuição de Corrente Alternada (QDCA e QDSE)

### 3.7.1 . Características Construtivas

Os quadros de serviços auxiliares deverão ser adequados para instalação interna.

Os quadros de serviços auxiliares deverão ser fabricados em chapa de aço lisa, livre de quaisquer imperfeições, de espessura não inferior a 2,5 mm (nº 12 MSG) para as estruturas e 1,9 mm (nº 14 MSG) para as chapas internas e chapas externas. O grau de proteção deverá ser IP-41, conforme norma NBR-6146.

Os quadros de serviços auxiliares deverão ser projetados e dimensionados para garantir ao conjunto rigidez e capacidade de absorção de vibrações mecânicas a que estarão submetidos no transporte e no local de operação, e facilidade de acesso aos componentes internos.

Deverão ser compostos de seções verticais padronizadas, divididas em compartimentos metálicos, também padronizados, onde devem estar alojados os equipamentos. Cada compartimento metálico deverá possuir, na parte frontal, portas com dobradiças e trinco. As lâmpadas de sinalização devem ser substituíveis sem necessidade de abertura da respectiva porta.

A fiação interna deverá ser de cobre encordado, seção mínima de 1,5 mm<sup>2</sup> com ligação classe II tipo B conforme definido na norma ABNT NBR-6808 . Os cabos de controle de cada seção vertical devem ser agrupados em uma régua de bornes terminais e devidamente identificados.

Todas as partes metálicas não previstas para condução de corrente devem ser ligadas ao barramento de terra do quadro. Este barramento deve ficar na parte inferior interna do quadro, correndo por toda a sua extensão e fornecido com conectores adequados, do tipo não soldado, para cabos de cobre nú encordados em cada uma de suas extremidades.

Os dispositivos para fixação dos quadros ao piso ou parede deverão estar incluídos no Fornecimento. Os desenhos detalhados da base e da maneira de fixação ao piso ou parede deverão ser submetidos à aprovação da CONTRATANTE.

### 3.7.2 . Aquecimento dos quadros

Todos os quadros deverão possuir meios adequados de ventilação e desumidificação, de modo que a temperatura interna de operação se mantenha dentro da faixa pretendida, evitando condensação e de modo que os equipamentos operem corretamente nas condições ambientais especificadas.



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

---

A fim de evitar a condensação de umidade no interior do quadro, deverá ser instalada em cada compartimento uma resistência com potência adequada para que a temperatura interna se mantenha 5°C acima da temperatura ambiente, controlada por termostato. A resistência deverá ser do tipo blindada para operação em 220 V, com superfície de dissipação suficiente para a emissão térmica requerida, sem sobreaquecimento. No circuito de cada resistência deve haver um mini-disjuntor termomagnético destinado à interrupção do circuito.

O suprimento de energia para aquecimento será externo, 220 V, monofásico.

Cada seção do quadro deverá ter uma tomada para energização dos circuitos de aquecimento durante o período de armazenamento ou de manutenção do quadro.

### 3.7.3 . Aquecimento de Motores

As resistências de aquecimento de motores deverão ser comandadas por um contato auxiliar normalmente fechado do comando dos respectivos motores.

### 3.7.4 . Barramentos

Os barramentos deverão ser de cobre eletrolítico e ser suportados por isoladores não inflamáveis e anti- higroscópicos.

Os barramentos principais deverão ser revestidos com uma capa termocontrátil à base de polietileno.

Os barramentos deverão ser executados em cobre eletrolítico, de seção compatível com a corrente nominal do quadro, e fixados de forma a suportar os esforços dinâmicos e térmicos resultantes da máxima corrente de curto-circuito especificada e deverão estar em conformidade com a norma NBR-6808.

A disposição das fases para quadros de corrente alternada deverá ser A-B-C da esquerda para a direita, de cima para baixo e da frente para trás, quando se está de frente para o quadro.

Com base nos valores das correntes nominais e de curto-circuito em cada quadro, o CONTRATADO deverá efetuar o dimensionamento dos barramentos quanto à capacidade térmica, dinâmica e momentânea. As memórias de cálculo deverão ser submetidas à aprovação da CONTRATANTE.

### 3.7.5 . Disjuntores em caixa moldada para corrente alternada

Os disjuntores de caixa moldada para corrente alternada deverão ser do tipo industrial, classe de isolamento 600 V, classe de corrente mínima ("frame") de 100 A, com mecanismo de operação tipo mola carregada, de operação simultânea em todas as fases, tanto na abertura como no fechamento, com velocidade independente da ação do operador, de comando manual.. Os disjuntores deverão estar de acordo com as normas NBR-5283, 5290, 5391 e IEC-292.

O punho de operação deverá indicar claramente as posições dos contatos principais do disjuntor LIGADO - DESLIGADO PELA PROTEÇÃO - DESLIGADO e o mecanismo de disparo deverá ser do tipo abertura livre.

Os disjuntores deverão ser intercambiáveis, quando de mesmo tamanho e mesmas características nominais. Os disjuntores para circuitos de potência de 380 V, deverão ser fixos.

Todos os disjuntores deverão ser providos de disparadores eletrônicos automático, equipados com contato de alarme para anúncio, em grupo, de disparo.

Os disjuntores de demarradores para alimentação de motores deverão proteger o alimentador somente contra curto-circuito, possuindo, portanto, somente proteção magnética.



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

---

Os disjuntores para alimentação de outras cargas deverão ter proteção térmica e magnética.

Os disjuntores deverão ser equipados com um contato auxiliar reversível, para indicação da posição dos contatos principais independente do contato para indicação de disparo (atuação da proteção). Os terminais dos dois contatos auxiliares deverão estar disponíveis, e se não utilizados no controle ou sinalização, deverão ser levados a régua de bornes para fiação externa.

### 3.7.6 . Demarradores

Cada demarrador deverá ser montado num compartimento único (bandeja), com terminais de potência e comando próprios. Os demarradores deverão ser fixos e sua configuração básica deverá ser seguinte:

um disjuntor trifásico, tipo caixa moldada, com elemento magnético para proteção contra curto-circuito, comando manual, adequado para proteção de motores, equipado com um contato auxiliar de indicação de atuação da proteção;

um contator magnético tripolar, equipado com quatro (4) contatos auxiliares;

um relé térmico ajustável, com rearme manual, externo;

um relé auxiliar para multiplicação do contato de atuação do relé térmico;

demais equipamentos, conforme mostrado nos desenhos de projeto.

Os demarradores que alimentarem motores de mesma potência deverão ser intercambiáveis. O circuito de comando de todos os demarradores deverá ser conforme mostrado nos Desenhos de Contrato.

Os demarradores de tamanho NEMA 1 a 4 deverão ser fixos.

Os dispositivos de desconexão de um demarrador deverão ser projetados e fabricados de forma a garantir a manutenção da área e da pressão necessárias ao contato elétrico.

O disjuntor do demarrador deverá ser previsto com possibilidade para ser bloqueado por cadeado na posição aberto.

O CONTRATADO deverá fornecer, já instalados, todos os terminais dos cabos de potência externos.

Os LEDs de sinalização e outros dispositivos similares de comando associados ao demarrador, deverão ser montados em uma placa ou console do demarrador e serem acessíveis pela frente do compartimento.

### 3.7.7 . Contatores Magnéticos

Os contatores magnéticos deverão ser dos tamanhos indicados pela norma NEMA para os requisitos da carga e/ou serviços indicados e deverão estar de acordo com as normas IEC-947-4. A capacidade, desempenho e características de serviço deverão estar de acordo com os requisitos da publicação ICS das normas NEMA para contatores fixos. Os contatores para demarradores deverão ser dimensionados para partida a plena tensão (classe A) de motores a indução de velocidade única, tipo gaiola, nunca menores que o tamanho 1 da NEMA, categoria de utilização AC3. Os contatores para os circuitos de serviço deverão ser dimensionados para categoria de utilização DC1.

Os contatores deverão ser do tipo com operação elétrica e retenção magnética. Os contatores tripolares deverão ser da classe de 600 V, 60 Hz, e os bipolares deverão ser da classe de 250 V, corrente contínua. Os contatores deverão ser adequados para operação sob carga nominal, sem necessidade de manutenção além da de rotina. Os contatores deverão ser equipados com



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

---

câmaras de extinção de arco, ou outro dispositivo adequado para minimizar os danos provenientes de um arco elétrico. As câmaras (se providas) deverão ser de fácil remoção e substituição, sem necessidade de remoção do contator. A vida mecânica dos contatores não deverá ser inferior a 10 milhões de manobras, e a vida elétrica deverá suportar 400.000 manobras, interrompendo a corrente de partida do motor associado ou 2,5 vezes a corrente nominal, a que for maior.

Todos os contatos condutores de corrente deverão ser prateados, ou de outro material adequado para prevenir a formação de óxidos de alta resistência. Os contatos deverão ser facilmente substituíveis. Cada contator deverá ser equipado com no mínimo quatro (4) contatos auxiliares, facilmente conversíveis de NA para NF e vice-versa.

Os contatores deverão operar livres de vibração ou qualquer ruído perceptível, quando energizados. As bobinas deverão ser adequadas para operação contínua em 220 V corrente alternada.

Todos os demarradores deverão ser equipados com relés de sobrecarga, dotados de proteção contra falta de fase, compensação de temperatura ambiente e rearme manual. Os relés de sobrecarga deverão atender aos requisitos da norma IEC-292, classe de utilização AC3. O rearme dos relés deverá ser feito da parte externa dos quadros, sem necessidade de acesso ao interior do compartimento onde está instalado o relé.

### 3.7.8 . Alimentadores

Os alimentadores deverão ser montados em compartimento com porta e terminais de cabos próprios. Os alimentadores deverão ser constituídos por um disjuntor tipo caixa moldada fixo, com proteção termomagnética e comando manual.

Os dispositivos de desconexão do disjuntor deverão ser projetados e fabricados de forma a garantir a manutenção da área e da pressão necessárias ao contato elétrico. O disjuntor deverá ser previsto com a possibilidade de bloqueio por cadeado, na posição aberto.

As conexões dos cabos externos aos terminais de potência do alimentador poderão ser executadas diretamente nos terminais fixos do disjuntor.

O CONTRATADO deverá fornecer, já instalados, todos os terminais dos cabos de potência externos.

### 3.7.9 . Fiação

As interligações entre seções do quadro, quando este for dividido em partes para transporte, deverão ser feitas por meio de réguas de interligação. O mesmo processo deverá ser utilizado para interconexão entre quadros e/ou equipamentos de um mesmo fornecimento e que fazem parte de um sistema.

A fiação interna deverá ser totalmente executada em calhas plásticas não propagantes de fogo. Não serão aceitos chicotes, ganchos adesivos, fitas perfuradas, helicóides metálicas etc. A fiação deverá ter comprimento suficiente de modo a evitar esforços mecânicos nos pontos de conexão e fixação. Nos locais em que não for possível utilizar calhas plásticas, a passagem deverá ser executada dentro de mangueiras flexíveis apropriadas, cuja ocupação não deverá ser superior a 40% de sua área útil.

As interligações entre bornes deverão ser realizadas pelo CONTRATADO.

Não serão aceitas emendas ou avarias na fiação.

### 3.7.10 . Réguas de Bornes



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

---

As régua de bornes dos Quadros de Distribuição deverão ser separadas conforme abaixo:

Régua de bornes dos demarradores é a régua que reúne todos os bornes ligados exclusivamente ao demarrador, localizada ao lado do demarrador.

Régua de bornes comum de comando e sinalização é a régua que reúne os circuitos para o comando remoto de todos os demarradores. Esta régua é única para todo o Quadro de Distribuição, e deverá estar localizada em uma de suas colunas

### **3.8. Requisitos Gerais dos Quadros de Distribuição de Corrente Contínua (QDCC)**

#### **3.8.1 . Geral**

Os Quadros de Corrente Contínua deverão ser auto-portantes, adequados para uso interno.

Os Quadros deverão ser fabricados em chapa de aço lisa, livre de quaisquer imperfeições, de espessura não inferior a 2,5 mm (nº 12 MSG) para as estruturas e 1,9 mm (nº 14 MSG) para as chapas internas e chapas externas.

Os quadros deverão possuir porta com dobradiças e trinco.

Todos os quadros deverão ter grau de proteção IP-41, conforme norma NBR-6146.

Das barras dos quadros serão derivadas as alimentações para as cargas do sistema de 125 V cc que serão protegidas por disjuntores bipolares termomagnéticos, não sendo permitidos disjuntores monopolares acoplados mecânicamente.

O quadro deverá ser provido de um espelho interno metálico, onde estarão as alavancas de acionamento dos disjuntores. Ao lado de cada disjuntor deverá haver uma plaqueta de identificação do circuito correspondente. As plaquetas serão em acrílico, com fundo preto e letras brancas.

Em uma das faces laterais o Quadro deverá possuir um terminal com conector não soldado adequado à ligação de cabo de cobre nu, encordoado, seção de 35 mm<sup>2</sup>.

Os conectores para os cabos de entrada do Quadro e os chumbadores e/ou ferragens de fixação devem ser fornecidos pelo CONTRATADO e indicados nos desenhos de detalhe de fabricação do Quadro.

#### **3.8.2 . Aquecimento**

Todos os quadros deverão possuir meios adequados de ventilação e desumidificação, de modo que a temperatura interna de operação se mantenha dentro da faixa pretendida, evitando condensação e de modo que os equipamentos operem corretamente nas condições ambientais especificadas.

A fim de evitar a condensação de umidade no interior do quadro, deverá ser instalada em cada compartimento uma resistência com potência adequada para que a temperatura interna se mantenha 5°C acima da temperatura ambiente, controlada por termostato. A resistência deverá ser do tipo blindada para operação em 220 V, com superfície de dissipação suficiente para a emissão térmica requerida, sem sobreaquecimento. No circuito de cada resistência deve haver um minidisjuntor termomagnético destinado à interrupção do circuito.

O suprimento de energia para aquecimento será externo, 220 V, monofásico.

Cada seção do quadro deverá ter uma tomada para energização dos circuitos de aquecimento durante o período de armazenamento ou de manutenção do quadro.

#### **3.8.3 . Barramentos**



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

---

Os barramentos deverão ser de cobre eletrolítico, dimensionados para corrente nominal e devem suportar os efeitos térmicos e mecânicos da corrente de curto-circuito conforme indicado nos diagramas unifilares de projeto.

A disposição das barras positiva e negativa para painéis de corrente contínua deverá ser da esquerda para a direita, de cima para baixo e da frente para trás, quando se está de frente para o quadro

### 3.8.4 . Disjuntores em caixa moldada para Corrente Contínua

Os disjuntores de caixa moldada para corrente contínua deverão ser do tipo industrial, classe de isolamento 600 V, classe de corrente mínima ("frame") de 50 A, com mecanismo de operação tipo mola carregada, de operação simultânea em todas as fases, tanto na abertura como no fechamento, com velocidade independente da ação do operador, de comando manual.. Os disjuntores deverão estar de acordo com as normas NBR-5283, 5290, 5391 e IEC-292.

Os disjuntores deverão ser bipolares, capacidade mínima de interrupção 10 kA em 250 V, corrente contínua (IEC-157.1 - categoria P2). Disjuntores tripolares com dois pólos ligados em série, bem como outros arranjos semelhantes, não serão aceitos

O punho de operação deverá indicar claramente as posições dos contatos principais do disjuntor LIGADO - DESLIGADO PELA PROTEÇÃO - DESLIGADO e o mecanismo de disparo deverá ser do tipo abertura livre.

Os disjuntores deverão ser intercambiáveis, quando de mesmo tamanho e mesmas características nominais.

Os disjuntores deverão ser do tipo termomagnético e característica de tempo inverso. O elemento magnético, se não ajustável, deverá ser fornecido para operar aproximadamente a 10 vezes a corrente nominal. Onde aplicável, todos os ajustes deverão ser possíveis sem necessidade de desmontagem do equipamento.

Os disjuntores deverão ser equipados com um contato auxiliar reversível, para indicação da posição dos contatos principais e outro independente para indicação de disparo (atuação da proteção). Os terminais dos dois contatos auxiliares deverão estar disponíveis, e se não utilizados no controle ou sinalização, deverão ser levados a régua de bornes para fiação externa.

### 3.8.5 . Alimentadores

Os alimentadores deverão ser montados em chassi com porta e terminais de cabos próprios. Os alimentadores deverão ser constituídos por um disjuntor tipo caixa moldada, montagem fixa com proteção magnética e comando manual.

Os dispositivos de desconexão deverão ser projetados e fabricados de forma a garantir a manutenção da área e da pressão necessárias ao contato elétrico. O disjuntor deverá ser previsto com a possibilidade de bloqueio por cadeado, na posição aberto.

As conexões dos cabos externos aos terminais de potência do alimentador poderão ser executadas diretamente nos terminais fixos do disjuntor. O CONTRATADO deverá fornecer, já instalados, todos os terminais dos cabos de potência externos.

## 3.9. Requisitos Técnicos Gerais dos Componentes

### 3.9.1 . Botões de Comando

#### a) Geral

Os botões de comando deverão ser do tipo pulsante, com blocos de contatos facilmente permutáveis e vida mecânica não inferior a 1 milhão de manobras. Todos os botões deverão ser





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

redondos, com 36 mm de diâmetro, para 600 V, corrente alternada, ou 250 V, corrente contínua, contatos com capacidade para conduzir 20 A continuamente sem exceder uma elevação de temperatura de 30°C e ter grau de proteção IP-54, conforme norma NBR-6146. Todas as botoeiras deverão possuir pelo menos um par de contatos (um NA e um NF) de reserva, disponíveis para utilização pela CONTRATANTE.

### b) Cores

Todos os botões de comando deverão ter as cores conforme estipulado abaixo, porém os botões de uma mesma cor não poderão ter variações de tonalidade:

<b>COR</b>	<b>FUNÇÃO</b>
Vermelha	Ligar ou fechar
Verde	Desligar, abrir ou parar
Preta	Reposição
Amarela	Conhecimento ou rearme
Azul	Teste
Cinza	Funções múltiplas

### 3.9.2 . Blocos de Testes

Os blocos de testes deverão ser de conexão traseira, montagem semi-embutida em quadro, dotados de tampa frontal fixa por parafusos imperdíveis.

As caixas dos blocos de testes deverão ser a prova de pó e dotadas de identificação imperdível e indelével do circuito a que pertencem. Os blocos de testes deverão ser da classe 600 V, capacidade de condução mínima de 20 A, continuamente, sem exceder o limite de elevação de temperatura de 30°C.

O CONTRATADO deverá fornecer todos os plugues compatíveis com os blocos de testes fornecidos.

### 3.9.3 . Calhas Plásticas

As calhas plásticas deverão ser do tipo recorte aberto, fabricadas em PVC rígido, não inflamável, com tampa facilmente removível.

Cada calha plástica deverá ter no máximo 60% da sua área útil ocupada.

Deverão ser instaladas calhas plásticas para execução da fiação de interligação ao lado das régua de bornes para a fiação externa. Para a fiação externa deverá ser prevista a segregação da fiação.

### Chaves Seletoras e de Comando

#### a) Geral

Todas as chaves seletoras e de comando deverão ser do tipo rotativa para montagem em painéis, com punhos de cor preta na parte frontal, mecanismo de operação na parte posterior e vida mecânica não inferior a 1 milhão de manobras. As chaves deverão ser parafusadas aos painéis com parafusos de cabeça preta. Cada chave deverá ter estágios de operação separados por no mínimo 30° e *cames* em arranjo tal que permita cumprir suas funções. Os contatos de todas as chaves deverão ser auto-ajustáveis e deverão operar sob a ação de molas. Deverá ser



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

previsto um dispositivo adequado para manter a pressão nos contatos quando os mesmos estão fechados, e as molas de compressão não podem ser elementos condutores de corrente. Todas as chaves seletoras e de comando deverão ser adequadas para 600 V, corrente alternada, ou 250 V, corrente contínua e ter grau de proteção IP-54, conforme norma NBR-6146.

Todas as chaves deverão suportar satisfatoriamente o teste de 10 mil operações, com corrente nominal. As chaves deverão ser previstas para operação contínua sob corrente de 20 A, sem exceder um aumento de temperatura de 30°C. A capacidade de interrupção de cargas indutivas deverá ser de no mínimo 10 A em 125 V corrente contínua ou alternada.

O sentido de rotação das chaves seletoras e de comando deverá obedecer a seguinte tabela:

SENTIDO	
ANTI -HORÁRIO	HORÁRIO
Abrir	Fechar
Desligar	Ligar
Parar	Partir
Teste	Normal
Local	Remoto
Manual	Automático
Secundária	Principal
Diminuir	Aumentar

### b) Espelhos

Cada chave seletora e de comando deverá ser provida de um espelho, marcado clara e indelevelmente com as posições de operação. Os espelhos deverão ser quadrados com 72 mm de lado.

### c) Chaves Seletoras

As chaves seletoras deverão ter o número de posições requerido pelo circuito, contatos estáveis e punhos tipo "knob".

As chaves seletoras voltimétricas deverão ter quatro posições DESL-0A-0B-0C.

As chaves seletoras, quando usadas para transferência de comando, deverão ter duas posições LOCAL-REMOTO. Estas chaves serão providas de bloqueio que permitirá a extração do punho na posição REMOTO.

### d) Chaves de Comando

As chaves de comando tipo partida-parada serão de três posições, com retorno por mola à posição central, e punho tipo *knob*.

As chaves de comando tipo liga-desliga serão de quatro posições, sendo duas estáveis, com retorno por mola às posições centrais, punho tipo pistola, e memória da última operação.





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

---

As chaves de comando deverão ter sinalização de discrepância entre a posição da chave e a do equipamento comandado, quando aplicável.

### Contatos Elétricos de Equipamentos

Os contatos elétricos de todos os equipamentos de controle, medição, proteção e supervisão (relés, chaves fim de curso, botões de comando, chaves seletoras e de controle etc.), exceto, eventualmente, os contatos de saídas binárias das Unidades de Aquisição de Dados e Controle, deverão operar à tensão nominal de 125 V, corrente contínua, ser eletricamente independentes, operar corretamente mesmo quando submetidos a vibração e deverão atender às recomendações da norma IEC-947.

Os contatos deverão ter as seguintes características técnicas, conforme definido na norma IEC-947-5-1:

– Categoria de utilização	DC-13
– características elétricas	P600
– vida mecânica	1 milhão de operações
– operações em carga	120 por hora

### 3.9.4 . Fusíveis de Baixa Tensão

Os fusíveis de baixa tensão deverão ser do tipo limitador de corrente, de ação retardada, instalados em corpo cerâmico preenchido com areia de quartzo e equipados com indicador de fusão (tipo cartucho).

Deverão ser montados em base apropriada para fusível tipo seccionador

### 3.9.5 . Identificação da Fiação

Toda extremidade de cabos deverá obrigatoriamente ser identificada com o número do ponto elétrico constante nos diagramas esquemáticos. Os marcadores deverão ser montados no interior de tubos de plástico translúcido, e este sobre os cabos. Os tubos deverão ser adequados a dimensão dos cabos.

### 3.9.6 . Instrumentos Indicadores

Todos os instrumentos indicadores deverão ser próprios para montagem semi-embutida em quadro, na posição vertical, leitura direta, conexão traseira.

Os instrumentos analógicos deverão ser quadrados com 96 mm de lado, caixa e moldura em preto-fosco com dispositivo de ajuste de zero externo e acessível pela frente do instrumento e deverão estar de acordo com a norma NBR-5180. O ângulo de deflexão do ponteiro deverá ser de 90° e a escala deverá ser facilmente intercambiável e deverá ter inscrições em preto sobre fundo branco.

Os instrumentos digitais, poderão ser microprocessados, deverão ter display de alta visibilidade, 3 ½ dígitos, classe de exatidão  $\pm 0,25\%$  do span + 1 dígito significativo (DMS), erro de linearidade  $\leq 0,2\%$ , influência da temperatura ambiente  $\leq 0,05\%$  / °C, tempo de resposta  $\leq 500$  ms, sensibilidade  $\leq 0,05\%$ , estabilidade  $\pm 0,02\%$  / °C, tensão de alimentação 125 V cc e classe de isolamento de 2,5 kV, conforme IEC-255-5/77. Os instrumentos deverão ser imunes a ruídos,



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

---

tais como surtos, campos eletromagnéticos, bem como possuir isolamento galvânica entre entrada, saída e alimentação e deverão atender ao especificado adiante para as UACs, onde aplicável.

As caixas dos instrumentos deverão ter grau de proteção IP-65, conforme NBR-6146 e o vidro de proteção deverá ser do tipo antiofuscante.

A exatidão dos instrumentos indicadores deverá ser de 1,5% da plena escala, ou melhor.

Os instrumentos para corrente alternada deverão ser projetados para circuitos de 60 Hz, e deverão ser adequados e calibrados para conexão direta em 220 V, e/ou a secundários de transformadores de corrente de 5 A.

Os amperímetros para corrente contínua deverão ser adequados para conexão a *shunts* de 60 mV. Os voltímetros para corrente contínua deverão ser adequados para conexão direta.

Todos os wattímetros e varímetros para conexão direta em 220 V e de corrente deverão ser trifásicos, três elementos e três fios. Os varímetros deverão ser fornecidos com transformador defasador. Os varímetros deverão ter escala com zero central e os wattímetros com zero à esquerda.

Os instrumentos indicadores para ligação a transdutores deverão ser adequados para sinal de 4 a 20 mA.

### 3.9.7 . Placas de Identificação dos Quadros Elétricos

O CONTRATADO deverá fornecer uma placa de identificação para cada um dos quadros elétricos

As placas de identificação de marca, tipo e características deverão ser rígidas, de metal não corrosível, e fixadas por meio de rebites adequados, na parte frontal dos mesmos. As placas deverão incluir, mas não limitar-se às seguintes informações:

Número do Contrato da CONTRATANTE.

Nome do fabricante ou marca;

Tipo e designação do equipamento;

Número de série e ano de fabricação;

Grau de proteção;

Tensão nominal do circuito principal (V ou kV) (quando aplicável);

Corrente nominal do circuito principal (A) (quando aplicável);

Frequência nominal (Hz) (quando aplicável);

Capacidade de curto-circuito (kA) (quando aplicável).

Os detalhes de tamanho, localização e fixação da placa deverão ser aprovados pela CONTRATANTE. As inscrições deverão ser feitas na língua portuguesa.

### 3.9.8 . Plaquetas de Identificação da Sigla do equipamento e dos Componentes

Identificação interna de componentes

Cada dispositivo utilizado, interna ou externamente aos quadros, deverá ser identificado por uma plaqueta que conterá o código do equipamento. Estas plaquetas deverão ser sempre internas aos quadros, e localizadas de forma a permitir uma fácil visualização. No caso de equipamentos extraíveis, exceto fusíveis, deverão ser providas duas plaquetas, uma localizada no quadro e



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

---

outra no equipamento. A primeira deverá ser localizada em posição tal que seja visível mesmo com o equipamento inserido.

As plaquetas de identificação deverão ser de plástico laminado, com 3 mm de espessura, com inscrições brancas indelévels em fundo preto.

### Identificação externa de componentes

Externamente ao quadro deverão ser fixadas plaquetas que identifiquem cada componente, através de códigos consagrados internacionalmente ou conforme os desenhos de Projeto. As plaquetas devem ser visíveis externamente ao quadro.

As plaquetas de identificação deverão ser de plástico laminado, com 3 mm de espessura, com inscrições brancas indelévels em fundo preto

### Identificação da Sigla do equipamento

Na parte superior do quadro deverá ser provida uma plaqueta, de no mínimo 200 x 120 mm, que identifique o conjunto.

As plaquetas deverão ser de acrílico de 3 mm de espessura, com inscrições brancas indelévels em fundo preto e fixadas por parafusos de cabeça preta.

As plaquetas de identificação da sigla do equipamento deverão ser providas na parte frontal e posterior do mesmo.

### 3.9.9 . Relés de Proteção

Todos os relés de proteção deverão ser do tipo estático (estado sólido) ou digital numérico e deverão atender ao especificado para os sistemas eletrônicos.

Todos os relés de proteção deverão ser adequados para conexão aos secundários de 5 A dos transformadores de corrente e de 220 V, ou ainda, à saída de transdutores de corrente e de tensão de campo. A tensão auxiliar disponível para os relés de proteção é de 125 V corrente contínua.

Os ajustes dos relés de proteção deverão ser feitos pela parte frontal dos mesmos, não se admitindo a remoção do relé para executar tal operação. Os dispositivos de ajuste deverão ser facilmente acessíveis e claramente identificados.

A operação de cada elemento do relé deverá ser identificada por um LED (Diodo Emissor de Luz). Os LEDs deverão ser coordenados com o projeto do circuito, para garantir operação correta quando um ou mais elementos do relé atuarem simultaneamente.

Os contatos de saída dos relés deverão ser de material a prova de corrosão e de vibração. Cada relé deverá ser provido de pelo menos dois contatos eletricamente independentes para cada tipo de saída.

A curva real de operação de qualquer relé de proteção não deverá variar mais que 5% das curvas de tempo publicadas em catálogos.

As bobinas dos relés de saída ou de quaisquer outros relés deverão ser providas de dispositivos supressores de surtos.

O sistema de 125 V cc da CONTRATANTE apresenta ruídos e harmônicos próprios de uma instalação industrial. Caso os relés de proteção sejam sensíveis a isto, o fabricante deverá prover filtros adequados para que os relés de proteção operem dentro das características garantidas.



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

---

O local de instalação dos relés de proteção está sujeito a vibrações provocadas por grandes máquinas rotativas, bem como a poeira de ambientes altamente poluídos. O fabricante deverá adequar o projeto dos relés para que os mesmos operem dentro das garantias estabelecidas no ambiente acima descrito.

Pelo menos dois módulos de teste automático e periódico dos relés deverão ser fornecidos para cada bastidor. Estes módulos deverão assinalar claramente por sinal luminoso quando um ou mais relés ou o próprio módulo apresentar defeito.

No caso de utilização de relés digitais, os mesmos deverão estar funcionalmente integrados aos equipamentos eletrônicos do fornecimento, para fins de supervisão e ajuste remotos.

### 3.9.10 . Relés de Bloqueio

Os relés de bloqueio deverão ser de alta velocidade, rearme manual, local. Os relés deverão ser fornecidos com número suficiente de contatos NA e contatos NF para cumprir sua função. Não serão aceitos relés multiplicadores de contatos.

Os contatos dos relés de bloqueio deverão ter capacidade de condução contínua de 20 A, sem exceder o limite de elevação de temperatura de 30°C. A capacidade de interrupção das cargas indutivas deverá ser de no mínimo 10 A em 125 V, corrente contínua ou alternada.

As bobinas dos relés de bloqueio deverão ser adequadas para operação em 125 V cc, deverão ser equipadas com proteção contra os surtos de tensão (filtros RC ou supressor de surtos) e serem supervisionadas por LEDs de sinalização.

### 3.9.11 . Relés Auxiliares

Os relés auxiliares deverão ser do tipo fixo, e deverão operar corretamente mesmo quando submetidos a vibração.

As bobinas deverão ser tropicalizadas, resistentes a óleo, umidade e fungos, sem resistências em série para redução da tensão. Deverão operar à tensão de 125 V, corrente contínua ou 220 V, corrente alternada, conforme requerido, ser equipadas com proteção contra os surtos de tensão (filtros RC ou supressor de surtos) e deverão suportar as flutuações de tensão do circuito de comando.

Os relés auxiliares deverão possuir no mínimo 4 (quatro) contatos eletricamente independentes, não aterrados, auto limpantes, em liga de prata, facilmente conversíveis de NA para NF, e vice-versa. Deverão ainda possuir vida mecânica não inferior a 10 milhões de manobras, ser de categoria DC-11, corrente mínima de interrupção de 0,2 ampéres, 125 V cc,  $L/R < 40$  ms, de acordo com IEC-337.1.

### 3.9.12 . Relés de Tempo

Os relés auxiliares temporizados deverão ser do tipo estático, providos de temporização na energização ou na desenergização, conforme requerido pelo circuito e deverão atender às mesmas recomendações especificadas para os relés auxiliares, e as tolerâncias especificadas a seguir:

repetibilidade, melhor que 2%

desvio para  $U_n$  variando de 80 a 110% 2%

desvio para variação da temperatura 2%

Todos os seus componentes deverão ser de estado sólido. O dispositivo de ajuste de tempo deverá ser um dial calibrado, externo à caixa do relé.



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

### 3.9.13 . Sinalizadores Luminosos

#### Geral

Toda a sinalização de estado deverá ser feita através de LED's (Diodos Emissores de Luz) montados em armações apropriadas. Não serão aceitos sinalizadores com lâmpadas incandescentes.

As armações para sinalização deverão ser próprias para montagem em quadro, com lentes apropriadamente coloridas. As lentes deverão ser de um material que não venha a sofrer deformações ou mudança de coloração com o tempo.

As armações de sinalização e os LEDs deverão formar um conjunto que indique claramente se estão acesas ou não, mesmo quando sujeitas à incidência direta da luz solar.

As legendas dos sinalizadores deverão ser em português e previamente aprovadas pela CONTRATANTE.

#### Cores

Todas as armações de sinalização deverão ter as cores conforme estipulado abaixo, porém as armações de uma mesma cor não poderão ter variações de tonalidades:

Posição de Equipamento de Manobra:

COR	FUNÇÃO
verde	aberto
vermelha	fechado
branca	em teste
branca	mola carregada
azul	em manutenção
amarela	porta aberta

#### Geral

COR	FUNÇÃO
amarela	condição anormal
vermelha	equipamento energizado (ligado)
verde	equipamento desenergizado (desligado)
verde	carregador/bateria em flutuação
vermelha	carregador/bateria em carga
amarela	carregador/bateria fim de carga
branca	posição de chave seletora
branca	relé de bloqueio armado (normal)



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

branca	supervisão de bobina (normal)
branca	discrepância
vermelha	bomba principal

### Válvulas

COR	FUNÇÃO
vermelha	aberta
verde	fechada
amarela	em movimento
azul	em manutenção

#### 3.9.14 . Solenóides

Os solenóides deverão ser do tipo moldados e encapsulados em epóxi, resistentes a óleo, fungos, vapores e umidade. Deverão operar em regime contínuo à tensão de 125 V, corrente contínua, e suportar as variações de tensão especificadas e deverão ser equipados com proteção contra os surtos de tensão (filtros RC ou supressor de surtos). Não será admitida a inserção de resistências em série com a bobina. As bobinas deverão ser facilmente substituíveis. As bobinas deverão ter instalados diodos para descarga da energia magnética no instante da desenergização, evitando-se assim as sobretensões no circuito.

#### 3.9.15 . Transdutores

##### Geral

Os transdutores serão utilizados para converter sinais analógicos diversos em sinais analógicos padrão de 4 a 20 mA, deverão ser eletrônicos, dotados de separação galvânica entre os circuitos de alimentação, entrada e saída de sinal, sem partes móveis e não deverão requerer manutenção.

Os transdutores deverão ser adequados para o sinal analógico a ser convertido, resistentes à umidade, ao choque, protegidos contra surtos, correntes parasitas, campos magnéticos, e deverão poder operar sem sofrer danos, com o circuito de saída aberto (sem carga).

Os transdutores deverão atender aos seguintes requisitos:

tensão auxiliar	125 V cc
classe de isolação	600 V ca
classe de exatidão mínima	0,25%
sinal de saída	4 a 20 mA
impedância da carga	500 ohms
erro de linearidade	$\leq 1,0\%$
influência da temperatura(menor ou igual)	0,5%/10°C
tempo de resposta	$\leq 500$ ms



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

---

sensibilidade (valor final do campo de medição) 0,05%.

Os transdutores deverão possuir níveis adequados de sobrecarga, de acordo com sua utilização.

### Transdutores de Tensão

Os transdutores de tensão deverão ser adequados para ligação a secundários de transformadores de potencial de 115 V ou  $115/\sqrt{3}$  V.

### Transdutores de Corrente

Os transdutores de corrente deverão ser adequados para ligação a secundários de transformadores de corrente de 5 A e deverão ser providos com bornes adequados para terminais tipo olhal.

#### 3.9.16 . Transformadores de Potencial

Os transformadores de potencial deverão ser do tipo seco, encapsulados em resina sintética, e deverão seguir os requisitos aplicáveis da norma NBR-6855, exceto se algo for especificado em contrário nas Especificações Técnicas. A carga nominal dos transformadores de potencial deverá ser claramente indicada. Os fusíveis primários deverão ser do tipo limitador de corrente, capazes de suportar a máxima corrente de excitação, e de interromper o circuito em caso de curto-circuito no secundário dos transformadores. Deverão ser providos fusíveis de proteção secundária.

#### 3.9.17 . Transformadores de Corrente

Os transformadores de corrente deverão ser do tipo seco, encapsulados em resina sintética e deverão seguir os requisitos aplicáveis da norma NBR-6856, exceto se algo for especificado em contrário nas Especificações Técnicas. A fiação secundária dos transformadores de corrente sempre deverá ser levada a bornes terminais curto-circuitáveis. Estes deverão ser localizados de forma tal que curto-circuitem o terminal secundário sem exigir acesso ao compartimento das barras primárias.

A carga nominal dos transformadores de corrente deverá ser claramente indicada. Os transformadores de corrente tipo janela, ou de bucha, deverão ter um nível de isolamento de 10 kV, quando instalados e deverão estar de acordo com os requisitos da classe de isolamento do quadro onde estão instalados, e de teste de tensão aplicada entre os barramentos e os terminais secundários dos transformadores. Todos os transformadores de corrente deverão ser adequados para operação contínua a plena tensão e corrente nominal, na frequência de 60 Hz. Todos os transformadores de corrente deverão ser dimensionados para suportar, sem danos, os esforços térmicos e dinâmicos resultantes das correntes de curto-circuito onde serão instalados. O CONTRATADO deverá submeter a aprovação da CONTRATANTE todas as memórias de cálculo utilizadas para a definição das características dos transformadores de corrente.

#### 3.9.18 . Tomadas Multipolares

As tomadas multipolares deverão ser do tipo pino-tomada, de múltiplos pinos, possuir guia para polarização e trava para fixação. As tomadas deverão ter capacidade para 20 A, em regime permanente, e serem de classe 250 V.

As tomadas deverão ser identificadas de maneira indelével e imperdível. Não serão aceitas identificações por meio de etiquetas gomadas, fitas adesivas etc.

#### 3.9.19 . Terminações de Cabos

Terminais para Cabos de Potência de Baixa Tensão





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

---

As terminações deverão ser do tipo pressão para cabos de cobre nas bitolas adequadas. No caso de cabos que chegam diretamente aos terminais dos equipamentos, o fabricante deverá prever meios para fixá-los ao longo de todo o percurso, internamente ao quadro e o terminal do cabo deverá estar situado no terminal do equipamento, porém em situação tal, que permita uma fácil instalação e posterior manutenção. O CONTRATADO deverá submeter a aprovação da CONTRATANTE, desenhos que indiquem claramente o percurso proposto para os cabos de comando e força, que chegam ao quadro.

### Terminais para Cabos de Controle e Instrumentação

Os terminais para condutores com seção igual ou menor que  $6 \text{ mm}^2$ , deverão ser de compressão anular, fabricados em cobre eletrolítico, estanhados e pré-isolados.

Todas as ligações dos condutores deverão ser feitas por meio de terminais adequados à seção do condutor, adotando-se os critérios a seguir:

tipo pino: conexão por grampo-parafuso de pressão indireta, permitindo a ligação de um único terminal;

tipo anel: conexão a terminação tipo parafuso ou pino passante, permitindo ligação de no máximo 2 (dois) terminais em um mesmo ponto;

tipo *slip-on*: conexão a terminação de equipamentos, bases de relés etc., que possuam a característica de receber este tipo de terminal.

### 3.9.20 . Fiação Interna

A fiação interna do quadro deverá atender aos requisitos da norma NBR-6808 e permitir livre acesso aos equipamentos sem a desmontagem de qualquer parte do quadro ou a retirada de qualquer equipamento.

A fiação deverá ser totalmente executada nas instalações do CONTRATADO. Toda a fiação interna deverá ser tipo B, classe II, conforme definido pela norma NBR-6808.

O arranjo da fiação dentro do quadro deverá prever a segregação da fiação de comando, controle e instrumentação da de potência, através de compartimentação metálica. O CONTRATADO deverá prover todos os meios adequados para evitar os problemas de interferências eletromagnéticas.

Os condutores utilizados na fiação interna deverão ser extraflexíveis, unipolares, de cobre eletrolítico, têmpera mole, formação de no mínimo 19 fios, isolados com material termoplástico (PVC 70°C), isolamento 750 V. Todas as extremidades dos condutores deverão ser providas das terminações para cabos, conforme especificado.

A seção dos condutores utilizados para controle não poderá ser inferior a  $1,5 \text{ mm}^2$ . Para TPs e TCs a seção mínima deverá ser  $2,5 \text{ mm}^2$ .

A seção dos condutores utilizados para iluminação e tomadas deverá ser no mínimo  $2,5 \text{ mm}^2$ . Para as terminações das resistências anticondensação deverão ser utilizados cabos resistentes ao calor, com seção mínima do condutor de  $2,5 \text{ mm}^2$  e isolamento 750 V.

Os condutores de terra deverão ser isolados na cor verde com faixas amarelas.

Para equipamentos eletrônicos, ficará a cargo do CONTRATADO a determinação da forma, tipo e nível de isolamento da fiação interna a cada equipamento e dos conectores terminais a serem empregados no Fornecimento. Tais características deverão ser submetidas à CONTRATANTE para aprovação.

### 3.9.21 . Réguas de Bornes e Acessórios





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

---

As réguas de bornes deverão possuir os suportes isolantes fabricados de um composto não rígido, termofixo, moldado, classe 750 V, montadas sobre perfil metálico.

Os bornes deverão ser fornecidos completos, com todos os acessórios. O sistema de fixação dos terminais deverá garantir uma pressão eficaz e uniforme mesmo quando submetidos a vibrações. Não serão aceitos bornes para solda.

Todos os bornes deverão ser apropriados para os terminais do condutor que irá conectar.

As réguas de bornes deverão ser separadas em réguas para circuitos de potência e para circuitos de controle, comando e instrumentação. Deverão ser convenientemente distribuídas dentro do quadro, obedecendo-se a separação entre potência e controle. As réguas de controle, comando e instrumentação internas também deverão ser separadas das de controle, comando e instrumentação externas. Os desenhos de arranjo e distribuição das réguas de bornes dentro das seções de potência e controle, mostrando também as entradas de cabos, deverão ser submetidos à aprovação da CONTRATANTE.

O CONTRATADO deverá levar em consideração que cabos de controle e instrumentação externos aos painéis serão blindados, portanto, as réguas de bornes que receberão estes cabos, deverão ser previstas com bornes para aterramento das blindagens nas quantidades adequadas.

As réguas deverão ser locadas de tal modo que o acesso às mesmas seja feito sem necessidade de desmontagem de qualquer equipamento ou parte do quadro e que haja espaço suficiente para que a fiação interna e externa seja realizada com folga e sem dificuldades.

Cada régua de bornes deverá possuir 20% de bornes de reserva de cada tipo empregado naquela régua.

Os bornes para os circuitos de controle e comando (220 V ca e 125 V cc), deverão ser com conexão por grampo-parafuso de pressão indireta, com dispositivo para travamento automático do parafuso.

Os bornes para instrumentação (TPs, TCs, voltímetros e amperímetros) deverão ser com conexão por parafuso ou pino passante, terminal olhal, seccionáveis tipo faca. Nos locais sujeitos a vibração os bornes para instrumentação deverão ser dotados de contraporca adicional.

Os bornes para potência (380 V ca e 125 V cc) deverão ser com conexão por parafuso ou pino passante, para terminal olhal.

Os cabos ligados a termômetros de resistência deverão ser conectados a terminais de passagem para cabos de 2,5 mm<sup>2</sup>, com lingüeta para blindagem.

Os bornes para aterramento deverão ter o corpo isolante nas cores verde e amarela

Todos os bornes e réguas deverão ser claramente identificados por meio de marcadores imperdíveis, fabricados especialmente para esta finalidade

### 3.9.22 . Iluminação

Deverá ser prevista internamente a cada seção do quadro, uma ou mais lâmpadas com potência adequada, tensão de 220 V, comandada por um microinterruptor acionado ao abrir a porta. Os receptáculos para as lâmpadas deverão ser de porcelana branca, reforçados, rosca Edison E-27.

## 3.10. Pintura

### 3.10.1 . Requisitos Gerais



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

---

Depois da fabricação e inspeção, porém antes do embarque, as superfícies dos equipamentos e peças do fornecimento, deverão receber os tratamentos e/ou recomendações relacionados a seguir:

### a) Componentes de Painéis

Todos os componentes mecânicos de painéis e quadros elétricos em geral, compostos de metais ferrosos, tais como invólucros, estruturas, portas e painéis fixos, blindagens, chassis, tampas, tetos, assoalhos, bases, e outros, deverão receber tratamento conforme especificado ou outro equivalente aprovado pela CONTRATANTE.

### b) Parafusos, Porcas e Arruelas

Parafusos, porcas e arruelas, quando não especificado em contrário, deverão ser zincados por processo eletrolítico, ou outro processo similar aprovado pela CONTRATANTE. A espessura mínima admissível será de 12 micrômetros.

### 3.10.2 . Cor de Acabamento

A cor de acabamento de todos os quadros elétricos em geral deverá ser:

externa : cinza, RAL 7032;

interna : cinza, RAL 7032.

### 3.10.3 . Retoques, Pintura de Acabamento Final na Obra e Pintura de Obra

Após a montagem dos equipamentos na obra, as superfícies pintadas que foram danificadas devido a transporte ou montagem, serão retocadas.

As superfícies que não receberem pintura na fábrica serão totalmente pintadas na obra, sendo assim denominada pintura de Obra.

Para a execução dos retoques deverá ser seguida a recomendação do fabricante das tintas.

### 3.10.4 . Responsabilidade do Serviço/Fornecimento de Tintas

A execução dos retoques ficará a cargo de terceiros sob responsabilidade da CONTRATANTE sendo o fornecimento das tintas, solventes e preparadores de superfície necessários nas quantidades adequadas a cargo do CONTRATADO e sujeito a aprovação da CONTRATANTE.

Nas quantidades das tintas deverão ser consideradas 30% de perdas na aplicação. O CONTRATADO deverá indicar a área e a quantidade de tinta correspondente prevista, por equipamento. Existindo variações nas áreas a serem pintadas, o CONTRATADO deverá fornecer tinta para completar a área total a ser pintada.

As tintas fornecidas deverão ser novas e ter prazo de validade integral, indicado pelo fabricante da tintas, a partir da data de entrega das mesmas à CONTRATANTE.

A entrega destas tintas se dará após a montagem dos equipamentos na obra.

Todas as tintas, solventes e preparadores de superfícies para as pinturas de fábrica e retoques na obra, são fornecidos pelo CONTRATADO.

### 3.10.5 . Qualidade das Tintas e Inspeções

Todas as tintas utilizadas no Fornecimento deverão ser de um mesmo fabricante, estando os produtos previamente aprovados pela CONTRATANTE. Caso os produtos não estejam aprovados, deverá ser submetido à CONTRATANTE para análise, um galão de cada tipo de tinta, acompanhado do respectivo boletim técnico.



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

---

Durante o recebimento das tintas, preparo de superfície e aplicação, deverão ser executados, a critério da CONTRATANTE e às expensas do CONTRATADO, ensaios e inspeções para garantia das características exigidas, com base nas recomendações dos fabricantes das tintas, normas aplicáveis da ABNT e nestas Especificações Técnicas.

Antes do embarque as superfícies pintadas não deverão apresentar defeitos ou imperfeições. Os retoques que forem necessários deverão ter seu procedimento aprovado pela CONTRATANTE.

### 3.10.6 . Tratamento e Preparo das Superfícies

O tratamento e preparo das superfícies a serem pintadas deverá seguir as recomendações da norma ABNT NBR 8755 e, 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 outras imperfeições.

### 3.10.7 . Pintura de acabamento

Deverá ser aplicada uma camada de tinta de acabamento à base de poliéster a pó, na cor cinza padrão RAL 7032, textura lisa, externa e internamente ao quadro, com espessura seca mínima de 100 micrômetros, valor obtido como média em cinco medições.

### 3.10.8 . Garantia

As tintas aplicadas deverão ter garantia de 2 (dois) anos após a data de aceitação pela CONTRATANTE, de quaisquer defeitos originados pelo não atendimento das características esperadas da tinta e da aplicação na fábrica. O mesmo valerá para as tintas fornecidas diretamente à obra, neste caso, restringindo-se esta garantia somente à qualidade das tintas, já que sua aplicação será feita por terceiros e desde que eventuais defeitos que ocorrerem, sejam julgados como imputados somente às tintas

## 4. REQUISITOS TÉCNICOS ESPECÍFICOS

Esta seção especifica os requisitos técnicos detalhados que deverão ser atendidos para o projeto e fabricação dos conjuntos de manobra blindados a serem fornecidos, em complementação ao especificado no item Requisitos Técnicos Gerais.

### 4.1. Quadros de Distribuição de Corrente Alternada – QDCA

#### 4.1.1 . Características Elétricas

Os Quadros de Serviços auxiliares deverão ter as seguintes características elétricas:

- Tensão nominal 380 V
- Corrente nominal do barramento principal 600 A
- Freqüência nominal 60 Hz
- Corrente suportável nominal de curta duração, simétrica 20 kA
- Tensão suportável nominal a freqüência industrial, durante 1 minuto 2,5 kV

#### 4.1.2 . Diagramas Unifilares

O Diagrama Unifilar Simplificado é mostrado no desenho nº EN.B/V.DS.EL.0002.

O Diagrama Unifilar de Proteção e Medição QDCA é mostrado nos desenhos nº EN.B/V.DS.EL.0004 a EN.B/V.DS.EL.0014.

#### 4.1.3 . Controle, supervisão e comando



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

Os disjuntores deverão ter comando local e remoto, sendo que o comando remoto se dará, respeitados os intertravamentos, no Sistema de Controle e Supervisão Digital (SCSD), fornecido por terceiros.

Os Quadros de Serviços Auxiliares serão controlados e supervisionados através de uma UAC de serviços auxiliares denominada PSA, que faz parte do SCSD.

Deverá ser prevista no quadro uma chave seletora (43LR) com as posições “local” e “remoto” para cada disjuntor.

Na posição “local” o comando sempre será no modo “Manual” e executado no próprio Quadro.

Para o modo de comando “remoto” todos os intertravamentos e pré-requisitos para comando dos disjuntores deverão ser executados através de lógica digital implementada na UAC. O automatismo para a transferência de fontes deverá ser efetuada com lógica digital implementada na UAC.

Serão supervisionados pela UAC a posição dos contatos dos disjuntores, a atuação das proteções, a posição da chave seletora e a presença da tensão de comando.

### 4.2. Quadro de Distribuição de Corrente Alternada da Subestação –QDSE

O Quadro de Serviços auxiliares deverá ter as seguintes características elétricas:

#### 4.2.1 . Características Elétricas

– Tensão nominal	380 V
– Corrente nominal do barramento principal	200 A
– Frequência nominal	60 Hz
– Corrente suportável nominal de curta duração, simétrica	10 kA
– Tensão suportável nominal a frequência industrial, durante 1 minuto	2,5 kV

#### 4.2.2 . Diagrama Unifilar

O Diagrama Unifilar Simplificado é mostrado no desenho nº EN.B/V.DS.EL.0002.

O Diagrama Unifilar de Proteção e Medição QDSE é mostrado nos desenhos nº EN.B/V.DS.EL.0015 a EN.B/V.DS.EL.0016.

#### 4.2.3 . Controle

Os equipamentos de serviços auxiliares da Subestação serão controlados e supervisionados pela UAC instalada no PSE do SCSD, de fornecimento de terceiros.

### 4.3. Quadros de Distribuição de Corrente Contínua QDCC

#### 4.3.1 . Características Elétricas

Os quadros de distribuição de corrente contínua deverão ter as seguintes características elétricas:

– Classe de tensão	600 V
– Tensão de operação	125 V cc
– Corrente nominal do barramento principal	200 A
– Corrente suportável nominal de curta duração	10 kA



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

---

- Polaridade 0 V (-)  
125 V (+)

O sistema de força de 125 V, corrente contínua terá os pólos positivo e negativo isolados de terra.

### 4.3.2 . Diagramas Unifilares

O Diagrama Unifilar Simplificado é mostrado no desenho nº EN.B/V.DS.EL.0003.

O Diagrama Unifilar de Proteção e Medição QDCC é mostrado nos desenhos nº EN.B/V.DS.EL.0023 a EN.B/V.DS.EL.0028.

### 4.3.3 . Controle e Supervisão

Estes equipamentos serão controlados e supervisionados pela UAC de serviços auxiliares denominada PSA que faz parte do do SCSD, de fornecimento de terceiros.

Para todos os equipamentos deverá haver apenas supervisão de estado, de anormalidades e medição através do SCSD, ou seja, nenhuma função de controle será requerida.

Todas as medições serão efetuadas a partir dos sinais de transdutores com saída 4 - 20 mA.

## 5. ENSAIOS

### 5.1. Objetivo

Esta seção especifica as inspeções e ensaios a serem realizados em todos os quadros elétricos constantes desta Especificação Técnica.

Todos os equipamentos deverão ser completamente montados e ensaiados na fábrica do CONTRATADO conforme especificado a seguir e em conformidade com as normas técnicas aplicáveis.

### 5.2. Ensaios na Fábrica – Requisitos Gerais

#### 5.2.1 . Ensaios de Rotina

Os ensaios de rotina em equipamentos e materiais realizados durante o processo de fabricação deverão ser feitos de acordo com as normas técnicas aplicáveis e procedimentos usuais do CONTRATADO. Os procedimentos de controle de Qualidade do CONTRATADO deverão ser descritos no Manual de Controle de Qualidade.

Quando da realização dos ensaios de rotina nos quadros com a presença do inspetor da CONTRATANTE, o CONTRATADO deverá colocar a disposição da CONTRATANTE os relatórios dos ensaios de rotina e os certificados dos ensaios de tipo, quando aceitos pela CONTRATANTE, referentes aos equipamentos citados acima, que tenham sido instalados.

Todos os quadros terão a pintura testada de acordo com a norma MB-985 e deverão alcançar grau GR-1.

#### 5.2.2 . Ensaios de Tipo

Os ensaios de tipo deverão comprovar que os equipamentos propostos para o Fornecimento atendem a todos os requisitos especificados.

Deverão ser apresentados os certificados dos ensaios de tipo realizados em equipamentos idênticos aos seguintes equipamentos:

- quadro de distribuição de corrente alternada QDCA;



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

---

- quadro de distribuição de corrente alternada da subestação QDSE;
- quadro de distribuição de corrente contínua QDCC;
- disjuntores : um de cada tipo;
- relés de proteção: um de cada tipo;
- transformadores de corrente e de potencial: um de cada tipo;
- transdutores: um de cada tipo.

### 5.3. Quadros de Distribuição de Corrente Alternada

#### a) Ensaios de Rotina

Os quadros deverão ser ensaiados de acordo com a NBR-6808.

#### b) Ensaios de Tipo

Deverão ser apresentados os certificados dos seguintes ensaios de tipo, de acordo com a norma NBR-6878.

- Tensão suportável a frequência industrial;
- Curto-circuito.

### 5.4. Quadros de Distribuição de Corrente Contínua

#### a) Ensaios de Rotina

Os quadros de corrente contínua deverão ser ensaiados de acordo com a NBR-6808.

### 5.5. Demarradores

#### a) Ensaios de Rotina

Todos os demarradores deverão ser testados para verificar sua capacidade de fechar, com a tensão de comando 15% abaixo da nominal.

Nestas condições, deverão ser executados três ciclos de abertura e fechamento. Também deverá ser verificada a capacidade dos demarradores manterem-se fechados com a tensão de comando 30% abaixo do valor nominal.

### 5.6. Ensaios na Obra

#### 5.6.1 . Requisitos Gerais

Após a instalação e montagem completa dos quadros e execução da fiação externa, todos os quadros serão submetidos, pela CONTRATANTE e às suas expensas, aos ensaios de campo.

Os ensaios de campo deverão ser realizados de acordo com as recomendações das normas técnicas aplicáveis. O equipamento de ensaio e o pessoal necessário será fornecido pela CONTRATANTE. O CONTRATADO deverá fornecer uma relação dos instrumentos necessários.

#### 5.6.2 . Ensaios na Obra

Os ensaios na obra para cada quadro, constarão do seguinte:

- Tensão aplicada a frequência industrial, com valores de tensão equivalentes a 75% dos valores definidos pelas normas. Os ensaios serão realizados tanto nos circuitos principais quanto nos auxiliares;
- Verificação e calibração de todos os relés de proteção e instrumentos;



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

---

- Verificação e calibração de todos os dispositivos de proteção;
- Ensaio operacional completo de todos os equipamentos instalados;

Ensaio operacional em todos os circuitos de automatismo, visando confirmar que estes circuitos atendem aos requisitos destas Especificações Técnicas

### 6. SOBRESSALENTES E FERRAMENTAS ESPECIAIS

#### 6.1. Requisitos Gerais para Peças Sobressalentes

As peças sobressalentes a serem fornecidas deverão obrigatoriamente ser idênticas às fornecidas nos equipamentos e serem intercambiáveis com as mesmas, sem necessidade de ajustes. Todas as peças sobressalentes deverão ser ensaiadas de acordo com as normas aplicáveis.

Todas as peças sobressalentes deverão ser embaladas de forma a suportar sem deterioração armazenagens por longos períodos, em caixas separadas e identificadas.

Inscrições claramente visíveis em cada caixa deverão indicar as peças nelas contidas e a utilização de cada peça.

Peças pequenas sujeitas a perdas, deverão ser acondicionadas em embalagens plásticas fechadas, com inscrições indicando a sua utilização. Materiais sujeitos a oxidação ou ao ataque de fungos deverão ser devidamente protegidos e acondicionados em embalagens seladas, com as inscrições indicando a sua utilização. Estas embalagens poderão então ser acondicionadas em caixas junto com as outras peças.

Todas as inscrições feitas nas caixas e embalagens deverão ser em língua portuguesa. O tamanho e o conteúdo das inscrições deverão ser submetidos à aprovação da CONTRATANTE. No Manual de Instruções para Manutenção deverá constar uma lista das peças sobressalentes indicando a caixa e a embalagem onde a mesma poderá ser encontrada.

#### 6.2. Peças Sobressalentes do Fornecimento

O CONTRATADO deverá fornecer os seguintes sobressalentes:

- 3 (três) transformadores de corrente de cada tipo e relação utilizado;
- 3 (três) transformadores de potencial de cada tipo e relação utilizado;
- 9 (nove) jogos completos de contatos de cada tipo e tamanho de disjuntor utilizado;
- 3 (três) disjuntores completo em caixa moldada de cada tipo e tamanho utilizado nos quadros de 380 V;
- 10 (dez) bobinas de disparo para cada tipo e tamanho diferente de disjuntor utilizado;
- 5% (dez por cento) da quantidade de cada fusível utilizado;
- 5% (dez por cento), mas nunca menos de 3 (três) unidades, da quantidade total de contatos de cada tipo utilizado em contadores, relés auxiliares, chaves rotativas, etc.;
- 5% (dez por cento), mas nunca menos de 3 (três) unidades, da quantidade total de conectores para cabos, relés auxiliares, blocos terminais, resistores de aquecimento e chaves seletoras, de cada tipo e tamanho utilizados;
- 2% (dois por cento), mas nunca menos de 3 (três) unidades, da quantidade total de lâmpadas formadas por grupos de LEDs para sinalização luminosa;





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

---

- 20% (vinte por cento) do total de cada tipo de anilhas plásticas para identificação de condutores utilizadas;
- 10 (dez) unidades de todos os materiais sujeitos a desgastes ou cuja substituição seja recomendada em revisões periódicas, tais como contatos, juntas, anéis de vedação, etc.

### 6.3. Ferramentas Especiais

Os equipamentos cobertos por estas Especificações Técnicas deverão ser projetados de modo a evitar a necessidade de ferramentas especiais para instalação e manutenção.

Se forem necessárias ferramentas especiais, o Fornecimento deverá incluir dois conjuntos de quaisquer ferramentas especiais, chaves e dispositivos não utilizados durante a montagem dos equipamentos.

O CONTRATADO deverá fornecer dois conjuntos de extensões, de acordo com o tipo de conectores utilizados nos cartões de circuitos eletrônicos, para medições e verificações dos mesmos fora do bastidor.

As extensões deverão ser executadas com chapas de circuito impresso do mesmo tipo utilizado na fabricação dos cartões, com cabos multicondutores paralelos construídos com condutores de cobre estanhados têmpera mole, com isolamento em PVC para tensão nominal não inferior a 300 V, e providos de chaves tipo miniatura para interrupção dos circuitos.

Cada conjunto completo deverá ser guardado em uma caixa de madeira de lei ou painel metálico, adequado para montagem em parede. O painel deverá ser provido de chapas de aço, identificando e indicando o uso de cada ferramenta.

## 7. INFORMAÇÕES TÉCNICAS

### 7.1. Geral

Antes da assinatura do contrato deverão ser apresentadas todas as informações abaixo relacionadas. Desenhos e dados deverão apresentar-se suficientemente claros e detalhados para possibilitarem uma avaliação completa e efetiva de como foram atendidas as disposições da presente especificação.

Quaisquer correções ou modificações que possam vir a tornar-se necessárias nas informações prestadas, com a finalidade de atender todas as exigências do Contrato, estarão sujeitas a aprovação, e não eximem o CONTRATADO de fornecer o equipamento nas condições contratadas.

### 7.2. Dados de Fabricação

Tipo e designação do Fabricante.

Relação de Normas que o CONTRATADO pretende utilizar na fabricação.

Histórico de serviços dos equipamentos com características iguais ou comparáveis aquelas dos equipamentos que estão sendo oferecidos, que o CONTRATADO tenha anteriormente fabricado incluindo descrição, valores nominais, nomes de compradores, locais de instalação, ano de fabricação e datas de energização.

### 7.3. Dados de Ensaio

Relatórios completos de ensaios de tipo, relativos aos equipamentos idênticos ao proposto.

Relação e descrição dos ensaios de controle de qualidade dos materiais, acessórios e fabricação destes equipamentos.





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

---

Detalhes dos procedimentos, roteiros de ensaios que serão usados para ensaiar a performance do equipamento de acordo com as Normas padrões, bem como a descrição do local de realização dos mesmos.

### 7.4. Características Garantidas

Todos os dados declarados pelo CONTRATADO nos itens de Características Garantidas deverão ser garantidos.

Os ensaios para verificação dos valores garantidos deverão ser realizados na fábrica do CONTRATADO e às custas do mesmo, em conformidade com as normas relacionadas nestas Especificações Técnicas.

Os valores garantidos deverão independer de quaisquer tolerâncias permitidas por norma e erros de medição, exceto onde especificado de forma diferente nos Documentos de Contrato.

### 7.5. Dados Técnicos

Quaisquer alterações dos Dados Técnicos, discriminados a seguir, que venham a ser consideradas necessárias, depois da aceitação da Proposta, para que o CONTRATADO forneça os equipamentos e os materiais de acordo com os Documentos de Contrato, estarão sujeitos à aprovação, e de modo nenhum eximirão o CONTRATADO de sua obrigação de fornecê-los aos preços estabelecidos.

## 8. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DOS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO DE SERVIÇOS AUXILIARES EM CORRENTE ALTERNADA – QDCA

### 8.1. Características Garantidas dos Quadros de Distribuição de Serviços Auxiliares em Corrente Alternada QDCA

#### 8.1.1 . do Quadro

- |  |      |
|--|------|
| a) classe de tensão  | (kV) |
| b) tensão suportável nominal à frequência industrial, 1 minuto | (kV) |
| c) capacidade de curto-circuito simétrico                      | (kA) |
| d) dimensões   |      |
| – altura   | (mm) |
| – largura total  | (mm) |
| – profundidade   | (mm) |

#### 8.1.2 . Disjuntores

Obs.: Preencher uma tabela para cada tipo proposto.

- |  |      |
|--|------|
| a) classe de tensão  | (kV) |
| b) capacidade de interrupção simétrica em 380 V ca             | (kA) |
| c) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto | (kV) |

### 8.2. Dados Técnicos dos Quadros de Distribuição de Serviços Auxiliares em Corrente Alternada QDCA

#### 8.2.1 . do Quadro

- a) tipo



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

- b) norma de fabricação
- c) tensão nominal de operação (kV)
- d) barramento principal
  - seção mm/mm
  - corrente nominal (A)
- e) barramento da seção vertical
  - seção mm/mm
  - corrente nominal (A)
- f) número de seções
- g) desenho dimensional ref.

### 9. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DOS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO DE SERVIÇOS AUXILIARES EM CORRENTE ALTERNADA DA SUBESTAÇÃO – QDSE

#### 9.1. Características Garantidas dos Quadros de Distribuição de Serviços Auxiliares em Corrente Alternada da Subestação QDSE

##### 9.1.1 . do Quadro

- a) classe de tensão (kV)
- b) tensão suportável nominal à frequência industrial, 1 minuto (kV)
- c) capacidade de curto-circuito simétrico (kA)
- d) dimensões
  - altura (mm)
  - largura total (mm)
  - profundidade (mm)

##### 9.1.2 . Disjuntores

Obs.: Preencher uma tabela para cada tipo proposto.

- a) classe de tensão (kV)
- b) capacidade de interrupção simétrica em 380 V ca (kA)
- c) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)

#### 9.2. Dados Técnicos dos Quadros de Distribuição de Serviços Auxiliares em Corrente Alternada da Subestação QDSE

##### 9.2.1 . do Quadro

- a) tipo
- b) norma de fabricação
- c) tensão nominal de operação (kV)
- d) barramento principal
  - seção mm/mm



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

---

- corrente nominal (A)
- e) barramento da seção vertical
- seção mm/mm
- corrente nominal (A)
- f) número de seções
- g) desenho dimensional ref.

### 10. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DOS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO DE CORRENTE CONTÍNUA QDCC

#### 10.1. Características Garantidas dos Quadros de Distribuição de Corrente Contínua QDCC

- a) classe de tensão (kV)
- b) tensão suportável nominal à frequência industrial, 1 minuto (kV)
- c) capacidade de curto-circuito simétrico (kA)
- d) dimensões
- altura (mm)
- largura total (mm)
- profundidade (mm)

#### 10.2. Dados Técnicos dos Quadros de Distribuição de Corrente Contínua QDCC

- a) tipo
- b) norma de fabricação
- c) tensão nominal (V cc)
- d) barramento principal
- seção mm/mm
- corrente nominal (A)
- e) número de seções
- f) desenho dimensional ref.

### 11. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE DEMARRADORES DE CORRENTE ALTERNADA

#### 11.1. Características Garantidas de Demarradores de Corrente Alternada

Obs.: Preencher uma tabela para cada tamanho NEMA proposto.

##### 11.1.1 . Geral

- a) tamanho NEMA

##### 11.1.2 . Disjuntor

- a) classe de tensão (kV)



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

---

- b) corrente nominal (frame) (A)
- c) capacidade de interrupção simétrica em 380 V ca (kA)
- d) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)

### 11.1.3 . Contator

- a) classe de tensão (kV)
- b) categoria de utilização
- c) corrente nominal, para a categoria de utilização (A)
- d) tensão da bobina
  - nominal (V)
  - mínima para fechamento (V)
  - *drop-out* (V)
- e) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)

### 11.1.4 . Relé Térmico de Sobrecarga

- a) classe de tensão (kV)
- b) categoria de utilização
- c) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)

## 11.2. Dados Técnicos de Demarradores de Corrente Alternada

Obs.: Preencher uma tabela para cada tamanho NEMA proposto:

### 11.2.1 . Geral

- a) tipo
- b) norma de fabricação
- c) fiação (classificação NEMA)

### 11.2.2 . Disjuntor

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação
- d) tensão de operação (V)
- e) faixa de ajuste do elemento magnético (A)
- f) contatos auxiliares
- g) contato de alarme
- h) catálogo ref.

### 11.2.3 . Contator

- a) fabricante
- b) tipo



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

---

- c) norma de fabricação
  - d) tensão de operação (V)
  - e) tamanho NEMA
  - f) tempo de manobra
    - abertura (seg)
    - fechamento (seg)
  - g) contatos auxiliares
  - h) vida mecânica (nº de manobras)
  - i) catálogo ref.
- 11.2.4 . Relé Térmico de Sobrecarga
- a) fabricante
  - b) tipo
  - c) norma de fabricação
  - d) tensão de operação (V)
  - e) faixa de ajuste de corrente (A)
  - f) contatos auxiliares

## 12. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE RELÉS DE PROTEÇÃO

### 12.1. Proteção de Sobrecorrente de Fase e de Neutro

#### 12.1.1 . Características Garantidas

- a) faixa de ajuste (xIn)
- b) curva característica ref.
- c) sobrecarga instantânea (1 seg) (xIs)
- d) carga (VA)
- e) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)
- f) capacidade dos contatos de saída
  - permanente (A)
  - de interrupção (A)

#### 12.1.2 . Dados Técnicos

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação
- d) corrente nominal (A)
- e) contatos de saída disponíveis
  - disparo



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

---

- alarme

f) catálogo ref.

### 12.2. Proteção de Subtensão

#### 12.2.1 . Características Garantidas

a) faixa de ajuste (xVn)

b) tempo máximo de operação (ms)

c) curva característica ref.

d) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)

e) capacidade dos contatos de saída

- permanente (A)

- de interrupção (A)

#### 12.2.2 . Dados Técnicos

a) fabricante

b) tipo

c) norma de fabricação

d) tensão nominal (V)

e) carga (VA)

f) contatos de saída disponíveis

- disparo

- alarme

g) catálogo ref.

## 13. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE RELÉS DE BLOQUEIO

### 13.1. Características Garantidas

a) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)

b) capacidade dos contatos

- permanente (A)

- de interrupção (A)

### 13.2. Dados Técnicos

a) fabricante

b) tipo

c) norma de fabricação

d) tensão nominal das bobinas (V cc)

e) faixa de variação da tensão ( $\pm$  % Vn)

f) consumo de cada bobina (VA)



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

---

g) contatos disponíveis

h) catálogo

ref.

### 14. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE RELÉS AUXILIARES

#### 14.1. Relés Auxiliares para Corrente Contínua

##### 14.1.1 . Características Garantidas

i) faixa de variação da tensão ( $\pm \% V_n$ )

j) tensão de *drop-out*" (%  $V_n$ )

k) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)

##### 14.1.2 . Dados Técnicos

a) fabricante

b) tipo

c) norma de fabricação

d) tensão nominal da bobina (V cc)

e) tempo máximo de operação (ms)

f) consumo da bobina (VA)

g) contatos auxiliares

h) capacidade dos contatos

– permanente (A)

– de interrupção (A)

i) catálogo ref.

#### 14.2. Relés Auxiliares para Corrente Alternada

##### 14.2.1 . Características Garantidas

a) faixa de variação da tensão ( $\pm \% V_n$ )

b) tensão de *drop-out* (%  $V_n$ )

c) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)

##### 14.2.2 . Dados Técnicos

a) fabricante

b) tipo

c) norma de fabricação

d) tensão nominal da bobina (V)

e) tempo máximo de operação (ms)

f) consumo da bobina (VA)

g) contatos auxiliares

h) capacidade dos contatos





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

---

- permanente (A)
- de interrupção (A)
- i) catálogo ref.

### 14.3. Relés Temporizados para Corrente Contínua

#### 14.3.1 . Características Garantidas

- a) faixa de variação da tensão ( $\pm \% V_n$ )
- b) tensão de *drop-out* ( $\% V_n$ )
- c) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)

#### 14.3.2 . Dados Técnicos

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação
- d) tensão nominal das bobinas (V cc)
- e) faixa de temporização (seg)
- f) consumo da bobina (VA)
- g) contatos auxiliares instantâneos
- h) contatos auxiliares temporizados
- i) capacidade dos contatos
  - permanente (A)
  - de interrupção (A)
- j) catálogo ref.

### 14.4. Relés Temporizados para Corrente Alternada

#### 14.4.1 . Características Garantidas

- a) faixa de variação da tensão ( $\pm \% V_n$ )
- b) tensão de *drop-out* ( $\% V_n$ )
- c) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)

#### 14.4.2 . Dados Técnicos

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação
- d) tensão nominal das bobinas (V)
- e) faixa de temporização (seg)
- f) consumo da bobina (VA)
- g) contatos auxiliares instantâneos



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

---

- h) contatos auxiliares temporizados
- i) capacidade dos contatos
  - permanente (A)
  - de interrupção (A)
- j) catálogo ref.

### 15. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE TRANSDUTORES

#### 15.1. Características Garantidas

Obs.: Preencher uma tabela para cada tipo proposto.

- a) carga admissível (ohms)
- b) classe de exatidão (%)
- c) capacidade de sobrecarga em relação a nominal
  - permanente (%)
  - instantânea (10 segundos) (%)
- d) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)
- e) faixa de variação da tensão auxiliar ( $\pm \% V_n$ )

#### 15.2. Dados Técnicos

Obs.: Preencher uma tabela para cada tipo proposto.

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação
- d) sinal de entrada
- e) sinal de saída (mA)
- f) tensão auxiliar (V cc)
- g) catálogo ref.

### 16. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE INSTRUMENTOS INDICADORES

#### 16.1. Instrumentos Indicadores para Ligação a Transformadores de Medição

##### 16.1.1 . Características Garantidas

- a) classe de exatidão
- b) capacidade de sobrecarga em relação a nominal
  - permanente (%)
  - instantânea (10 segundos) (%)
- c) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)

##### 16.1.2 . Dados Técnicos



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

---

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação
- d) tensão máxima (V)
- e) deflexão do ponteiro
- f) catálogo ref.

### 16.2. Instrumentos Indicadores para Ligação a Transdutores

#### 16.2.1 . Características Garantidas

- a) classe de exatidão
- b) capacidade de sobrecarga em relação a nominal
  - permanente (%)
  - instantânea (10 segundos) (%)
- c) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)

#### 16.2.2 . Dados Técnicos

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação
- d) sinal de entrada (faixa) (mA)
- e) deflexão do ponteiro
- f) tensão auxiliar (V cc)
- g) catálogo ref.

## 17. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE CHAVES SELETORAS E DE COMANDO

### 17.1. Características Garantidas

- a) capacidade dos contatos
  - permanente (A)
  - de interrupção (A)
- b) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)

### 17.2. Dados Técnicos

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação
- d) tensão de operação (V)
- e) tensão máxima de operação (V)



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

---

- f) catálogo ref.

### 18. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE BOTÕES DE COMANDO

#### 18.1. Características Garantidas

- a) capacidade dos contatos
  - permanente (A)
  - de interrupção (A)
- b) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)

#### 18.2. Dados Técnicos

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação
- d) tensão de operação (V)
- e) tensão máxima de operação (V)
- f) catálogo ref.

### 19. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE SINALIZADORES LUMINOSOS

#### 19.1. Características Garantidas

- a) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)

#### 19.2. Dados Técnicos

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação
- d) tensão de operação (V)
- e) tensão máxima de operação (V)
- f) catálogo ref.

### 20. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE BLOCOS DE TESTE

#### 20.1. Características Garantidas

- a) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)

#### 20.2. Dados Técnicos

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação
- d) classe de tensão (kV)
- e) corrente nominal (A)



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

---

- f) número de contatos
  - de potencial
  - de corrente
  - catálogo

### 21. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE TRANSFORMADORES DE CORRENTE DE BAIXA TENSÃO

#### 21.1. Características Garantidas

- a) classe de tensão (kV)
- b) precisão de cada enrolamento
- c) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)
- d) corrente térmica nominal ( $\times I_n$ )

#### 21.2. Dados Técnicos

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação
- d) encapsulamento
- e) relações de transformação (A-A)
- f) catálogo ref.

### 22. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE FUSÍVEIS DE BAIXA TENSÃO

#### 22.1. Características Garantidas

- a) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)

#### 22.2. Dados Técnicos

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação
- d) classe de tensão (kV)
- e) tensão nominal (kV)
- f) corrente máxima de interrupção (kA)
- g) catálogo ref.

### 23. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE DISJUNTORES TIPO CAIXA MOLDADA PARA CORRENTE ALTERNADA

#### 23.1. Características Garantidas

Obs.: Preencher uma tabela para cada tipo proposto.



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

---

- a) classe de tensão (kV)
- b) capacidade de interrupção simétrica em 380 V ca (kA)
- c) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)

### 23.2. Dados Técnicos

Obs.: Preencher uma tabela para cada tipo proposto.

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação
- d) tensão de operação (V)
- e) contatos auxiliares
- f) contato de alarme
- g) catálogo ref.

## 24. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DE DISJUNTORES TIPO CAIXA MOLDADA PARA CORRENTE CONTÍNUA

### 24.1. Características Garantidas

Obs.: Preencher uma tabela para cada tipo proposto.

- a) classe de tensão (kV)
- b) capacidade de interrupção simétrica em 250 V cc (kA)
- c) tensão suportável nominal a frequência industrial, 1 minuto (kV)

### 24.2. Dados Técnicos

Obs.: Preencher uma tabela para cada tipo proposto.

- a) fabricante
- b) tipo
- c) norma de fabricação
- d) tensão de operação (V)
- e) contatos auxiliares
- f) contato de alarme
- g) catálogo ref.



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

---



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





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

ÍNDICE	PG.
<b>1 OBJETO E OBJETIVO</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Equipamentos, Materiais e Serviços Incluídos no Fornecimento</b>	<b>1</b>
1.1.1 - Subestação E1	1
1.1.2 - Subestação E2	1
1.1.3 - Subestação E3	1
1.1.4 - Subestação E4	1
1.1.5 - Subestação E5	1
1.1.6 - Conectores Instalados nos Terminais de Alta Tensão, Conectores de Aterramento, Contador de Descarga	1
1.1.7 - Embalagem e transporte	1
1.1.8 - Documentação	1
1.1.9 - Ensaios	1
<b>1.2 Equipamentos, Materiais e Serviços Excluídos do Fornecimento</b>	<b>2</b>
<b>2 NORMAS E UNIDADES</b>	<b>2</b>
<b>3 DOCUMENTOS PARA APROVAÇÃO</b>	<b>2</b>
<b>3.1 Documentos a serem Apresentados</b>	<b>2</b>
<b>4 REQUISITOS TÉCNICOS</b>	<b>4</b>
4.1 Objetivo	4
4.2 Condições Ambientais	4
4.3 Materiais	5
4.4 Qualidade de Execução	5
4.5 Intercambibilidade	5
4.6 Características do Sistema 230 kV	5
4.7 Características Técnicas dos Pára-Raios ZnO 192 kV	5
4.8 Proteção Contra Corrosão	6
4.8.1 - Geral	6
4.8.2 - Preparo de Superfícies	6
4.8.3 - Proteção através de galvanização	6
4.8.4 - Informações Complementares	7
4.8.5 - Tropicalização	7
4.9 Instruções para Embalagem e Transporte	7
4.9.1 - Geral	7
4.9.2 - Procedimentos para embalagem e transporte	7
4.10 Características Construtivas	7
4.10.1 - Geral	7
4.10.2 - Detalhes de Montagem	7
4.10.3 - Invólucro de Porcelana	8
4.10.4 - Vedação dos Invólucros	8
4.10.5 - Esforço de Cantilever	8
4.10.6 - Distâncias	8
4.10.7 - Base Isolante	9
4.10.8 - Contador de Descargas Automático ou Medidor de Descargas	9
4.10.9 - Terminais de Ligação	9
4.10.10 - Conectores de Aterramento	9
4.10.11 - Anéis de Equalização	9
4.10.12 - Facilidades de Alívio de Pressão	9



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

---

4.11 Acessórios e Placas.....	9
4.11.1 - Acessórios .....	9
4.11.2 - Placa de identificação .....	9
<b>5 INSPEÇÃO E ENSAIOS .....</b>	<b>10</b>
5.1 Geral.....	10
5.2 Ensaios de Rotina .....	10
5.3 Ensaios de Tipo.....	11
5.4 Falha em Ensaio.....	11
<b>6 INFORMAÇÕES TÉCNICAS .....</b>	<b>11</b>
6.1 Geral.....	11
6.2 Dados de Fabricação .....	12
6.3 Dados Gerais dos Pára-Raios .....	12
6.4 Dados de Ensaios .....	12
6.5 Dados Técnicos e Características Garantidas .....	13



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

---

### 1 OBJETO E OBJETIVO

O objeto deste relatório é o Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional e seu objetivo abrange a descrição geral do fornecimento, define seus limites e as responsabilidades a serem assumidas pelo CONTRATADO para fornecer os pára-raios, necessários para a implantação das subestações de 230 kV do Trecho V - Eixo Leste

O fornecimento inclui projeto, fabricação, inspeção, ensaios na fábrica, embalagem para transporte, transporte da fábrica até o canteiro de obras, supervisão de montagem, testes finais de campo e comissionamento dos pára-raios necessários para a implantação das subestações de 230 kV.

#### 1.1 Equipamentos, Materiais e Serviços Incluídos no Fornecimento

##### 1.1.1 - Subestação E1

Conforme diagramas unifilares nº EN.B/V.DS.EL.0102.

- Doze (12) pára-raios tipo estação, uso externo, de óxido de zinco, tensão nominal 192kV, fornecidos completos com todos os acessórios especificados.

##### 1.1.2 - Subestação E2

Conforme diagramas unifilares nº EN.B/V.DS.EL.0202.

- Doze (12) pára-raios tipo estação, uso externo, de óxido de zinco, tensão nominal 192kV, fornecidos completos com todos os acessórios especificados.

##### 1.1.3 - Subestação E3

Conforme diagramas unifilares nº EN.B/V.DS.EL.0302.

- Doze (12) pára-raios tipo estação, uso externo, de óxido de zinco, tensão nominal 192kV, fornecidos completos com todos os acessórios especificados.

##### 1.1.4 - Subestação E4

Conforme diagramas unifilares nº EN.B/V.DS.EL.0402.

- Doze (12) pára-raios tipo estação, uso externo, de óxido de zinco, tensão nominal 192kV, fornecidos completos com todos os acessórios especificados.

##### 1.1.5 - Subestação E5

Conforme diagramas unifilares nº EN.B/V.DS.EL.0502.

- Nove (09) pára-raios tipo estação, uso externo, de óxido de zinco, tensão nominal 192kV, fornecidos completos com todos os acessórios especificados.

1.1.6 - Conectores Instalados nos Terminais de Alta Tensão, Conectores de Aterramento, Contador de Descarga.

##### 1.1.7 - Embalagem e transporte

O fornecimento incluir as embalagens e os serviços de transporte de todos os equipamentos, materiais e acessórios, a partir dos respectivos locais de origem, no Brasil ou no exterior, até o local da Obra.

##### 1.1.8 - Documentação

O fornecimento inclui o conjunto de desenhos, catálogos, manuais e demais documentos técnicos que caracterizam o fornecimento.

##### 1.1.9 - Ensaios



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

---

O fornecimento inclui a execução, às custas do CONTRATADO, dos ensaios conforme especificado, em fábrica e/ou laboratório independente.

### **1.2 Equipamentos, Materiais e Serviços Excluídos do Fornecimento**

- a) Serviços de obras civis
- b) Estruturas metálicas de suporte dos pára-raios
- c) Cabos de aterramento dos pára-raios

## **2 NORMAS E UNIDADES**

Exceto quando especificado de outra forma os equipamentos e seus componentes deverão ser projetados, fabricados e ensaiados de acordo com as Normas e Publicações aplicáveis das seguintes organizações:

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ANSI - American National Standards Institute
- IEC - International Electrotechnical Commission
- NEMA - National Electrical Manufacturers Association
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- AWS - American Welding Society

O proponente deverá indicar claramente em sua proposta por qual ou quais normas o equipamento será projetado, fabricado e ensaiado.

Todos os dados e dimensões deverão ser apresentados no Sistema Internacional de Unidades.

## **3 DOCUMENTOS PARA APROVAÇÃO**

### **3.1 Documentos a serem Apresentados**

O CONTRATADO deverá enviar para aprovação os desenhos e outros documentos com dados técnicos aplicáveis a seu Fornecimento, incluindo mas não se limitando aos a seguir relacionados:

- a) Cronograma de Documentos - Uma lista completa de todos os desenhos, dados técnicos e documentos de projeto, por título e número, que o CONTRATADO irá fornecer, com as respectivas datas de entrega. Este cronograma deverá seguir padrão a ser definido pela CONTRATANTE, deverá ter espaço adequado para registrar o histórico de cada documento.
- b) Lista de Documentos - Documentos com número próprio, na qual deverão estar relacionados todos os Desenhos, Procedimentos e Ensaios, Relatórios de Ensaios e Manuais de Instruções, com os respectivos números e títulos;
- c) Cronograma de Fabricação e Fornecimento - Documento mostrando as diversas etapas de fabricação, incluindo o provisionamento e ensaios;
- d) Desenhos de Arranjo Geral - Desenhos de Conjunto, indicando a relação dos componentes, materiais e acessórios do equipamento principal, contendo todos os elementos necessários ao projeto da instalação, montagem e a manutenção, tais como, massas, dimensões, dados para fixação, alturas recomendadas, esforços limites, etc.
- e) Diagramas Elétricos - Desenhos contendo todos os dados relativos a parte elétrica do equipamento, tais como, esquemático das ligações internas e externas, esquemas de fiação, características dos componentes, etc.



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

---

- f) Relatórios de Ensaio - Documento contendo pelo menos a relação dos ensaios realizados, a quantidade e o número de série dos equipamentos ensaiados. O relatório propriamente dito, deverá fornecer além dos resultados todos os dados necessários para a análise, interpretação e avaliação de cada ensaio.
- g) Desenhos de Transporte - Desenhos indicando a massa, dimensões máximas externas, centro de gravidade, pontos de içamento, recomendações e cuidados especiais para cada peça isolada ou embalagem a ser utilizada durante o transporte.
- h) Manual de Controle e Garantia da Qualidade - O CONTRATADO deverá preparar e submeter à aprovação um Manual de Controle de Qualidade, que deverá cobrir todas as atividades que implicarão na qualidade final e desempenho do Fornecimento, conforme diretrizes da norma ISO 9001.

Este Manual consistirá basicamente de três partes:

Plano de Inspeção durante a Fabricação;

Plano de Inspeção durante a Montagem;

Plano de Comissionamento.

Cada uma das três partes conterá basicamente os itens abaixo, sem a isto se limitarem:

Lista das etapas a serem controladas, fazendo referência aos Cronogramas de Fabricação, Montagem e Comissionamento;

Lista das partes pertinentes das normas adotadas;

Descrição de todos os métodos de controle para cada item citado na lista das etapas a serem controladas;

Cópia de todos os protocolos a serem preenchidos. Tais protocolos serão específicos para este fornecimento.

Lista de todos os instrumentos e aparelhos de medição necessários para cada etapa;

Programa de ensaio, detalhando a seqüência de atividades, interdependência entre elas e o tempo previsto para sua execução completa;

Relatórios das inspeções executadas durante a fabricação, que serão incorporados ao Manual à medida que forem sendo emitidos. O CONTRATADO deverá emití-los até 15 (quinze) dias após a execução dos ensaios. Tais relatórios deverão incluir resultados dos ensaios, curvas, cálculos de verificação, fórmulas utilizadas na determinação dos resultados, fotos ilustrativas e análises objetivas, quando for o caso.

- i) Manual de Montagem, Manutenção e Operação - O CONTRATADO deverá preparar e submeter à aprovação um Manual de Montagem, Manutenção e Operação contendo todas as informações necessárias para a montagem, manutenção e operação do Fornecimento no campo. Este documento será considerado como único e final, válido para a montagem, manutenção e operação do Fornecimento.

O Manual de Montagem, Manutenção e Operação deverá incluir, mas não se limitar aos seguintes itens:

Listagem e descrição detalhada de todas as atividades de montagem;

Conjunto completo de desenhos específicos para montagem na Obra;

Todos os desenhos que forem mencionados no manual deverão ser anexados a ele;

Todos os protocolos de controle de montagem na Obra;



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

---

Lista de todas as normas aplicáveis;

Instruções de armazenagem a serem observadas na Obra;

Todos e quaisquer requisitos a serem observados na Obra, que possam influir na futura qualidade de desempenho do equipamento.

Indicação da quantidade estimada de força de trabalho durante a montagem na Obra e o número de supervisores de montagem recomendado pelo CONTRATADO.

Frequência de inspeção dos diversos componentes do Fornecimento;

Critérios a serem observados em cada inspeção, indicando todos os pontos a serem medidos, com os valores aceitáveis. Protocolos de inspeção pertinentes devem ser anexados;

Detalhes e roteiro completo dos serviços de substituição dos componentes, incluindo esquemas e desenhos quando necessários;

Período recomendado para a manutenção programada dos diversos componentes do Fornecimento;

Cópias dos catálogos de todos os componentes fornecidos por Subfornecedores, incorporados ao Fornecimento;

Coletânea de dados, medidas e ensaios mais importantes obtidos durante a montagem, extraídos do conjunto de protocolos de montagem e ensaios, com respectiva referência;

Recomendações sobre tolerâncias de desgaste a fim de determinar épocas em que devem ser substituídos componentes, ou simplesmente sofrer manutenção;

Lista de normas pertinentes.

Descrição da filosofia de operação, modos de funcionamento e limites operativos;

Descrição sucinta do princípio de operação do equipamento principal e de todos seus sistemas periféricos e acessórios;

Instruções detalhadas de operação, descrevendo todas as etapas de funcionamento, cuidados e restrições operativas.

- j) *Data Book* - Caderno de ocorrências durante a fabricação, montagem e ensaios de cada equipamento, com todos os seus detalhes, principalmente relatórios de ensaios em fábrica e respectivos *data sheet*.

## 4 REQUISITOS TÉCNICOS

### 4.1 Objetivo

Estas Especificações Técnicas fixam os requisitos técnicos para o projeto, fabricação e ensaios dos equipamentos objeto desse fornecimento.

### 4.2 Condições Ambientais

A subestação será construída em local, onde a altitude é inferior a 1.000 m em clima temperado. A temperatura média anual é de 24°C, sendo que as temperaturas mínima e máxima são 0°C e 40°C, respectivamente.

A umidade relativa do ar pode alcançar valores de até 90% durante certos períodos do ano. A velocidade máxima do vento é de 126 km/h a temperatura de 15°C.

A chuva não é bem distribuída durante o ano. A área de maior incidência pluviométrica registra uma média anual de 800mm.



### 4.3 Materiais

Todos os materiais deverão ser da melhor qualidade técnica, isentos de defeitos e imperfeições, novos e de fabricação recente. Os materiais não especificamente descritos deverão ser os mais apropriados para os fins a que se destinam e deverão atender as últimas Especificações aplicáveis da *American Society for Testing and Materials* (ASTM) ou outras Normas equivalentes aprovadas.

Todos os materiais, peças e montagem das mesmas, utilizados no fornecimento, salvo onde especificados em contrário, deverão ser ensaiados de conformidade com as exigências das Normas aplicáveis da ABNT, ANSI, IEC, NEMA ou ASTM, ou com o melhor e mais moderno método técnico aprovado para o tipo e classe específicos do serviço.

### 4.4 Qualidade de Execução

A execução deverá ser da mais alta qualidade e de acordo com a melhor e mais moderna prática de fabricação de equipamentos de alta qualidade, independentemente de quaisquer omissões das presentes Especificações Técnicas. Deverá haver o maior grau possível de intercambiabilidade entre as peças.

As peças a serem soldadas deverão ser cortadas rigorosamente no tamanho adequado, suas arestas aparadas, cortadas a maçarico ou usinadas, de modo a satisfazer o tipo de soldadura exigido e a permitir a penetração da solda.

As peças a serem soldadas deverão estar isentas de ferrugem, graxa ou outros materiais estranhos, a uma distância de 50 mm das arestas preparadas para a solda. Todas as soldas deverão ser executadas pelo método do arco elétrico, de acordo com a *Standard Qualification Procedure* da AWS, ou Norma equivalente aprovada, e todos os soldadores designados para o serviço deverão estar devidamente qualificados de acordo com a AWS ou Norma equivalente.

### 4.5 Intercambiabilidade

Todos os equipamentos de mesmo tipo e valores nominais deverão ser física e eletricamente intercambiáveis. Sempre que possível pequenas partes e dispositivos, deverão ser de projeto idêntico, assim como, mutuamente intercambiáveis e substituíveis.

### 4.6 Características do Sistema 230 kV

Tensão nominal (fase-fase;kV-eficaz)	230
Frequência nominal (Hz):	60
Tensão máxima de operação contínua (fase-fase;kV-eficaz)	242
Neutro	solidamente aterrado

### 4.7 Características Técnicas dos Pára-Raios ZnO 192 kV

– Tipo	ZnO
– Tensão máxima de operação contínua (fase-neutro, kV-eficaz):	154
– Tensão nominal do pára-raios (kV-eficaz):	192
– Corrente nominal de descarga (kA):	20
– Frequência nominal (Hz):	60
– Máxima tensão residual para frente de onda de 1 $\mu$ s(kV-crista):	576
– Tensão residual a corrente de descarga nominal (máxima) (kV-crista):	520





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

– Tensão residual (máxima) para impulso de manobra (2 kA, kV-crista):	396
– Sobretensão temporária suportável durante 10 segundos (kV-eficaz):	211
– Capacidade de absorção de energia mínima (kJ/kV):	5
– Classe de descarga de longa duração: (IEC 99-4):	3
– Corrente suportável de impulso de alta intensidade (A-crista):	100.000
– Corrente suportável de alívio de pressão:	
– Componente da corrente alternada da corrente de alta intensidade (A-crista):	40.000
– Corrente de baixa intensidade (A-eficaz):	800
– Características Elétricas - Porcelana	
a) Tensão suportável de impulso atmosférico nominal (kV-crista):	950
b) Tensão suportável de frequência industrial nominal, a seco, e sob chuva, 1 (um) minuto (kV-eficaz):	395
c) Tensão de rádio interferência (RIV)(microvolt):	2.500
d) Tensão para terra aplicada no ensaio de rádio interferência, correspondente ao valor especificado no item acima (kV-eficaz):	154
e) Tensão para terra, de aparecimento e extinção de corona visual (kV-eficaz):	154
f) Distância mínima de escoamento(mm/kV):	20
– Descargas Parciais (pC):	10

### 4.8 Proteção Contra Corrosão

#### 4.8.1 - Geral

Os pára-raios a serem fornecidos segundo estas especificações deverão receber o seguinte tratamento:

#### 4.8.2 - Preparo de Superfícies

As superfícies de aço carbono, latão, bronze, alumínio, etc., deverão ser previamente limpas com solventes, afim de remover os resíduos de óleo e graxa, remanescentes do processo de fabricação.

Nas superfícies de aço carbono, proceder ao jateamento abrasivo conforme Norma NBR 7348, para retirar toda a carepa de laminação, óxidos e impurezas estranhas, tais como: crostas, rebarbas e saliências. Resultando num grau de preparação de superfícies Sa 2 ½ conforme SIS 05 59 00 e num perfil de rugosidade médio de 50 micrometros.

#### 4.8.3 - Proteção através de galvanização

Todos os parafusos, porcas, arruelas, contra-porcas e ferragens de montagem, fabricados de metais ferrosos, deverão ser zincados a quente de acordo com a norma ASTM-A-153, com exceção de arruelas de pressão, que deverão ser zincadas em banho eletrolítico.

Perfis, chapas, barras e fitas de aço forjado, deverão ser zincadas a quente, de acordo com a norma ASTM-A-123.





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

---

A zincagem das superfícies metálicas dos equipamentos somente deverá ser realizada após a conclusão dos tratamentos mecânicos de conformação e usinagem.

A espessura total da zincagem deverá ser de 70 micrômetros, distribuída uniformemente na superfície das chapas.

### **4.8.4 - Informações Complementares**

Todas as superfícies usinadas ou polidas, que pelo projeto não devam sofrer revestimento protetor deverão ser rigorosamente limpas, revestidas com composto anti-oxidante facilmente removível e protegidas contra avaria até sua instalação.

### **4.8.5 - Tropicalização**

O equipamento a ser fornecido segundo estas Especificações, deverá ser apropriado para o serviço e armazenagem com condições tropicais descritas na seção ET-4.2..

## **4.9 Instruções para Embalagem e Transporte**

### **4.9.1 - Geral**

As embalagens deverão ser suficientes para proteger o conteúdo de danos durante o transporte do local de fabricação até depois da chegada ao local da obra, em condições que envolvam bastante movimentação, transbordo, transito por estradas não pavimentadas, armazenamento prolongado, exposição a umidade.

### **4.9.2 - Procedimentos para embalagem e transporte**

As caixas, engradados e estrados deverão ser construídos de modo adequado às necessidades do embarque, e cintados com fita de aço, nylon ou similar. A madeira usada deverá ser de bitola adequada a carga, isenta de falhas e bem seca.

O equipamento pesado e/ou suas partes, quando não dispuserem de alças próprias para suspensão ou estas não forem utilizadas, deverão ser colocados e aparafusados sobre estrado devidamente reforçado para suportar e evitar empenos nas peças. Os equipamentos para instalação ao tempo, poderão ser embalados em engradados ou caixas abertas.

Todos os materiais de pequenas dimensões, suscetíveis de extravio, tais como: parafusos, pinos, arruelas, etc., e materiais sujeitos a serem dobrados, riscados ou de qualquer outra forma avariados serão simplesmente acondicionados em caixotes. Cada caixote deverá conter somente material de um único tipo e exibir na parte externa, marcação que identifique o tipo e quantidade do material ali contido.

As porcas deverão vir atarraxadas nos respectivos parafusos.

No caso de mercadorias suscetíveis a danos causados pela umidade, deverão ser usados revestimentos impermeáveis em forma de sacos ou invólucros selados com adesivo impermeável. Deverá ser providenciada proteção adequada mediante um absorvente de umidade como sílica-gel. Estes procedimentos são obrigatórios e imprescindíveis no caso de haver transporte marítimo.

## **4.10 Características Construtivas**

### **4.10.1 - Geral**

Os pára-raios deverão ser auto-suportantes tipo estação, para instalação externa e fornecidos completos com base isolante, contador de descarga, miliamperímetro para medição de corrente que flui através dos pára-raios

### **4.10.2 - Detalhes de Montagem**



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

---

Os pára-raios deverão ser providos de todos os dispositivos necessários para a sua montagem vertical sobre uma estrutura de aço.

O CONTRATADO deverá fornecer todos os conectores, isoladores, ferragens, parafusos, porcas e arruelas necessários para a instalação e/ou montagem isolada conforme requerida nas seguintes partes:

Seções de pára-raios.

Contador de descargas automático ou medidor de descargas.

Amperímetro de corrente de fuga.

Anéis de equalização.

Para o pára-raios, provido com contador de descargas e amperímetro de fuga, o CONTRATADO deverá fornecer uma sugestão de montagem considerando que o pára-raios deverá ser montado em estruturas com alturas que variam desde 2,25 m até 6,00 m. A proposta deverá incluir o fornecimento de todos os itens constantes da sugestão com as recomendações para a montagem do pára-raios e acessórios de forma adequada, de modo a garantir uma operação correta. Se a recomendação de montagem incluir a colocação do amperímetro e/ou contador junto com o pára-raios, os mostradores dos medidores deverão ser instalados até 2,50 m de altura, de forma a permitir a sua leitura.

### 4.10.3 - Invólucro de Porcelana

A porcelana de cada seção proporcional do pára-raios, deverá ser fabricada numa única peça, e equipada com flanges metálicos em ambos os seus extremos, para a sua vedação completa e para a conexão da mesma série com as outras seções proporcionais, para constituírem o pára-raios com as características nominais requeridas.

A porcelana utilizada deverá ser conforme a ASTM-D116-65 devendo ser porcelana homogênea obtida pelo processo úmido, deverá ter alta resistência mecânica e dielétrica, deverá ser quimicamente inerte e deverá ter alto ponto de fusão.

A superfície do invólucro de porcelana deverá ser vitrificada e envernizada na cor marrom.

O envernizamento deverá ser livre de imperfeições tais como bolhas e queimaduras.

A temperatura máxima permissível na porcelana do pára-raios será projetada para alcançar somente até 60°C, quando em condições de operação nominais.

### 4.10.4 - Vedação dos Invólucros

Peças fundidas de extremidade deverão ser unidas a superfície rugosa do invólucro de porcelana por meio de cimento de endurecimento rápido, mantido sob pressão contínua.

Para ser assegurada a manutenção de uma atmosfera sem umidade em torno dos componentes internos dos pára-raios, poderão ser utilizadas gaxetas de material e elasticidade adequados cuja segurança e durabilidade tenham sido comprovadas em experiências de campo.

### 4.10.5 - Esforço de Cantilever

Os pára-raios deverão ser capazes de suportar uma carga não inferior a 2000 N, aplicada no topo do terminal de alta tensão e normal ao eixo do invólucro de porcelana.

### 4.10.6 - Distâncias

O FABRICANTE deverá informar as distâncias mínimas de segurança a serem mantidas entre os pára-raios e os dispositivos adjacentes ou superfícies e ângulos dos cones de expulsão para os dispositivos de alívio de pressão do pára-raios.



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

---

### 4.10.7 - Base Isolante

Cada pára-raios deverá ser isolado da estrutura de montagem, através de uma base adequada de material isolante.

### 4.10.8 - Contador de Descargas Automático ou Medidor de Descargas

Cada pára-raios deverá ser fornecido com um contador de descargas automático para registrar o número de descargas de surto atmosférico e de manobra além de dispor de tomada ou outro meio que permita medir a corrente de escoamento dos pára-raios. O contador de descargas deverá ser provido de um visor de vidro a prova de tempo e de conectores de tipo grampo e isoladores adequados para esta montagem.

### 4.10.9 - Terminais de Ligação

Os terminais de linha dos pára-raios deverão ser do tipo barra chata, com quatro furos NEMA na posição vertical, próprios para conectores de alumínio. Cada terminal deverá suportar o cantilever especificado.

Os pára-raios deverão ser fornecidos com conectores terminais reto em liga de alumínio ou em aço inoxidável, barra chata quatro (04) furos NEMA e um cabo CAA 636MCM-CAA (*Grosbeak*, formação 26/7), livres de corona para 230 kV.

Onde e quando forem necessárias conexões de cobre com alumínio estas deverão ser adequadamente projetadas, para assegurar que qualquer deterioração na conexão, seja mantida a um mínimo e restrita as porções que não conduzem corrente ou sub esforços mecânicos.

### 4.10.10 - Conectores de Aterramento

Na base suporte de cada pára-raios e nos terminais do contador de descargas, deverão ser fornecidos conectores do tipo terminal aparafusado, com pelo menos dois furos para fixação, adequado para cabo de cobre nu bitola de 70 mm<sup>2</sup> (2/0 AWG) a 150 mm<sup>2</sup> (300 MCM).

### 4.10.11 - Anéis de Equalização

Deverão ser fornecidos os anéis de equalização necessários, conforme requerido para obter gradientes ou distribuições de tensão adequadas.

### 4.10.12 - Facilidades de Alívio de Pressão

O sistema de alívio de pressão deverá ter a capacidade suficiente para eliminar a sobrepressão através de exaustores em cada seção de pára-raios sem danificar a porcelana ainda para as piores correntes de descarga bem como para correntes baixas de falta que provoquem um aumento de pressão gradativa excessiva no seu interior. O Fabricante deverá explicar em detalhes o comportamento do sistema de alívio de pressão, incluindo a forma de reconhecer que o dispositivo operou e qual é o procedimento de manutenção, ou indicar que é recomendada sua imediata substituição.

## 4.11 Acessórios e Placas

### 4.11.1 - Acessórios

Cada pára-raios deverá ser fornecido, no mínimo, com os seguintes acessórios:

Contador de descargas com terminais e conectores.

Miliamperímetro para corrente de fuga ou dispositivo equivalente.

Base isolante suporte, com terminal de terra e conector.

### 4.11.2 - Placa de identificação



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

---

Placas de Identificação de aço inoxidável, bronze fundido ou latão não sujeito a corrosão deverão ser instaladas em todos os pára-raios. Elas deverão ser gravadas ou cunhadas em Português e deverão conter todas as informações aplicáveis, abaixo especificadas, juntamente com qualquer outra informação relevante que possa ser necessária.

Cada seção proporcional e pára-raios completos deverá ter uma placa de identificação que contenha, no mínimo, as informações relacionadas abaixo:

Nome ou marca registrada do Fabricante.

Tipo e número de modelo do Fabricante.

Número de série do Fabricante.

Ano de fabricação.

Número de identificação do livro de instrução.

Tensão nominal.

Frequência nominal.

Tensão de operação contínua

Tensão residual correspondente a corrente de descarga nominal

Momento de cantilever na base.

Massa do pára-raios completamente montado com acessórios

Tensão de referência

Corrente de referência..

## 5 INSPEÇÃO E ENSAIOS

### 5.1 Geral

Os pára-raios deverão ser submetidos aos ensaios de rotina e de tipo como requerido nesta Especificação Técnica.

Todos os ensaios deverão ser realizados de acordo com a revisão mais recente da Publicação IEC-99-4.

Todos os equipamentos a serem fornecidos deverão estar de acordo com os requisitos de ensaios, e valores especificados neste documento conforme deverão comprovar, os relatórios de ensaios, referentes a ensaios atuais realizados em equipamentos de mesmo projeto e origem, características nominais, material e tecnologia. Caso contrário o proponente deverá realizar os ensaios faltantes sem custo adicional.

Os dados de ensaio deverão ser completos e acompanhados da indicação dos desenhos que possam servir de referência aos mesmos e das datas de execução dos ensaios correspondentes.

Os dados de ensaios de equipamentos de diferentes valores nominais, porém comparáveis àqueles propostos, poderão ser aceitos se, tais dados comprovarem que os equipamentos propostos estão em conformidade com os requisitos da especificação.

### 5.2 Ensaios de Rotina

Os seguintes ensaios de rotina deverão ser realizados em todas as unidade, de acordo com a publicação IEC 99-4.



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

---

Medição da tensão de referência.

Tensão residual de Impulso atmosférico.

Medição de descargas parciais.

Além dos ensaios mencionados acima, devem ser verificados os seguintes requisitos:

medição do valor da resistência de isolamento do pára-raios e das bases isolantes com megger, para referência futura.

funcionamento dos contadores de descarga.

### 5.3 Ensaios de Tipo

Geral

O CONTRATADO deverá apresentar os certificados de ensaios de tipo executados em laboratório credenciados.

Caso o CONTRATADO não possua os certificados os seguintes ensaios de tipo deverão ser realizados exatamente como especificado na publicação 99-4 da IEC Seção-6 e 7 - Ensaios de Tipo (Ensaios de Projetos) e na publicação C62-11 da ANSI, Seção 8 - Ensaios de Projeto, exceto quando especificado diferentemente. Os casos omissos seguirão as recomendações da IEC-TC-37- WG-4, devendo o CONTRATADO descrever seus procedimentos para ensaios.

Conforme especificado na IEC.

- a) Ensaio de Tensão de referência.
- b) Ensaio para determinação de características de tensão de condução de impulso para impulso atmosférico (cortado e pleno) e impulso de manobra.
- c) Ensaios de verificação da tensão residual .
- d) Ensaio de corrente suportável de impulso de longa duração.
- e) Ensaio de corrente suportável de alta intensidade.
- f) Ensaio de ciclo de operação.
- g) Ensaio de alívio de pressão.

Conforme especificado na ANSI C62.11

- a) Ensaio de medição de RIV.
- b) Ensaio de contaminação

### 5.4 Falha em Ensaio

Se qualquer equipamento não passar em qualquer ensaio, o mesmo deverá ser reparado, sendo que as partes defeituosas, deverão ser substituídas ou reprojatadas conforme necessário. O equipamento deverá ser então ensaiado novamente.

## 6 INFORMAÇÕES TÉCNICAS

### 6.1 Geral

Juntamente com sua proposta o CONTRATADO deverá apresentar todas as informações abaixo relacionadas. Desenhos e dados deverão apresentar-se suficientemente claros e detalhados para possibilitarem uma avaliação completa e efetiva de como foram atendidas as disposições da presente especificação.



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

---

Uma vez aceita a Proposta, quaisquer correções ou modificações que possam vir a tornar-se necessárias nas informações prestadas, com a finalidade de atender todas as exigências do Contrato, estarão sujeitas a aprovação.

### 6.2 Dados de Fabricação

Tipo e designação do Fabricante.

Relação de Normas que o Proponente pretende utilizar na fabricação.

Histórico de serviços dos equipamentos com características iguais ou comparáveis aquelas dos equipamentos que estão sendo oferecidos, os quais o CONTRATADO tenha anteriormente fabricado incluindo descrição, valores nominais, nome dos compradores, locais de instalação, ano de fabricação e datas de energização.

### 6.3 Dados Gerais dos Pára-Raios

Tipo de pára-raios e número do modelo.

Croquis com dimensões, incluindo a planta da base de montagem, anéis de equalização (se aplicável) e massa.

Número da unidade monopolar do pára-raios.

Detalhes das distâncias de segurança.

Detalhes dos terminais e conectores de terra.

Descrição de detalhes de operação do contador de descarga incluindo o tempo mínimo entre contagens.

Esforço de flexão do pára-raios, no topo (N).

Descrição do efeito da contaminação na operação do equipamento e dispositivos a serem incorporados para minimizar esses efeitos.

Descrição de:

A operação do mecanismo de alívio de pressão nas tensões de impulso.

A operação do pára-raios durante a solicitação sob impulso e em descarga de linha de transmissão.

10. Instruções de manutenção e instalação, incluindo frequência de manutenção e/ou métodos e/ou testes de inspeção e incluindo detalhes sobre fator de potência AC e corrente de fuga DC.

Máxima corrente de falta de alívio de pressão nominal (tempo de curta duração de corrente simétrica, rms, que o pára-raios poderá suportar sem resultar em explosão violenta da porcelana).

Lista de referência dos tipos de pára-raios ofertados, que estão em operação, lista dos proprietários e os respectivos anos de instalação.

### 6.4 Dados de Ensaio

Relatórios completos de ensaios de equipamentos idênticos em operação.

Relação e descrição dos ensaios de controle de qualidade dos materiais, acessórios e fabricação destes equipamentos.

Detalhes dos procedimentos, roteiros de ensaios que serão usados para ensaiar a performance do equipamento de acordo com as Normas padrões, bem como a descrição do local de realização dos mesmos.



### 6.5 Dados Técnicos e Características Garantidas

O CONTRATADO deverá garantir, que as características de cada pára-raios, marcadas com asterisco, serão equivalentes ou superiores as indicadas.

Todas as informações aqui solicitadas deverão ser fornecidas pelo CONTRATADO, para todos os equipamentos ofertados.

- Modelo do Fabricante:
- Valores nominais:(\*)
  - a) Freqüência nominal (Hz):
  - b) Tensão máxima de operação contínua (fase-fase, kV-eficaz): (\*)
  - c) Tensão nominal do pára-raios (kV-eficaz):
    - Características de Proteção - Pára-raios Tipo ZnO - Sem Centelhadores
      - a) Tensão residual para frente de onda (máxima) (kV-crista):(\*)
      - b) Tensão residual para impulso atmosférico (máxima) (kV-crista):(\*)
      - c) Tensão residual a corrente de descarga nominal (kV-crista):(\*)
      - d) Corrente de descarga nominal (A-crista):(\*)
      - e) Classe de descarga de longa duração (Norma IEC 99-4 )(\*)
      - f) Corrente suportável de impulso de alta intensidade (A-crista):(\*)
      - g) Corrente suportável de alívio de pressão:(\*)
        - Componente da corrente alternada da corrente de alta intensidade (A-crista):
        - Primeira meia onda maior da corrente de alta intensidade (A-crista):
        - Corrente de baixa intensidade (A-eficaz):
      - h) Tensão de referencia(kV eficaz):(\*)
        - Valor máximo
        - Valor mínimo
      - i) Corrente de referencia(mA) (\*)
      - j) Mínima sobretensão temporária suportável pós descarga por: (kV-eficaz):(\*)
        - segundos:
        - segundo:
        - segundo:
      - k) Corrente de fuga a tensão e frequência nominais (mA):(\*)
        - Máxima:
        - Mínima:
      - l) Capacidade de absorção de energia(Kj/Kv): (\*)
        - Características Dielétricas
          - a) Tensão suportável de impulso atmosférico, porcelana (kV-crista):(\*)





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

---

- b) Tensão suportável de frequência industrial nominal, a seco, e sob chuva, 1 (um) minuto (kV-eficaz):(\*)
- c) Tensão suportável de impulso de manobra: (\*)
- d) Tensão de rádio interferência (RIV)(microvolt):(\*)
- e) Tensão para terra aplicada no ensaio de rádio interferência, correspondente ao valor especificado no item acima (kV-eficaz):(\*)
- f) Distância mínima de escoamento (mm):
- g) Tensão para terra, de aparecimento e extinção de corona visual (kV-eficaz):(\*)
  - Início:
  - Extinção:
  - Dados complementares:
- a) Dimensões externas do pára-raios completamente montado:
  - Altura total (m):
  - Diâmetro (m):
- b) Momento cantilever nominal na base (N.m):(\*)
- c) Massa efetiva do pára-raios completamente montado, com acessórios (kg): ..
- d) Característica do Varistor:
  - Área do elemento (ZnO):
  - Temperatura máxima no transitório do varistor:
  - Máxima corrente de fuga neste transitório de temperatura (ZnO)
  - Potência dissipada pelo varistor devido a máxima tensão continuamente imposta a 60 Hz:(\*)
  - Confirmação de que o pára-raios manterá suas características entre (-20° C e 85° C):(\*)
  - Valores máximos de tensão residual para ondas de correntes de manobra (kV-crista) para:
    - 200A(\*)
    - 500A(\*)
    - 1.000A(\*)
    - 2.000A(\*)
  - Valores máximos de tensão residual para ondas de correntes de 8 x 20  $\mu$ s (kV-crista) para:
    - 2.500A(\*)
    - 5.000A(\*)
    - 10.000A(\*)
    - 20. 000A(\*)
  - Características do Contador de Descargas:
- a) Corrente mínima de operação: (\*)
- b) Forma de Onda:
- c) Dispositivo para medição de corrente de fuga:





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

---



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



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

ÍNDICE	PG.
<b>1 . OBJETO E OBJETIVO.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Equipamentos, Materiais e Serviços Incluídos no Fornecimento.....</b>	<b>1</b>
1.1.1 Baterias.....	1
1.1.2 Carregadores de Baterias .....	1
1.1.3 Peças Sobressalentes, Acessórios e Ferramentas Especiais .....	1
1.1.4 Ensaio na Fábrica .....	1
1.1.5 Embalagem e Transporte.....	1
1.1.6 Documentação .....	1
1.1.7 Supervisão de Montagem e Comissionamento .....	1
<b>1.2 Equipamentos, Materiais e Serviços Excluídos do Fornecimento .....</b>	<b>1</b>
<b>1.3 Desenhos de Referência.....</b>	<b>2</b>
<b>1.4 Desenhos e Documentos Técnicos do CONTRATADO .....</b>	<b>2</b>
1.4.1 Apresentação .....	2
1.4.2 Desenhos e Documentos a serem enviados para aprovação.....	2
<b>1.5 Cooperação do CONTRATADO com Terceiros.....</b>	<b>4</b>
<b>2 . NORMAS TÉCNICAS .....</b>	<b>5</b>
<b>3 . REQUISITOS TÉCNICOS GERAIS .....</b>	<b>5</b>
<b>3.1 Condições Ambientais.....</b>	<b>5</b>
<b>3.2 Compatibilidade Eletromagnética.....</b>	<b>6</b>
<b>3.3 Aterramento e Blindagem.....</b>	<b>6</b>
3.3.1 Requisitos Gerais.....	6
3.3.2 Blindagem dos Cabos .....	6
3.3.3 Blindagem de Módulos.....	7
3.3.4 Quadros .....	7
<b>3.4 Equipamentos Eletrônicos – Condições Ambientais .....</b>	<b>7</b>
3.4.1 Classificação Quanto aos Ambientes de Instalação e Uso .....	7
3.4.2 Classificação Quanto à Influência da Fonte de Alimentação .....	9
3.4.3 Classificação Quanto à Suportabilidade a Fenômenos Eletromagnéticos .....	9
<b>3.5 Requisitos Gerais das Baterias.....</b>	<b>10</b>
3.5.1 Geral.....	10
3.5.2 Características Construtivas.....	10
3.5.3 Características Técnicas Operacionais das Baterias em 125 V.....	10
3.5.4 Estantes .....	11
3.5.5 Identificação.....	11
3.5.6 Certificado de Garantia .....	12
<b>3.6 Requisitos Gerais dos Carregadores de Baterias de 125 Vcc .....</b>	<b>16</b>
3.6.1 Tipo.....	16
3.6.2 Características Construtivas.....	16
3.6.3 Características Elétricas.....	16
3.6.4 Alimentação .....	17



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

3.6.5 Saída .....	17
3.6.6 Transformadores .....	17
3.6.7 Distorção Harmônica .....	18
3.6.8 Compatibilidade e Interferência Eletromagnética .....	18
3.6.9 Proteção .....	18
3.6.10 Sinalização .....	18
3.6.11 Sensores .....	19
3.6.12 Medição .....	20
3.6.13 Dimensionamento .....	20
3.6.14 Dispositivos de Ajuste .....	20
3.6.15 Bornes para Medição .....	21
3.6.16 Identificação .....	21
<b>3.7 Inspeção e Fiscalização na Fábrica .....</b>	<b>21</b>
<b>3.8 Supervisão de Montagem .....</b>	<b>22</b>
3.8.1 Encargos do Supervisor .....	22
<b>3.9 Materiais e Componentes .....</b>	<b>22</b>
<b>3.10 Pintura .....</b>	<b>23</b>
3.10.1 Requisitos Gerais .....	23
3.10.2 Cor de Acabamento .....	23
3.10.3 Retoques, Pintura de Acabamento Final na Obra e Pintura de Obra .....	23
3.10.4 Responsabilidade do Serviço/Fornecimento de Tintas .....	24
3.10.5 Qualidade das Tintas e Inspeções .....	24
3.10.6 Tratamento e Preparo das Superfícies .....	24
3.10.7 Pintura de acabamento .....	24
3.10.8 Garantia .....	24
<b>3.11 Requisitos Elétricos Gerais .....</b>	<b>24</b>
<b>3.12 Automatismos e Intertravamentos .....</b>	<b>25</b>
3.12.1 Requisitos Gerais .....	25
3.12.2 Automatismos .....	25
3.12.3 Intertravamentos Elétricos .....	25
<b>3.13 Painéis .....</b>	<b>25</b>
3.13.1 Requisitos Gerais .....	25
3.13.2 Barramento .....	26
3.13.3 Iluminação .....	26
3.13.4 Aquecimento .....	26
<b>3.14 Requisitos Técnicos Gerais dos Componentes (se aplicável) .....</b>	<b>27</b>
3.14.1 Chaves Seletoras e de Comando .....	27
3.14.2 Contatos elétricos .....	28
3.14.3 Disjuntores de Caixa Moldada para corrente alternada .....	28
3.14.4 Disjuntores de caixa moldada para corrente contínua .....	29
3.14.5 Equipamentos Eletrônicos .....	29
3.14.6 Fusíveis de Baixa Tensão .....	30
3.14.7 Fiação Interna .....	30



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

3.14.8 Instrumentos Indicadores .....	31
3.14.9 Réguas de Bornes e Acessórios .....	32
3.14.10 Relés.....	33
3.14.11 Sinalizadores Luminosos.....	34
3.14.12 Terminações de Cabos .....	35
3.14.13 Tomadas Multipolares .....	35
3.14.14 Transdutores .....	35
3.14.15 Identificação dos Equipamentos.....	36
<b>4 . INSPEÇÕES E ENSAIOS.....</b>	<b>37</b>
<b>4.1 Objetivo.....</b>	<b>37</b>
<b>4.2 Baterias.....</b>	<b>37</b>
4.2.1 Generalidades.....	37
4.2.2 Instrumentos e Equipamentos.....	37
4.2.3 Ensaio de Capacidade de Descarga .....	37
4.2.4 Análise Físico-Química do Eletrólito.....	38
<b>4.3 Carregadores de Baterias em 125 V .....</b>	<b>40</b>
4.3.1 Condições Gerais.....	40
4.3.2 Carregadores .....	40
4.3.3 Transformadores.....	40
<b>4.4 Ensaios na Obra.....</b>	<b>41</b>
4.4.1 Requisitos Gerais.....	41
4.4.2 Ensaios na Obra .....	41
<b>5 . PEÇAS SOBRESSALENTES, ACESSÓRIOS E FERRAMENTAS ESPECIAIS .....</b>	<b>41</b>
<b>5.1 Objetivo.....</b>	<b>41</b>
<b>5.2 Requisitos Gerais.....</b>	<b>41</b>
<b>5.3 Baterias.....</b>	<b>42</b>
5.3.1 Peças Sobressalentes.....	42
5.3.2 Acessórios .....	42
<b>5.4 Carregadores de Baterias.....</b>	<b>42</b>
5.4.1 Peças Sobressalentes.....	42
5.4.2 Ferramentas Especiais.....	43
<b>6 . CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E INFORMAÇÕES DE PROPOSTA – CONDIÇÕES GERAIS.....</b>	<b>44</b>
<b>7 . CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E INFORMAÇÕES DE PROPOSTA DAS BATERIAS.....</b>	<b>44</b>
7.1 Características Garantidas das Baterias .....	44
7.2 Dados Técnicos das Baterias.....	44
<b>8 . CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E INFORMAÇÕES DE PROPOSTA DOS CARREGADORES DE BATERIAS .....</b>	<b>45</b>
8.1 Características Garantidas dos Carregadores de Baterias.....	45
8.2 Dados Técnicos dos Carregadores de Baterias .....	45



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

---

### 1 . OBJETO E OBJETIVO

O objeto deste relatório é o Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional e seu objetivo abrange a descrição geral do fornecimento, define seus limites e as responsabilidades a serem assumidas pelo CONTRATADO para fornecer as baterias e carregadores de baterias de 125 Vcc de serviços auxiliares, necessários para a implantação do Trecho V - Eixo Leste

O fornecimento inclui projeto, fabricação, inspeção, ensaios na fábrica, embalagem para transporte, transporte da fábrica até o canteiro de obras, supervisão de montagem, testes finais de campo e comissionamento das baterias e carregadores de baterias de 125 Vcc de serviços auxiliares necessários para a implantação do Trecho V - Eixo Leste.

#### 1.1 Equipamentos, Materiais e Serviços Incluídos no Fornecimento

O Fornecimento inclui o projeto, fabricação, inspeção, ensaios na fábrica, embalagem, transporte e supervisão para montagem e comissionamento de:

##### 1.1.1 Baterias

O Fornecimento inclui as baterias listadas a seguir conforme especificadas:

Seis (06) baterias de 125 V, 150 Ah/10horas a serem instaladas uma em cada Estação de Bombeamento;

As baterias deverão ser fornecidas completas com eletrólito, acessórios, ferramentas e estante para montagem.

##### 1.1.2 Carregadores de Baterias

O Fornecimento inclui os carregadores de baterias listados a seguir conforme especificados:

Doze (12) carregadores de baterias de 125 V, 75 A, a serem instalados dois em cada Estação de Bombeamento;

##### 1.1.3 Peças Sobressalentes, Acessórios e Ferramentas Especiais

O Fornecimento inclui os conjuntos de peças sobressalentes, acessórios e ferramentas especiais, conforme especificado.

##### 1.1.4 Ensaios na Fábrica

O Fornecimento inclui os ensaios de rotina, a serem realizados na fábrica, nos equipamentos, conforme especificado.

##### 1.1.5 Embalagem e Transporte

O Fornecimento inclui as embalagens conforme especificadas nestas Especificações Técnicas e os serviços de transporte de todos os equipamentos e materiais a partir dos respectivos locais de origem, até o local da Obra.

##### 1.1.6 Documentação

O Fornecimento inclui o conjunto de desenhos, catálogos, manuais e demais documentos conforme especificados nestas Especificações Técnicas.

##### 1.1.7 Supervisão de Montagem e Comissionamento

O Fornecimento inclui os serviços para supervisão de montagem e dos ensaios de comissionamento na Obra de todos os equipamentos fornecidos.

#### 1.2 Equipamentos, Materiais e Serviços Excluídos do Fornecimento

Estão excluídos do Fornecimento os seguintes itens:



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

---

- a) Obras civis.
- b) Mão-de-obra para montagem e para os ensaios de comissionamento.
- c) Área de armazenagem dos equipamentos, materiais e dispositivos incluídos no Fornecimento.
- d) Cabos de potência e de controle externos às baterias e carregadores de baterias.
- e) Análise físico-química do eletrólito fornecido.
- f) Ensaios na Obra.
- g) Instrumentos e equipamentos para os ensaios na Obra.

### 1.3 Desenhos de Referência

Os desenhos relacionados a seguir complementam e fazem parte desta Especificação Técnica:

- a) EN.B/V.DS.EL.0003 – Estação de Bombeamento – Serviços Auxiliares de CC – Diagrama Unifilar Simplificado Geral;
- b) EN.B/V.DS.EL.0023 a EN.B/V.DS.EL.0028 — Serviços Auxiliares de CC – Diagrama Unifilar de Medição e Proteção QDCC;

### 1.4 Desenhos e Documentos Técnicos do CONTRATADO

#### 1.4.1 Apresentação

Os desenhos preparados pelo CONTRATADO deverão estar em conformidade com as normas da ABNT. Os desenhos deverão ter de preferência tamanho A-1 exceto os multifilares, esquemáticos e listas que terão tamanho A-3. Os desenhos deverão ser executados com suficiente nitidez para permitir a sua microfilmagem e/ou digitalização.

Todos os desenhos e documentos técnicos deverão incluir nos seus quadros de títulos as seguintes indicações, bem legíveis:

- a) ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO -\*;
- b) Serviços Auxiliares de CC;
- c) Identificação do equipamento;
- d) Título do desenho ou documento;
- e) Número e série de fabricação do equipamento;
- f) Número do desenho/documento do CONTRATADO;
- g) Número do desenho/documento do CONTRATANTE;
- h) Número da Ordem de Compra do CONTRATANTE.

No lado esquerdo do quadro de títulos deverá ser reservado um espaço em branco de 7 x 10 cm em todos os desenhos, destinado ao carimbo de aprovação.

#### 1.4.2 Desenhos e Documentos a serem enviados para aprovação

Para cada equipamento, o CONTRATADO deverá enviar para aprovação os desenhos e outros documentos com dados técnicos aplicáveis a seu Fornecimento, incluindo mas não se limitando aos a seguir relacionados:

- a) Cronograma de Documentos - Uma lista completa de todos os desenhos, dados técnicos e documentos de projeto, por título e número, que o CONTRATADO irá fornecer, com as respectivas datas de entrega.
- b) Desenhos Dimensionais - Desenhos de vistas cortes e detalhes dos equipamentos, indicando o peso, dimensões máximas para transporte, detalhes de fixação, etc.



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

---

- c) Listas de Materiais - listas com a relação dos componentes, materiais e acessórios dos equipamentos.
- d) Listas de Etiquetas - listas com a relação das etiquetas de cada equipamento.
- e) Desenhos e Diagramas Elétricos - Todos os dados referentes ao equipamento incluindo diagramas unifilares, multifilares, esquemáticos, de fiação interna e réguas terminais para conexões internas e externas.
- f) Manual de Controle e Garantia da Qualidade - O CONTRATADO deverá preparar e submeter à aprovação um Manual de Controle de Qualidade, que deverá cobrir todas as atividades que implicarão na qualidade final e desempenho do Fornecimento, conforme diretrizes da norma ISO 9001.

Este Manual consistirá basicamente de três partes:

- Plano de Inspeção durante a Fabricação;
- Plano de Inspeção durante a Montagem;
- Plano de Comissionamento.
- Cada uma das três partes conterá basicamente os itens abaixo, sem a isto se limitarem:
- Lista das etapas a serem controladas, fazendo referência aos Cronogramas de Fabricação, Montagem e Comissionamento;
- Lista das partes pertinentes das normas adotadas;
- Descrição de todos os métodos de controle para cada item citado na lista das etapas a serem controladas;
- Cópia de todos os protocolos a serem preenchidos. Tais protocolos serão específicos para este fornecimento.
- Lista de todos os instrumentos e aparelhos de medição necessários para cada etapa;

Programa de ensaio, detalhando a seqüência de atividades, interdependência entre elas e o tempo previsto para sua execução completa;

- Relatórios das inspeções executadas durante a fabricação, que serão incorporados ao Manual à medida que forem sendo emitidos. O CONTRATADO deverá emití-los até 15 (quinze) dias após a execução dos ensaios. Tais relatórios deverão incluir resultados dos ensaios, curvas, cálculos de verificação, fórmulas utilizadas na determinação dos resultados, fotos ilustrativas e análises objetivas, quando for o caso.

Manual de Montagem, Manutenção e Operação - O CONTRATADO deverá preparar e submeter à aprovação um Manual de Montagem, Manutenção e Operação contendo todas as informações necessárias para a montagem, manutenção e operação do Fornecimento no campo. Este documento será considerado como único e final, válido para a montagem, manutenção e operação do Fornecimento.

O Manual de Montagem, Manutenção e Operação deverá incluir, mas não se limitar aos seguintes itens:

- Listagem e descrição detalhada de todas as atividades de montagem;
- Conjunto completo de desenhos específicos para montagem na Obra;
- Todos os desenhos que forem mencionados no manual deverão ser anexados a ele;
- Todos os protocolos de controle de montagem na Obra;
- Lista de todas as normas aplicáveis;



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

---

- Instruções de armazenagem a serem observadas na Obra;
  - Todos e quaisquer requisitos a serem observados na Obra, que possam influir na futura qualidade de desempenho do equipamento.
  - Indicação da quantidade estimada de força de trabalho durante a montagem na Obra e o número de supervisores de montagem recomendado pelo CONTRATADO.
  - Frequência de inspeção dos diversos componentes do Fornecimento;
  - Critérios a serem observados em cada inspeção, indicando todos os pontos a serem medidos, com os valores aceitáveis. Protocolos de inspeção pertinentes devem ser anexados;
  - Detalhes e roteiro completo dos serviços de substituição dos componentes, incluindo esquemas e desenhos quando necessários;
  - Período recomendado para a manutenção programada dos diversos componentes do Fornecimento;
  - Cópias dos catálogos de todos os componentes fornecidos por Subfornecedores, incorporados ao Fornecimento;
  - Coletânea de dados, medidas e ensaios mais importantes obtidos durante a montagem, extraídos do conjunto de protocolos de montagem e ensaios, com respectiva referência;
  - Recomendações sobre tolerâncias de desgaste a fim de determinar épocas em que devem ser substituídos componentes, ou simplesmente sofrer manutenção;
  - Lista de normas pertinentes.
  - Descrição da filosofia de operação, modos de funcionamento e limites operativos;
  - Descrição sucinta do princípio de operação do equipamento principal e de todos seus sistemas periféricos e acessórios;
  - Instruções detalhadas de operação, descrevendo todas as etapas de funcionamento, cuidados e restrições operativas.
- g) Memórias de Cálculo - As memórias de cálculo deverão ser apresentadas em forma de Relatório Técnico, com no mínimo os seguintes itens:
- Objetivo;
  - Critérios;
  - Dados de Projeto;
  - Cálculos;
  - Origem de cada fórmula utilizada;
  - Conclusão;
  - Bibliografia;
  - Listagem dos softwares utilizados.

### 1.5 Cooperação do CONTRATADO com Terceiros

O CONTRATADO deverá cooperar durante o projeto, a fabricação e a montagem na Obra, com os CONTRATADOS de outros equipamentos e com a empresa projetista da Estação de Bombeamento para que o projeto e a montagem sejam concluídos a contento e no prazo previsto.





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

O CONTRATADO deverá cooperar no intercâmbio de todos os desenhos, dimensões, gabaritos e outras informações necessárias para garantir a completa coordenação do projeto, arranjo, fabricação e fornecimento de todas as conexões e equipamentos correlatos.

### 2 . NORMAS TÉCNICAS

O projeto, valores nominais, características técnicas, qualidade de fabricação, armazenagem, montagem e ensaios de todos os materiais e equipamentos, objeto do Fornecimento, deverão estar de acordo com as últimas edições das normas da:

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Onde as Normas da ABNT forem omissas ou inexistentes, serão aceitas as normas apropriadas e recentes da:

ANSI - American National Standards Institute;

DIN - Deutsche Institut für Normung;

EIA - Electronics Industries Association;

IEC - International Electrotechnical Commission;

NEMA - National Electrical Manufacturers Association;

VDE - Verband Deutscher Elektrotechniker;

Normas TELEBRÁS.

### 3 . REQUISITOS TÉCNICOS GERAIS

Esta seção especifica os requisitos técnicos gerais aplicáveis a todos os materiais e componentes do Fornecimento.

Requisitos adicionais, de natureza especial, são definidos nas seções subseqüentes destas Especificações Técnicas, as quais, em caso de conflito, prevalecem sobre esta seção.

#### 3.1 Condições Ambientais

A Estação de Bombeamento será construída em local, onde a altitude é inferior a 1.000 m em clima temperado. A temperatura média anual é de 24°C, sendo que as temperaturas mínima e máxima são 0°C e 40°C, respectivamente.

A umidade relativa do ar pode alcançar valores de até 90% durante certos períodos do ano. A velocidade máxima do vento é de 126 km/h a temperatura de 15°C.

A chuva não é bem distribuída durante o ano. A área de maior incidência pluviométrica registra uma média anual de 800mm.

Fontes de Tensão Auxiliar

As seguintes tensões serão utilizadas na Estação de Bombeamento e na Subestação:

- Distribuição: sistema trifásico em estrela solidamente aterrado, três fios, 6900 V, 60 Hz;
- Potência: sistema trifásico em estrela, neutro solidamente aterrado, três fios, 380 V, 60 Hz;
- Auxiliares: sistema trifásico em estrela, neutro aterrado, quatro fios, 380/220 V, 60 Hz;
- Controle, Sinalização e Emergência: sistema de corrente contínua, isolado, 125 V, faixa de variação da tensão de +10% a -15%;



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

---

- e) Equipamento do Sistema de Controle e Supervisão Digital (SCSD), níveis 2 e 3: sistema monofásico com neutro aterrado, dois fios, 220 V, faixa de variação da tensão de +2% a - 2%, 60 Hz;

O CONTRATADO deverá fornecer todos os dispositivos necessários para proteger e garantir o perfeito funcionamento dos equipamentos elétricos e eletrônicos contra interferências e surtos de tensão que possam ocorrer nas alimentações fornecidas pela CONTRATANTE.

Deverá ser levado em conta que, sob determinadas condições de serviço, durante curto espaço de tempo, tais como durante a partida de grandes motores, as tensões especificadas podem atingir valores inferiores aos indicados acima.

### 3.2 Compatibilidade Eletromagnética

A utilização de equipamentos eletrônicos para realização de funções de controle e proteção de equipamentos em processos de estações de bombeamento e subestações de extra-alta-tensão conduz à necessidade de elevados índices de confiabilidade para tais equipamentos, que não podem ser conseguidos unicamente pela utilização de técnicas de redundância visto que, em operação em ambientes caracterizados por altos níveis de interferências eletromagnéticas, estas interferências podem afetar simultaneamente os equipamentos redundantes.

Requer-se atenção especial do CONTRATADO no sentido de avaliar os requisitos contidos nestas Especificações Técnicas Gerais e determinar requisitos adicionais que considerar necessários à garantia da compatibilidade eletromagnética dos equipamentos, no que se refere principalmente a:

- a) Características de projeto e construtivas dos equipamentos (blindagem) quanto ao nível de suportabilidade aos efeitos das interferências eletromagnéticas.
- b) Tipo e características dos cabos de interligação à instrumentação de campo.
- c) Recursos físicos de caminhamento dos cabos, tanto para a fiação interna aos painéis, quanto para a de interligação com dispositivos no campo.
- d) Características de blindagem e aterramento dos equipamentos.

Adicionalmente, de forma a assegurar que os equipamentos operarão de forma satisfatória nas condições ambientais previstas para o local da instalação, os mesmos deverão ser submetidos a testes de interferência cujos resultados avaliarão a sua compatibilidade ao ambiente de operação.

Por outro lado, a presença, no campo, de condições ambientais mais favoráveis que as exigidas na norma, não será aceita como argumento para algum relaxamento nos níveis de severidade relativos à compatibilidade eletromagnética exigidos nestas Especificações Técnicas Gerais para os equipamentos

### 3.3 Aterramento e Blindagem

#### 3.3.1 Requisitos Gerais

Todos os painéis, quadros elétricos onde sejam previstos a instalação de equipamentos eletrônicos deverão ser construídos com técnicas de blindagem eletromagnética, mesmo operando com as portas abertas. As técnicas de aterramento sugeridas a seguir deverão ser cuidadosamente analisadas pelo CONTRATADO no sentido de empregá-las em sua totalidade ou melhoradas, de acordo com a sua experiência em implantação de sistemas eletrônicos. Todas as técnicas a serem empregadas no projeto de aterramento dos equipamentos deverão estar claramente descritas no documento de Descrição do Equipamento, bem como as recomendações para sistemas de aterramento não pertencentes ao fornecimento, mas diretamente relacionados com o mesmo.

#### 3.3.2 Blindagem dos Cabos



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

---

Deverá ser utilizada blindagem metálica nos cabos de sinais analógicos, de modo a reduzir os efeitos de interferências eletromagnéticas.

A continuidade da blindagem deverá ser mantida ao longo de todo o percurso do cabo, inclusive na passagem pelas caixas de passagem ou de junção.

Os cabos com blindagem simples (blindagem total) devem ser aterrados em um único ponto, sendo este ponto o mesmo do aterramento do sinal.

Os cabos com blindagem dupla (blindagem par a par e blindagem total) deverão ser aterrados conforme indicado a seguir:

- a) As blindagens internas deverão ser aterradas em um único ponto, sendo este ponto o correspondente ao aterramento do sinal correspondente;
- b) A blindagem externa deverá ser aterrada em ambos os terminais do cabo.

### 3.3.3 Blindagem de Módulos

Os módulos eletrônicos sensíveis a interferências eletromagnéticas deverão ser blindados individualmente mediante planos de terra nos circuitos impressos e coberturas laminares metálicas de forma a torná-los compatíveis com os níveis dos campos a que estarão submetidos.

Também os módulos e componentes geradores de campos eletromagnéticos, tais como osciladores, transformadores, bobinas, capacitores e fontes de alimentação deverão ser adequadamente blindados, com a finalidade de reduzir os níveis de emissão.

Todas as placas eletrônicas deverão possuir filtragem local protetora contra a propagação de ruídos pelas linhas de alimentação devido a variações abruptas de consumos de energia e presença de cargas reativas. Os filtros deverão ser passivos, implementados por meio de indutâncias em série e capacitores derivação e não deverão introduzir resistências nas linhas de alimentação que comprometam a estabilidade das tensões de alimentação.

Os componentes amplificadores de sinal de baixa-tensão deverão possuir encapsulamento metálico e deverão ser sempre baseados em amplificadores operacionais balanceados. As rotas das pistas nos circuitos impressos e cablagem deverão ser curtas e simétricas de forma a minimizar as interferências em modo comum.

### 3.3.4 Quadros

Todas as partes metálicas que compõem os equipamentos (perfis de sustentação, chapas de instalação, portas, laterais etc.) não sujeitas a potencial deverão ser arranjadas de forma a proporcionar um caminho elétrico eficaz a terra.

Todas as carcaças metálicas dos equipamentos deverão ser adequadamente aterradas, de forma a eliminar a possibilidade de choque elétrico ao pessoal de manutenção.

Os vários subsistemas de terra internos ao equipamento deverão ser isolados entre si e ligados à barra de terra.

Os quadros deverão possuir na sua parte inferior interna uma barra de cobre, com seção mínima de 70 mm<sup>2</sup>, ou igual a das barras das fases, para conexão da fiação de aterramento e da blindagem dos cabos de controle. Esta barra deverá ser dotada de dois conectores para cabos de cobre nu com seção de 16 a 70 mm<sup>2</sup> do sistema de aterramento da estação de bombeamento.

## 3.4 Equipamentos Eletrônicos – Condições Ambientais

### 3.4.1 Classificação Quanto aos Ambientes de Instalação e Uso



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

Os equipamentos eletrônicos deverão ser projetados levando em consideração as condições ambientais dos respectivos locais de instalação e uso. Para este fim, deverão ser classificados segundo os critérios abaixo.

### a) Equipamentos para Instalação Abrigada em Ambientes Ventilados

Compreendem os ambientes abrigados com ventilação natural ou forçada, que mantêm as condições ambientais de temperatura e umidade dentro de uma faixa pré-estabelecida. Este é o caso da Estação de Bombeamento e da Subestação.

Considerar para a Estação de Bombeamento a classe B<sub>3</sub> (faixa de temperatura de 5 a 40 °C, gradiente máximo de variação 10 °C/h e umidade relativa na faixa de 5 a 95%), conforme a norma IEC 870-2-1. Para a Subestação considerar a classe B<sub>n</sub> (faixa de temperatura de 0 a 40 °C; mesmo gradiente de variação de temperatura e mesma faixa de umidade da classe B<sub>3</sub>).

### b) Equipamentos para Instalação Abrigada em Ambientes Confinados

Esses ambientes são caracterizados por elevados valores de umidade e, quando existe, ventilação natural.

Para tais ambientes considerar a classe C<sub>n</sub> (temperatura de - 5 a 40 °C, gradiente máximo de variação de 10 °C/h e umidade relativa na faixa de 5 a 100%), conforme a norma IEC 870-2-1.

### c) Equipamento para Instalação ao Tempo

Nesta categoria se enquadram os equipamentos sujeitos às condições atmosféricas externas. Tais equipamentos deverão se adequar à classe D<sub>n</sub> (faixa de temperatura de - 5 a 50 °C, taxa máxima de variação de 20 °C/h e umidade relativa de 5 a 100%), conforme a norma IEC 870-2-1. O grau de proteção provido pelo invólucro destes equipamentos deverá ser IP-65, conforme a norma NBR-6146.

### d) Altitude do Local de Instalação

Considerar, neste aspecto, a classe BB1 (pressão barométrica na faixa de 86 a 108 kPa), conforme a norma IEC 870-2-1.

### e) Suportabilidade a Vibrações

No que se refere à suportabilidade aos esforços vibracionais, destacam-se os blocos estruturais da estação de bombeamento, da tomada d'água, e os locais próximos às bombas, onde se esperam razoáveis índices de vibração em baixa frequência.

Para este ambiente, as seguintes classes deverão ser atendidas, conforme a norma IEC 870-2-1:

ASPECTO	CLASSE
Vibrações em Baixa Frequência	VL3
Vibrações em Alta Frequência	VH1
Severidade Vibracional	VS2
Classe de Tempo	VT1

### f) Suportabilidade a Choques Mecânicos

Choques mecânicos têm possibilidade maior de ocorrer durante o transporte, em situações de operação e manutenção em bancada e em equipamentos sujeitos a manuseio e/ou previstos para aplicações portáteis. Requer-se para os equipamentos em questão e respectivas embalagens a adequabilidade às classes previstas no item 4.3 da norma IEC 870-2-1.



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

### 3.4.2 Classificação Quanto à Influência da Fonte de Alimentação

Os equipamentos digitais deverão ser enquadrados nas seguintes classes, conforme a norma IEC 870-2-1.

a.

TOLERÂNCIAS	CLASSES	
	FONTA AC	FONTA DC
Em Relação ao Valor da Tensão	AC3	DC3
Em Relação ao Valor da Frequência	F3	-
Em Relação à Presença de Harmônicos	H4	-
Em Relação à Tensão de Ripple	-	VR3
Em Relação à Interrupção de Fonte	VI3	VI3

### 3.4.3 Classificação Quanto à Suportabilidade a Fenômenos Eletromagnéticos

#### a) Suportabilidade à Tensão de Frequência Nominal

Quanto ao nível de suportabilidade dos equipamentos a sobretensões de modo comum à frequência industrial, os equipamentos deverão atender a norma IEC 870-2-1. Os módulos eletrônicos com tensão nominal de isolamento de 60 V ou menos deverão atender a mesma norma.

#### b) Suportabilidade à Tensão de Impulso

Quanto ao nível de suportabilidade dos equipamentos a sobretensões elevadas de curta duração, os equipamentos deverão atender a norma IEC 870-2-1.

#### c) Suportabilidade a Transitórios Rápidos Repetitivos

Quanto ao nível de suportabilidade dos equipamentos quando submetidos a transitórios de tensão rápidos repetitivos (como os originados por interrupção de cargas indutivas e repique de contatos de relés), os equipamentos deverão atender a norma IEC 1000-4-4.

#### d) Suportabilidade a Ondas Oscilatórias

Quanto ao nível de suportabilidade dos equipamentos quando submetidos a ondas oscilatórias amortecidas (como as induzidas por descargas atmosféricas, ou resultantes de chaveamentos com reacendimento de arcos em média e alta tensão), os equipamentos instalados na Sala de Controle Central deverão atender a norma IEC 1000-4-12.

#### e) Suportabilidade a Descargas Eletrostáticas

Quanto ao nível de susceptibilidade dos equipamentos às descargas eletrostáticas provocadas pelo contato de operadores, os equipamentos deverão atender a norma IEC 1000-4-2.

#### f) Suportabilidade à Radiação Eletromagnética

Determina o desempenho dos equipamentos quando submetidos à influência de campos eletromagnéticos irradiados por emissores de comunicações. Os equipamentos deverão atender a norma IEC 1000-4-3.

#### g) Suportabilidade a Campos Magnéticos

Quanto à capacidade de suportar os efeitos dos campos magnéticos, os equipamentos instalados na Sala de Controle Central deverão atender a norma IEC 1000-4-8.



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

### h) Suportabilidade a Campos Elétricos

Quanto à capacidade de suportar os efeitos dos campos elétricos, os equipamentos deverão ser capazes de operar em ambientes onde os níveis dos campos elétricos poderão atingir até 5 kV/m.

### 3.5 Requisitos Gerais da Baterias

#### 3.5.1 Geral

As baterias abrangidas por estas Especificações Técnicas deverão ser adequadas para operar nas condições ambientais especificadas e deverão ser apropriadas para uso em recinto fechado e ventilado, mas sem condicionamento do ar.

As baterias tensão de 125 V se destinam à utilização como fonte de corrente contínua, para o sistemas de controle, supervisão e proteção e para o sistema de força e iluminação de emergência da Estação de Bombeamento.

#### 3.5.2 Características Construtivas

As baterias deverão ser do tipo chumbo-ácida, construídas com materiais que assegurem um desempenho elétrico, químico e mecânico dentro dos critérios e das condições especificadas.

Os pólos deverão se apresentar sem falha de fundição ou rebarbas, montados correta e uniformemente, com proteção anticorrosiva e sem vazamento de eletrólito.

A identificação dos pólos deverá ser gravada em cada pólo ou ao lado dos mesmos, na tampa superior dos recipientes. O CONTRATADO deverá adotar uma das seguintes convenções para identificação:

- a) pólo positivo: P, POS, + , VERMELHO (se utilizado cor);
- b) pólo negativo: N, NEG, - , AZUL (se utilizado cor).

Os pólos deverão ser completos, providos de parafusos e conectores, adequados para interligação de elementos ou para ligação ao circuito externo por meio de terminais do tipo sem solda. Os terminais e as interligações entre elementos deverão ser isoladas.

Os conectores de interligação e os terminais deverão ser construídos e colocados de modo a assegurar bom contato, baixa resistência, fácil montagem e deverão ser devidamente protegidos contra corrosão e oxidação.

Os recipientes deverão ser construídos com material transparente, com identificação de nível máximo, mínimo e intermediários do eletrólito, sem falha de fundição, rebarbas, trincas e com uniformidade de cor.

As tampas deverão ser coladas de forma uniforme e contínua ao recipiente, propiciando perfeita vedação quanto ao eletrólito e com encaixe perfeito das válvulas e pólos.

As placas deverão se apresentar sem deformações e falhas de solda, com dimensões uniformes e com superfícies perfeitamente regulares.

As placas positivas deverão ser do tipo tubular e estarem isentas de trincas ou indícios de vazamento do material ativo, com as extremidades perfeitamente vedadas.

Os separadores deverão estar isentos de falhas, quebras, trincas, deformações e má colocação.

#### 3.5.3 Características Técnicas Operacionais das Baterias em 125 V

As características técnicas destas baterias são as listadas a seguir:

- a) Número de elementos por bateria 60
- b) Tensão nominal 125 V

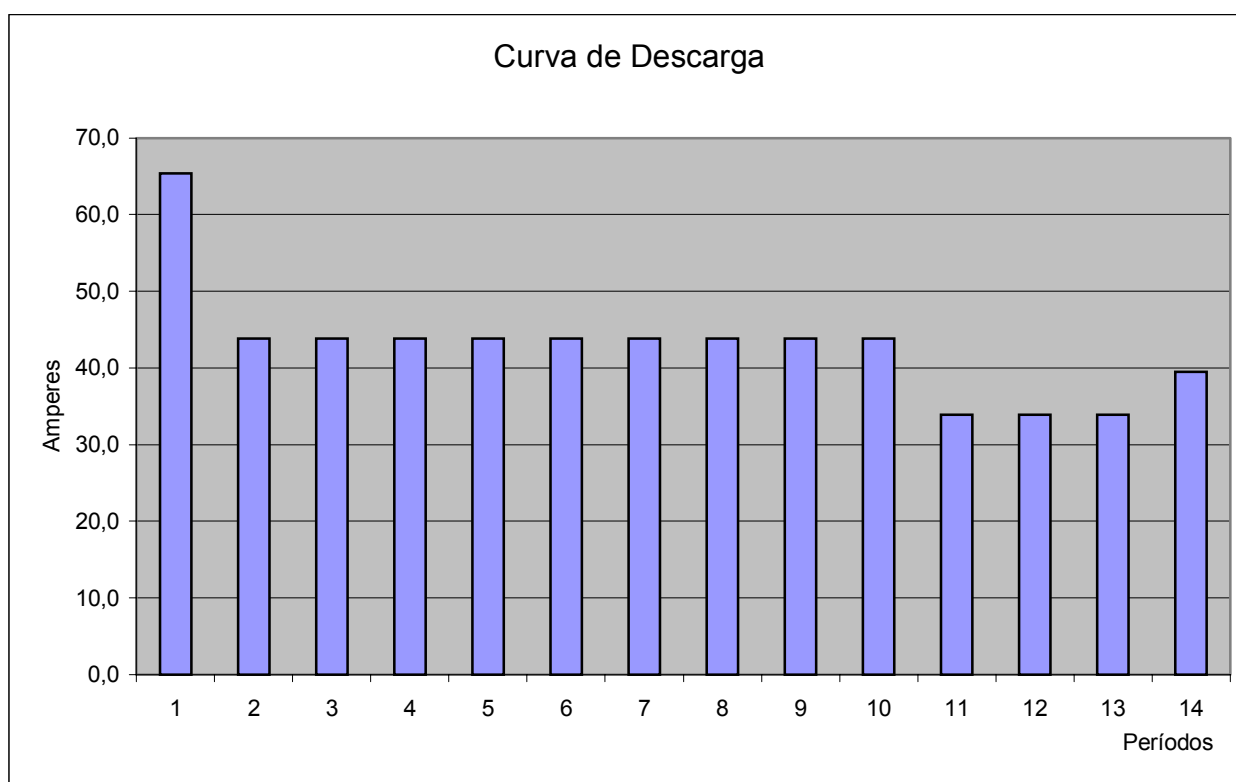


## Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

- c) Tensão mínima de operação 105 V
- d) Tensão máxima de operação 135 V
- e) Em condições normais, as baterias serão ligadas em paralelo com os carregadores descritos nestas Especificações Técnicas e, em caso de emergência, deverão atender ao "CICLO DE DESCARGA" a ser fornecido no Projeto Executivo.

A forma do ciclo de descarga será semelhante ao indicado abaixo.

CICLO DE DESCARGA - BATERIAS de 125 V



### 3.5.4 Estantes

As estantes deverão ser projetadas de modo a permitir acesso a todos os elementos para verificação de nível do eletrólito, verificação visual de sedimento no fundo dos recipientes e das condições das placas em ambos os lados do elemento, reposição de água e outras facilidades para inspeções, testes e manutenção. Deverão ser construídas em dois níveis e apresentar espaçamento entre elementos adjacentes maior ou igual a 10 mm.

O nível superior da estante deverá permitir a retirada dos elementos, sem que o fundo destes entre em contato com as interligações dos elementos instalados no nível inferior.

Os isoladores piso-estante, fabricados de porcelana, vidro ou outro material sujeito à aprovação da CONTRATANTE, deverão assegurar bom isolamento em relação à terra ou massa.

As partes metálicas utilizadas nas estantes deverão sofrer tratamento para resistir à ação corrosiva do eletrólito.

### 3.5.5 Identificação

A bateria deverá apresentar as identificações abaixo descritas, gravadas de forma indelével e visível:





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

---

a) Placa de Identificação da Bateria

- fabricante;
- tipo;
- nº série ou referência do fabricante;
- tensão nominal (V);
- capacidade nominal (Ah);
- mês e ano de fabricação;
- datas de início e fim da garantia;
- densidade do eletrólito a 25 °C;
- liga das grades;
- tensão de flutuação e de equalização por elemento.

b) Placa de Identificação do Elemento

- fabricante;
- tipo;
- capacidade nominal (Ah).

### 3.5.6 Certificado de Garantia

O CONTRATADO deverá apresentar o Certificado de Garantia das Baterias, em atendimento a estas Especificações Técnicas, devidamente preenchido, conforme modelo a seguir:

### **CERTIFICADO DE GARANTIA ( MODELO )**

a) **Informações Gerais**

1. Empresa contratante
2. Nº de ordem de compra da CONTRATANTE
3. Tipo do elemento da bateria
4. Número de elementos
5. Número de série dos elementos
6. Capacidade nominal da bateria (Ah/h)  
– até a tensão final por elemento (V)
7. Número da nota fiscal
8. Data da nota fiscal
9. Número do Recibo de Entrega na Obra
10. Data de início da garantia





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

### 11. Data de término da garantia

#### b) Prazo de Garantia

A bateria acima caracterizada fica garantida pelo prazo de dez (10) anos, sendo a contagem desse período iniciada a partir da data de aceitação na Obra.

#### c) Garantia Total

A garantia será total quanto a defeitos de fabricação ou perda de capacidade superior a cinco por cento (5%) da capacidade nominal, obedecidos os prazos e condições indicadas a seguir:

1. Pelo prazo de vinte e quatro (24) meses a partir da data de aceitação na Obra ou trinta (30) meses a partir da data de emissão do Recibo de Entrega na Obra, prevalecendo o prazo que expirar primeiro.
2. Vencido o prazo indicado no subitem 1 a garantia continuará a ser total quanto a defeitos sistemáticos (vide definição de defeito sistemático adiante) de fabricação ou montagem das seguintes peças: vasos, tampas, pólos, buchas e separadores.

No caso específico dos separadores, não se aplicará o disposto nesse sub-item, quando as anormalidades neles observadas forem decorrentes do desgaste/degradação natural e, portanto, não provenientes de defeitos de fabricação.

Na aplicação da Garantia Total, correrão inteiramente por conta do fabricante e serão de sua exclusiva responsabilidade quaisquer reparos, reformas ou substituições de elementos defeituosos, incluindo os gastos e/ou despesas referentes a: às partes, peças, materiais e elementos a serem substituídos; aos serviços de reparo, reforma ou substituição de elementos defeituosos; à embalagem; ao transporte; ao deslocamento e estada de sua equipe técnica; e à mão-de-obra de instalação.

#### d) Garantia Proporcional

A garantia passará a ser proporcional (Pró-Rata) para todas as partes, peças e materiais, inclusive as peças citadas no sub-item C.2. (desde que não sejam caracterizados defeitos sistemáticos), obedecidos os prazos e condições indicadas a seguir:

1. A contagem do período de Garantia Proporcional será iniciada após o vencimento do prazo indicado no sub-item C.1
2. Na aplicação da Garantia Proporcional, os elementos serão substituídos, reparados ou reformados, a critério do fabricante e com base em parecer técnico e orçamento previamente elaborados por ele e aceitos por ambas as partes, caso apresentem defeito de fabricação ou capacidade inferior a:
  - a. Noventa por cento (90%) da capacidade nominal, nos primeiros quatro (4) anos de Garantia Proporcional.
  - b. Oitenta por cento (80%) da capacidade nominal, nos anos seguintes aos primeiros quatro (4) anos de Garantia Proporcional e que restarem para o vencimento do Prazo de Garantia indicado no item B.

O preço máximo que poderá ser cobrado por um elemento/monobloco novo, ou pela reforma/reparo do elemento/monobloco defeituoso, será de:

$$P = \frac{0,9 \times t \times c}{12 \times p \times n}, \text{ onde:}$$



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

---

P  $\Rightarrow$  preço máximo;

t  $\Rightarrow$  tempo de uso da bateria, em meses, contados a partir da data de início da garantia (vide sub-item C.1)até:

- a data de formalização da reclamação, quando os serviços de reforma/reparo forem executados em campo;
- a data de recebimento do elemento/monobloco em fábrica, quando os serviços de reforma/reparo forem executados em fábrica.

p  $\Rightarrow$  prazo de garantia, em anos.

n  $\Rightarrow$  número de elementos contidos no mesmo vaso.

c  $\Rightarrow$  preço de tabela do elemento/monobloco novo, em vigor na data definida para "t".

No caso de substituição ou recondicionamento total de um ou mais elementos defeituosos, haverá um novo período de Garantia Total, nos termos do item C, exceto quanto à capacidade garantida, que será igual à dos demais elementos da bateria, mantido o prazo de garantia original da bateria indicado no item B.

No caso de substituição de todos os elementos da bateria, será emitido um novo Certificado de Garantia.

No caso de comprovação de defeito sistemático (vide definição de defeito sistemático adiante), a parte, peça ou material responsável pelo mesmo será substituída em todos os elementos da bateria, a critério da CONTRATANTE.

Na aplicação da Garantia Pró-Rata, correrão inteiramente por conta da CONTRATANTE os gastos e/ou despesas referentes à embalagem, transporte, deslocamento e estada das equipes técnicas e mão-de-obra de desmontagem e reinstalação.

### e) **Serviços de Reparo / Laudo Técnico / Defeito Sistemático**

Os critérios apresentados a seguir se aplicam durante todo o Prazo de Garantia indicado no item B:

Os serviços de reparo ou reforma de elementos defeituosos serão executados em fábrica ou na Obra, a critério do fabricante.

- f) A CONTRATANTE receberá, em um prazo máximo de 60 (sessenta) dias a contar da data de formalização de sua reclamação, pronunciamento formal do fabricante indicando se os serviços de reforma/reparo serão executados em fábrica ou em campo.

Todos os serviços de reparo, reforma ou substituição de elementos defeituosos serão executados pelo fabricante ou pessoas/empresas expressamente autorizadas por ele.

O fabricante executará os serviços de reforma/reparo em um prazo máximo de noventa (90) dias, contados a partir:

1. Da data do pronunciamento citado no sub-item 5.1.1., quando os serviços forem executados em campo.
2. Da data de recebimento do elemento/monobloco defeituoso em fábrica, quando os serviços forem executados em fábrica.

Todas as partes, peças, materiais e elementos substituídos passarão a ser de propriedade do fabricante.



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

A CONTRATANTE receberá, em um prazo máximo de trinta (30) dias a contar da data de correção dos defeitos, laudo técnico fornecido pelo fabricante, contendo uma descrição objetiva dos defeitos encontrados, das causas e das soluções adotadas.

Entende-se por defeito sistemático aquele que ocorrer repetidamente em um número de elementos (para baterias com qualquer quantidade de elementos) maior ou igual a "C", sendo C definido conforme a seguir:

$C = (0,15 \times n) + 2$ , onde "n" corresponde ao número de elementos da bateria.

### g) Reivindicação dos termos da Garantia

A reivindicação dos termos deste Certificado de Garantia pela CONTRATANTE está condicionado ao uso adequado da bateria, o que implica o atendimento às seguintes condições:

1. Regime nominal de trabalho em flutuação a 25 °C, a saber:
  - Densidade nominal do eletrólito (g/dm<sup>3</sup>)
  - Tensão superior fornecida à bateria (Vcc)
  - Tensão inferior fornecida à bateria (Vcc)
  - Tensão crítica (Vcc)
  - Valor nominal para ajuste da tensão (Vcc)
2. Temperatura média anual máxima da bateria (°C)
3. Temperatura máxima do eletrólito em, no máximo, trinta (30) dias não consecutivos por ano (°C)
4. Temperatura máxima do eletrólito durante o processo de carga da bateria:, por um período não superior a 24 horas (°C)

Atendimento rigoroso às instruções contidas no manual técnico fornecido pelo fabricante, com relação ao armazenamento, colocação em uso, instalação, utilização adequada e manutenção da bateria.

Manutenção, pela CONTRATANTE, de registros históricos atualizados, contendo anotações periódicas sobre:

1. Tensão de flutuação por elemento.
2. Tensão total da bateria.
3. Nível e densidade do eletrólito, por elemento.
4. Temperatura do eletrólito do elemento piloto.
5. Frequência e quantidade da adição de água.
6. Duração, motivo e frequência de cargas de equalização assistidas.
7. Duração e frequência de descargas profundas, conforme definição do manual técnico da bateria.
8. Todas as anormalidades verificadas, tão logo sejam observadas por ocasião da manutenção de bateria.



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

Facilidade de acesso de técnicos credenciados pelo fabricante para verificar as condições de uso e manutenção da bateria, devendo-se-lhes fornecer, sempre que solicitado, cópias dos registros históricos citados acima.

Instalação da bateria em local onde não ocorra variação da temperatura igual ou superior a 3 °C entre seus elementos.

### h) Responsável pela Emissão deste Certificado de Garantia

1. Nome
2. Assinatura
3. Data

### 3.6 Requisitos Gerais dos Carregadores de Baterias de 125 Vcc

#### 3.6.1 Tipo

Os carregadores de 125 V deverão ser do tipo estático, para serviço contínuo, com coluna retificadora tipo ponte, de onda completa, regulação automática de tensão, limitação de corrente e refrigeração natural.

#### 3.6.2 Características Construtivas

Os carregadores deverão ser montados em painéis que atendam ao especificado nestas Especificações Técnicas.

Os painéis deverão ser providos de facilidades para acesso e leitura aos medidores, sinalizadores e dispositivos de comando e aos componentes instalados na parte interna. Para facilidade de manutenção deverão ter acesso também pela parte traseira.

Os elementos de proteção dos circuitos auxiliares deverão ser alojados em local adequado, a fim de possibilitar manutenção.

#### 3.6.3 Características Elétricas

Cada carregador operará em paralelo com a bateria mostrada nos desenhos de referência e o circuito consumidor. Os carregadores deverão ser providos de chave seletora para as seguintes condições de operação:

Regime de flutuação com tensão constante e corrente limitada.

Carga de equalização com tensão constante e corrente limitada.

Carga de equalização com tensão variável e corrente limitada.

A capacidade mínima deverá ser de 10 kVA, o método de cálculo para verificação da capacidade deve ser o de corrente.

A corrente nominal dos carregadores (obedecendo-se a capacidade mínima) deverá ser obtida pela fórmula a seguir:

$$I_C = I_P + 1,10 \times \left( \frac{C_{BT}}{T_C} \right), \text{ onde:}$$

IC - corrente nominal do carregador (A)

IP - corrente permanente de drenagem, do ciclo de descarga da bateria (A)

CBT - capacidade da bateria (Ah)

TC - tempo de recarga da bateria, considerar 10 horas.



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

---

O carregador deverá dispor dos seguintes comandos que permitam atender as condições operacionais do sistema:

Liga-desliga;

Carga de flutuação;

Carga de equalização;

Teste de sinalização;

Reposição de sinalização;

Disjuntor de entrada CA;

Disjuntor de saída CC.

Os carregadores operarão em paralelo com a bateria e o circuito consumidor.

A carga de equalização será efetuada com a bateria conectada do consumidor. Deverá ser previsto um circuito com diodos de queda para a condição de carga de equalização com o consumidor ligado à bateria e/ou carregador.

### 3.6.4 Alimentação

Todos os carregadores serão alimentados a partir do sistema de distribuição de corrente alternada da Estação de Bombeamento em 380 V, trifásico, o qual tem as características especificadas no item 3.2 destas Especificações Técnicas.

### 3.6.5 Saída

As características da saída são as especificadas a seguir:

Tensão de flutuação: 132 V, ajustável de 100 a 143 V;

Tensão equalização: 144 V, ajustável de 131 a 152 V;

Regulação estática da tensão: igual ou menor que 1% para as máximas variações da tensão de entrada CA e da corrente de saída (5 a 100% do valor nominal), considerando as condições mais desfavoráveis, incluindo temperatura e umidade.

Regulação dinâmica da tensão: igual ou menor que 2% de desvio do valor da tensão de saída, em 150 ms, considerando degrau (crescente ou decrescente) de 50% da corrente nominal entre 50 e 100% da corrente nominal; considerando o carregador com carga resistiva.

Limitação de corrente do carregador: ajustável de 10 a 110% da corrente nominal;

Regulação estática da limitação de corrente: igual ou menor que 2% do valor nominal para variações de 10 a 100% da corrente nominal do carregador;

Regulação dinâmica da limitação de corrente: igual ou menor que 2% de desvio do valor da corrente de saída, em 300 ms, considerando um degrau de 25% na tensão de saída.

Tensão de ondulação (*ripple*): menor que 1%, em valores RMS, da tensão de saída, considerando 100% da corrente nominal em toda a faixa de ajuste da tensão de saída, variações de até 10% da tensão nominal de entrada e um desequilíbrio entre as fases inferior a 5% (consideradas estas duas condições no pior caso); ligado a uma bateria plenamente carregada com capacidade igual ou maior a quatro vezes a corrente nominal do carregador.

### 3.6.6 Transformadores

Os transformadores dos carregadores deverão ter isolamento seco, classe F, ventilação natural por circulação de ar (ANAN); no que tange ao isolamento deverão atender a norma IEC-726. A distorção harmônica máxima deverá ser de 1%, em condições normais de operação.



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

---

Os transformadores deverão ser providos de blindagem eletrostática entre o enrolamento primário e secundário, com terminal acessível, que deverá ser ligado diretamente à barra de terra do painel.

### 3.6.7 Distorção Harmônica

A distorção harmônica total deverá ser de no máximo 5%. As distorções harmônicas nos alimentadores, produzidas pelos carregadores, deverão atender a norma IEC-555, bem como as recomendações da recomendação do IEEE 519.

### 3.6.8 Compatibilidade e Interferência Eletromagnética

O CONTRATADO deverá assegurar que no projeto de todos os componentes dos carregadores sejam previstas proteções contra interferências eletromagnéticas conduzidas ou induzidas, instalando blindagens e barreiras apropriadas, tanto em circuitos de força como de controle.

Deverão ser observados todos os requisitos destas Especificações Técnicas.

### 3.6.9 Proteção

Os carregadores deverão ser providos de dispositivos de proteção contra surtos de tensão do lado de corrente alternada ou contínua (supressores de tensões transitórias). Na entrada deverão ser previstos varistores ou transzors com capacidade mínima de absorção de 1500 W por 1 milissegundo, sendo um para cada fase, com conexão fase-terra. Na saída deverão ser previstos varistores em conexão positivo-terra e negativo-terra.

Os carregadores deverão ser providos de disjuntores do tipo termomagnético em caixa moldada, com correntes nominais adequadas, e capacidade de interrupção de 20 kA em 380 V ca e 10 kA em 125 V cc com capacidade compatível com a máxima corrente

de curto-circuito na saída do carregador, para proteção contra curto-circuitos e sobrecarga que ocorram tanto no lado de corrente alternada como no lado de corrente contínua do carregador.

A entrada em corrente alternada do carregador deverá ser provida de um contator magnético manobrável por meio de botões "LIGA-DESLIGA". A sobretensão no sistema consumidor detectada pelo sensor descrito adiante deverá desligar o carregador através deste contator magnético.

Deverá ser prevista proteção contra descarga da bateria no carregador em caso da falta de corrente alternada.

Deverão ser providos, no mínimo, os dispositivos de proteção para as seguintes anomalias:

Falha ca (falta de ca e falta de fases) "27 A"

Fuga para terra do positivo (sensibilidade mínima de 10 k $\Omega$ ) "64 P"

Fuga para terra do negativo (sensibilidade mínima de 10 k $\Omega$ ) "64 N"

Sobretensão no sistema consumidor "59 C"

Subtensão no sistema consumidor "27 C"

### 3.6.10 Sinalização

Deverá ser prevista sinalização para as condições abaixo, não se limitando porém, a estas:

Falta CA

Falta de fase

Fuga a terra no positivo

Fuga a terra no negativo

Sobretensão no retificador



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

---

Subtensão no retificador

Sobretensão no sistema consumidor

Subtensão no sistema consumidor

Falha no limitador de corrente

Carregador em operação

Bateria em regime de flutuação

Bateria em carga de equalização

Os alarmes sonoros deverão ser produzidos com buzina que deverá poder ser retirada de serviço através de uma chave seletora liga/desliga.

Para a indicação de condição anormal os defeitos deverão ser agrupados e fornecidos dois contatos secos ligados a bornes:

Um para utilização no Sistema Digital de Supervisão e Controle da Estação de Bombeamento;

Outro para utilização nos quadros convencionais de controle.

### 3.6.11 Sensores

Todos os sensores deverão ser construídos de tal forma que apresentem uma histerese em seus pontos de atuação (o ponto definido para sua operação deverá ser diferente em uma pequena margem, máxima 2%, do ponto definido para a sua desoperação).

Deve ser possível o ajuste, entre -15% e +15%, do valor nominal de operação dos sensores.

#### a) Tensão CA Baixa e Desequilíbrio Entre Fases

Este sensor deverá monitorar a entrada de tensão CA e operar, após uma temporização, nos casos de subtensão e desequilíbrio entre fases. A atuação deste sensor deverá tirar de operação o carregador enquanto permanecer a falha e fornecer comando para sinalização local, remota e relé de alarme. Tanto os valores de tensão dos sensores como a sua temporização deverão ser ajustáveis.

– Valor nominal de operação 315 V

#### b) Tensão do Retificador Baixa

Sensor que deve monitorar a tensão na saída do retificador e atuar em um valor pré-ajustado fornecendo comando para sinalização local e remota.

– Valor nominal de operação 125 V

#### c) Tensão do Consumidor Baixa

Sensor que deve monitorar a tensão na saída para o consumidor e atuar em um valor pré-ajustado fornecendo comando para sinalização local e remota.

– Valor nominal de operação 120 V

#### d) Tensão do Consumidor Alta

Sensor que deve monitorar a tensão na saída para o consumidor e atuar em um valor pré-ajustado fornecendo comando para retirar de operação o retificador bem como para sinalização local e remota.

– Valor nominal de operação 137 V

#### e) Fuga à Terra





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

---

Sensor que deve detectar a corrente de fuga a terra e ser ajustável. Deve fornecer comando para sinalização local e remota de modo individualizado (positivo à terra e negativo à terra).

– Corrente nominal de operação 10 mA

### 3.6.12 Medição

Os carregadores deverão ser providos de medição na sua saída, com os seguintes medidores:

Voltímetro, com escala adequada a tensão nominal do carregador.

Amperímetro, com escala adequada a corrente nominal do carregador.

### 3.6.13 Dimensionamento

Cada componente deverá apresentar suficiente folga de dimensionamento, para aumento de sua confiabilidade, dentro dos seguintes critérios de limitação que são aplicáveis às condições mais severas de funcionamento especificadas, a não ser que haja indicação expressa de condições de trabalho menos rigorosas:

Semicondutores:

80% da temperatura máxima permitida para a junção;

50% da tensão máxima, contínua e de pico, permitidas pelo fabricante, no caso de incidência prolongada; ou 80% deste valor nas condições correspondentes ao final da carga normal das baterias do respectivo sistema de corrente contínua a que pertencer o componente;

80% das correntes máximas, contínua e de pico especificadas pelo fabricante.

Capacitores:

80% do valor máximo da tensão especificada pelo fabricante;

Os capacitores eletrolíticos deverão trabalhar, preferencialmente, com tensão mínima de 60% do valor de sua tensão máxima especificada e no máximo 5 °C acima da temperatura ambiente, na cápsula.

Resistores e potenciômetros:

No máximo um terço (1/3) da potência nominal especificada pelo fabricante.

Demais componentes elétricos:

Todos os componentes deverão ser dimensionados conforme as suas condições específicas e para operar continuamente a 45 °C de temperatura ambiente. As inconveniências ou restrições de um determinado componente deverão ser consideradas em sua aplicação. Como folga mínima, deverá ser utilizado, no máximo, 80% da potência ou capacidade máxima dos componentes, incluindo contatos elétricos, especificadas pelo fabricante.

### 3.6.14 Dispositivos de Ajuste

Os dispositivos principais de ajuste (potenciômetros de precisão, teclado, etc) deverão ser instalados na parte interna, em locais de fácil acesso e visão.

No caso de potenciômetros os circuitos com ajustes deverão ter características tais, que um mau contato nos cursores destes não implique em efeitos prejudiciais às respectivas unidades do sistema de corrente contínua e ao consumidor.

No caso dos circuitos de limitação de corrente deverão ser previstos cuidados para que o deslocamento do cursor do potenciômetro para os seus extremos não implique na perda de controle do circuito.

O giro do elemento de ajuste no sentido horário deverá implicar no aumento do valor de atuação do dispositivo que ele permite ajustar.





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

---

Os potenciômetros deverão ser do tipo multivoltas e resistentes ao pó.

### 3.6.15 Bornes para Medição

O carregador deverá possuir bornes para medição da tensão de entrada, tensão de saída, tensão do consumidor e terra.

Estes bornes deverão ser de um tipo adequado a conectores do tipo pino banana, e estar localizados na parte interna do painel em lugar de fácil acesso.

### 3.6.16 Identificação

O carregador deverá ser fornecido com placa de identificação, com as seguintes informações gravadas de forma indelével e visível:

Sigla do equipamento;

Nome do fabricante;

Número de série;

Mês e ano de fabricação;

Tipo ou modelo;

Tensão nominal CA e tolerância;

Fator de potência;

Potência máxima CA;

Tensão nominal CC;

Corrente máxima CC;

Número da ordem de compra da CONTRATANTE.

## 3.7 Inspeção e Fiscalização na Fábrica

Deverá ser enviado para aprovação da CONTRATANTE, um Plano de Inspeções e Ensaios de Cliente para os materiais e componentes do Fornecimento.

O CONTRATADO deverá informar a CONTRATANTE, com antecedência mínima de quinze (15) dias, as datas em que o equipamento estará pronto para inspeção.

A menos que a CONTRATANTE, por escrito, especificamente renuncie à inspeção e ensaios, nenhum material ou equipamento deverá ser embarcado na fábrica do CONTRATADO antes de terem sido feitos todos os ensaios e inspeções necessárias, e aceitos pela CONTRATANTE os correspondentes relatórios autenticados.

O CONTRATADO arcará com quaisquer custos adicionais de inspeção decorrentes da impossibilidade de realização das inspeções nas datas fixadas.

A embalagem completa para transporte, a preparação para embarque e a colocação no veículo transportador do Fornecimento ou de qualquer de suas partes estarão sujeitas à inspeção e aprovação da CONTRATANTE.

A CONTRATANTE terá o direito de rejeitar materiais, qualidade de fabricação e métodos considerados defeituosos, propostos ou usados pelo CONTRATADO na preparação e conclusão da embalagem para transporte, e de exigir sua correção.

A CONTRATANTE, através de seu Inspetor, liberará para embarque os equipamentos considerados aceitos.

Romaneios separados para todo e qualquer embarque feito, devendo uma (1) cópia ser fixada ao lado de fora de cada volume, num invólucro impermeável. Os romaneios deverão conter as



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

---

seguintes informações detalhadas, relativamente a cada volume embarcado (caixa, engradado, peça, fardo, etc).

Nome do CONTRATADO;

Número e título do Contrato;

Número do embarque;

Número do volume;

Descrição geral do conteúdo;

Itens identificados pelo número do item na Lista de Preços;

Itens individuais identificados pelo número da lista de material do CONTRATADO, número de ordem de fábrica, número do desenho e todos os outros dados de identificação;

Peso bruto e peso líquido;

Dimensões do volume com cada dimensão identificada.

### 3.8 Supervisão de Montagem

A CONTRATANTE providenciará a montagem dos equipamentos através de Empreiteira de Montagem. A fiscalização desses Serviços ficará por conta da CONTRATANTE, que a seu critério solicitará Supervisão de Montagem ao CONTRATADO.

#### 3.8.1 Encargos do Supervisor

O Supervisor terá entre outros os seguintes encargos:

orientação efetiva da Empreiteira de Montagem, através da CONTRATANTE, em assuntos de metodologia, ferramental, pessoal, programação e cuidados a serem seguidos. Todas as irregularidades apontadas deverão ser comunicadas, por escrito, à CONTRATANTE;

alertar a CONTRATANTE quanto ao planejamento de serviços de montagem e cooperar com a Empreiteira correspondente a fim de assegurar o cumprimento do Cronograma respectivo;

observar permanentemente as condições de armazenagem na Obra, alertando a CONTRATANTE sobre qualquer irregularidade ou inadequação;

assessoramento à CONTRATANTE quando dos ensaios, energização e entrada em operação de equipamentos;

informar a CONTRATANTE sobre qualquer modificação de projeto necessária para o bom desempenho do equipamento;

entregar à CONTRATANTE, informações sobre desenhos e manuais que sofreram modificações na execução. Ao término da montagem e testes um conjunto final de desenhos "Como-Construído" será entregue à CONTRATANTE, com todas as modificações ocorridas indicadas em vermelho;

aprovar e controlar a execução de serviços de responsabilidade do CONTRATADO que forem executados na Obra, inclusive quanto aos custos;

providenciar e custear de modo satisfatório para a CONTRATANTE, eventuais reparos de danos ou falhas resultantes de sua incorreta atuação como Supervisor;

representar tecnicamente o CONTRATADO, pronunciando-se sempre que for solicitado, minimizando tempos de consulta à fábrica, possibilitando o desenrolar normal dos trabalhos. Qualquer comunicação feita ao Supervisor será considerada como feita ao CONTRATADO.

### 3.9 Materiais e Componentes



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

---

O CONTRATADO deverá fornecer todos os materiais e equipamentos necessários para o mais completo atendimento às Especificações Técnicas.

Todos os materiais e componentes incorporados aos equipamentos objeto deste Fornecimento deverão ser comerciais, de primeira qualidade, normalmente utilizados para esses equipamentos, considerando-se resistência mecânica, durabilidade, melhor prática de engenharia e o serviço ao qual os equipamentos estarão sujeitos, livres de defeitos e imperfeições, de fabricação recente e sem uso, e nas classificações e graus designados.

Se o CONTRATADO, por qualquer motivo, desejar desviar-se ou utilizar materiais não cobertos pelas normas relacionadas, ele deverá descrever a natureza exata e o grau de desvio ou exceção, submetendo à aprovação da CONTRATANTE as especificações completas dos materiais que propõe utilizar.

O CONTRATADO deverá submeter à aprovação da CONTRATANTE uma lista relacionando as principais peças ou elementos dos equipamentos, indicando o tipo e características dos materiais previstos para fabricação dos mesmos conforme normas ASTM e ABNT. Esta lista deverá ser submetida à aprovação, antes da encomenda dos materiais.

O CONTRATADO deverá submeter à aprovação da CONTRATANTE os nomes dos fabricantes, especificações e catálogos de todos os equipamentos, materiais e dispositivos que ele se propõe a utilizar no Fornecimento. Desenhos e listas de materiais submetidos à aprovação deverão indicar claramente o tipo e a qualidade do material. Amostras de tais equipamentos, materiais e dispositivos deverão ser submetidas à aprovação da CONTRATANTE, quando solicitado. Equipamentos, materiais e dispositivos utilizados ou instalados sem tal aprovação poderão ser rejeitados pela CONTRATANTE. Os equipamentos, materiais e dispositivos utilizados para serviços similares ou idênticos deverão ser do mesmo tipo, marca e fabricante, e deverão ser intercambiáveis.

### 3.10 Pintura

#### 3.10.1 Requisitos Gerais

Depois da fabricação e inspeção, porém antes do embarque, as superfícies dos equipamentos e peças do fornecimento, deverão receber os tratamentos e/ou recomendações relacionados a seguir:

##### a) Componentes de Painéis

Todos os componentes mecânicos dos painéis, compostos de metais ferrosos, tais como invólucros, estruturas, portas e painéis fixos, blindagens, chassis, tampas, tetos, assoalhos, bases, e outros, deverão receber tratamento conforme especificado ou outro equivalente aprovado pela CONTRATANTE.

##### b) Parafusos, Porcas e Arruelas

Parafusos, porcas e arruelas, quando não especificado em contrário, deverão ser zincados por processo eletrolítico, ou outro processo similar aprovado pela CONTRATANTE. A espessura mínima admissível será de 12 micrômetros.

#### 3.10.2 Cor de Acabamento

A cor de acabamento de todos os painéis elétricos em geral deverá ser:

externa : cinza, RAL 7032;

interna : cinza, RAL 7032.

#### 3.10.3 Retoques, Pintura de Acabamento Final na Obra e Pintura de Obra

Após a montagem dos equipamentos na obra, as superfícies pintadas que foram danificadas devido a transporte ou montagem, serão retocadas.



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

---

As superfícies que não receberem pintura na fábrica serão totalmente pintadas na obra, sendo assim denominada pintura de Obra.

Para a execução dos retoques deverá ser seguida a recomendação do fabricante das tintas.

### 3.10.4 Responsabilidade do Serviço/Fornecimento de Tintas

A execução dos retoques ficará a cargo de terceiros sob responsabilidade da CONTRATANTE sendo o fornecimento das tintas, solventes e preparadores de superfície necessários nas quantidades adequadas a cargo do CONTRATADO e sujeito a aprovação da CONTRATANTE.

Nas quantidades das tintas deverão ser consideradas 30% de perdas na aplicação. O CONTRATADO deverá indicar a área e a quantidade de tinta correspondente prevista, por equipamento. Existindo variações nas áreas a serem pintadas, o CONTRATADO deverá fornecer tinta para completar a área total a ser pintada.

As tintas fornecidas deverão ser novas e ter prazo de validade integral, indicado pelo fabricante das tintas, a partir da data de entrega das mesmas à CONTRATANTE.

A entrega destas tintas se dará após a montagem dos equipamentos na obra.

Todas as tintas, solventes e preparadores de superfícies para as pinturas de fábrica e retoques na obra, são fornecidos pelo CONTRATADO.

### 3.10.5 Qualidade das Tintas e Inspeções

Todas as tintas utilizadas no Fornecimento deverão ser de um mesmo fabricante, estando os produtos previamente aprovados pela CONTRATANTE. Caso os produtos não estejam aprovados, deverá ser submetido à CONTRATANTE para análise, um galão de cada tipo de tinta, acompanhado do respectivo boletim técnico.

Durante o recebimento das tintas, preparo de superfície e aplicação, deverão ser executados, a critério da CONTRATANTE e às expensas do CONTRATADO, ensaios e inspeções para garantia das características exigidas, com base nas recomendações dos fabricantes das tintas, normas aplicáveis da ABNT e nestas Especificações Técnicas.

Antes do embarque as superfícies pintadas não deverão apresentar defeitos ou imperfeições. Os retoques que forem necessários deverão ter seu procedimento aprovado pela CONTRATANTE.

### 3.10.6 Tratamento e Preparo das Superfícies

O tratamento e preparo das superfícies a serem pintadas deverá seguir as recomendações da norma ABNT NBR 8755 e, 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 outras imperfeições.

### 3.10.7 Pintura de acabamento

Deverá ser aplicada uma camada de tinta de acabamento à base de poliéster a pó, na cor cinza padrão RAL 7032, textura lisa, externa e internamente ao quadro, com espessura seca mínima de 80 micrômetros, valor obtido como média em cinco medições.

### 3.10.8 Garantia

As tintas aplicadas deverão ter garantia de 2 (dois) anos após a data de aceitação pela CONTRATANTE, de quaisquer defeitos originados pelo não atendimento das características esperadas da tinta e da aplicação na fábrica. O mesmo valerá para as tintas fornecidas diretamente à obra, neste caso, restringindo-se esta garantia somente à qualidade das tintas, já que sua aplicação será feita por terceiros e desde que eventuais defeitos que ocorrerem, sejam julgados como imputados somente às tintas

## 3.11 Requisitos Elétricos Gerais



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

---

Será de total responsabilidade do CONTRATADO o dimensionamento de todos os dispositivos e equipamentos, tais como disjuntores, fusíveis, barramentos, fiação, etc., bem como a coordenação das proteções fornecidas. Deverão ser enviadas para aprovação da CONTRATANTE as memórias de cálculo do dimensionamento dos equipamentos e o detalhamento da coordenação das proteções.

### 3.12 Automatismos e Intertravamentos

#### 3.12.1 Requisitos Gerais

Os automatismos e intertravamentos de que tratam as Especificações Técnicas e os Desenhos de Contrato deverão ser executados com lógicas e equipamentos de alta qualidade, pois seu comprometimento pode influir diretamente na confiabilidade da Estação de Bombeamento. Sempre que possível os automatismos e intertravamentos deverão ser executados sem a utilização de relés multiplicadores de contatos.

#### 3.12.2 Automatismos

Os automatismos deverão ser executados utilizando lógica positiva.

#### 3.12.3 Intertravamentos Elétricos

Os intertravamentos elétricos para segurança operacional deverão ser executados entre equipamentos comandados eletricamente e nos quais certas posições relativas são proibidas. Este tipo de intertravamento deverá ser executado utilizando sempre pelo menos duas condições de confirmação, normalmente tensão e posição de equipamento.

O intertravamento elétrico deverá ser de ação positiva latente de forma que nos casos de disjuntores, se seu fechamento for eletricamente proibido, o fechamento momentâneo também será impedido, mesmo com a utilização dos comandos mecânicos e manuais. Os intertravamentos elétricos nunca poderão inibir a abertura.

### 3.13 Painéis

Esta seção cobre os requisitos gerais aplicáveis ao projeto, fabricação e montagem de painéis a serem fornecidos de acordo com as Especificações Técnicas.

Caso o fabricante possua um painel padrão poderá ser apresentado junto com a proposta, para análise.

#### 3.13.1 Requisitos Gerais

Os painéis deverão ser do tipo multi-cubículo, conforme definido em NBR-6808, fabricados em chapa de aço lisa, livre de quaisquer imperfeições, de espessura não inferior a 2,5 mm (nº 12 MSG) para as estruturas e 1,9 mm (nº 14 MSG) para as chapas externas e chapas internas.

Os painéis deverão ser projetados e dimensionados para garantir ao conjunto rigidez e capacidade de absorção de vibrações mecânicas a que estarão submetidos no transporte e no local de operação, e facilidade de acesso aos componentes internos.

As portas deverão proporcionar fácil acesso aos equipamentos de cada seção. Deverão possuir trinco com fechadura tipo Yale. As portas deverão ser facilmente removíveis e possuir uma junta de neoprene para vedação. Todos os painéis deverão ter grau de proteção no mínimo IP-21, conforme NBR-6146.

Nos painéis para sistemas eletrônicos, deverá ser possível a visualização de todos os LEDs (Diodos Emissores de Luz) de supervisão operacional dos módulos, com a porta do painel fechada. O acesso normal aos módulos funcionais deverá se dar pela parte frontal. Por questões de facilidade de manutenção, deverá ser possível também o acesso pela parte posterior.

No parte inferior de cada painel, deverá ser prevista uma tampa removível, de chapa de aço, provida de vedação adequada, própria para receber os prensa-cabos adequados para vedação



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

---

da entrada de cabos. O CONTRATADO deverá submeter à aprovação da CONTRATANTE, um desenho detalhando a tampa e o espaço para instalação dos prensa-cabos.

Deverão ser previstas venezianas de ventilação, providas com tela de malha fina e filtro a fim de impedir a entrada de insetos e pó. O filtro deverá ser facilmente removível para limpeza.

O painel deverá possuir dispositivos que permitam o içamento, para fins de carga e descarga. Os dispositivos para fixação dos painéis ao piso deverão estar incluídos no Fornecimento. Os desenhos detalhados da base e da maneira de fixação ao piso deverão ser submetidos à aprovação da CONTRATANTE.

Se o painel possuir equipamentos de potência e de controle, estes deverão ser separados entre si, definindo-se uma seção para cada finalidade (potência ou controle).

Com este objetivo, circuitos de automatismo, intertravamento, proteção, alarme, sinalização, medição e outros do gênero, deverão ocupar seções distintas dos circuitos de potência.

Deverão ser enviados à CONTRATANTE para aprovação, desenhos dos detalhes de arranjo e fixação dos equipamentos e cortes dos painéis.

Toda alimentação auxiliar externa deverá ser protegida por disjuntores tipo caixa moldada, dimensionados de acordo com o circuito que esteja alimentando.

### 3.13.2 Barramento

Os barramentos deverão ser executados em cobre eletrolítico, de seção compatível com a corrente nominal do painel, e fixados de forma a suportar os esforços dinâmicos e térmicos resultantes da máxima corrente de curto-circuito especificada e deverão estar em conformidade com a NBR-6806.

A disposição das fases para painéis de corrente alternada deverá ser A-B-C da esquerda para a direita, de cima para baixo e da frente para trás, quando se está de frente para o painel. Todos os instrumentos, barramentos e equipamentos envolvendo circuitos trifásicos deverão ser dispostos e conectados conforme o padrão. Dispositivos similares deverão ter sua fiação desta forma. Para os painéis de corrente contínua a disposição das barras positiva e negativa deverá obedecer à seqüência citada acima.

O barramento de neutro deverá possuir a mesma capacidade daqueles das fases e ser isolado da estrutura metálica do painel.

Todas as uniões ou derivações deverão ser parafusadas e ter suas superfícies prateadas ou estanhadas.

Não deverá ser necessário reaperto das uniões ou derivações após a colocação em operação do equipamento.

Com base nos valores das correntes de curto-circuito em cada painel, o CONTRATADO deverá efetuar o dimensionamento dos barramentos.

### 3.13.3 Iluminação

Deverá ser prevista internamente a cada seção do painel, uma lâmpada incandescente com potência de 60 W, tensão de 220 V, comandada por um microinterruptor acionado ao abrir a porta. Os receptáculos para lâmpadas incandescentes deverão ser de porcelana branca, reforçados, rosca Edison E-27.

### 3.13.4 Aquecimento

Todos os painéis deverão possuir meios adequados de ventilação e desumidificação, de modo que a temperatura interna de operação se mantenha dentro da faixa pretendida, evitando condensação e de modo que os equipamentos operem corretamente nas condições ambientais especificadas.





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

A fim de evitar a condensação de umidade no interior do painel, deverá ser instalada uma resistência com potência adequada para que a temperatura interna se mantenha 5°C acima da temperatura ambiente.

A resistência deverá ser do tipo blindada para operação em 220 V, monofásico, com superfície de dissipação suficiente para a emissão térmica requerida, sem sobreaquecimento e controlada por termostato. O circuito de aquecimento deverá ser protegido por um mini-disjuntor termomagnético.

O suprimento de energia para as resistências de aquecimento será externo, em 220 V, monofásico.

### 3.14 Requisitos Técnicos Gerais dos Componentes (se aplicável)

#### 3.14.1 Chaves Seletoras e de Comando

##### a) Geral

Todas as chaves seletoras e de comando deverão ser do tipo rotativa para montagem em painéis, com punhos de cor preta na parte frontal, mecanismo de operação na parte posterior e vida mecânica não inferior a 1 milhão de manobras. Os contatos de todas as chaves deverão ser auto-ajustáveis e deverão operar sob a ação de molas. Deverá ser previsto um dispositivo adequado para manter a pressão nos contatos quando os mesmos estão fechados, e as molas de compressão não podem ser elementos condutores de corrente. Todas as chaves seletoras e de comando deverão ser adequadas para 600 V, corrente alternada, ou 250 V, corrente contínua e ter grau de proteção IP-54, conforme NBR-6146.

Todas as chaves deverão suportar satisfatoriamente o teste de 10 mil operações, com corrente nominal. As chaves deverão ser previstas para operação contínua sob corrente de 20 A, sem exceder um aumento de temperatura de 30°C. A capacidade de interrupção de cargas indutivas deverá ser de no mínimo 10 A em 125 V corrente contínua ou alternada.

O sentido de rotação das chaves seletoras e de comando deverá obedecer a seguinte tabela:

SENTIDO	
ANTI –HORÁRIO	HORÁRIO
Abrir	Fechar
Desligar	Ligar
Parar	Partir
Teste	Normal
Local	Remoto
Manual	Automático
Secundária	Principal
Diminuir	Aumentar

##### b) Espelhos

Cada chave seletora e de comando deverá ser provida de um espelho, marcado clara e indelevelmente com as posições de operação. As gravações dos espelhos serão feitas conforme as inscrições citadas nos Desenhos de Contrato. Os espelhos deverão ser quadrados com 72 mm de lado.



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

### c) Chaves Seletoras

As chaves seletoras deverão ter o número de posições requerido pelo circuito, contatos estáveis e punhos tipo *knob*.

As chaves seletoras voltimétricas deverão ter quatro posições DESL-AB-BC-CA.

As chaves seletoras, quando usadas para transferência de comando, deverão ter duas posições LOCAL-REMOTO. Estas chaves serão providas de bloqueio que permitirá a extração do punho na posição REMOTO.

### d) Chaves de Comando

As chaves de comando tipo partida-parada serão de três posições, com retorno por mola à posição central, e punho tipo *knob*.

As chaves de comando tipo liga-desliga serão de quatro posições, sendo duas estáveis, com retorno por mola às posições centrais, punho tipo pistola, e memória da última operação.

As chaves de comando deverão ter sinalização de discrepância entre a posição da chave e a do equipamento comandado, quando aplicável.

### 3.14.2 Contatos elétricos

Os contatos elétricos de todos os equipamentos de controle, medição, proteção e supervisão (relés, chaves fim de curso, botões de comando, chaves seletoras e de controle etc.), exceto, eventualmente, os contatos de saídas binárias das Unidades de Aquisição de Dados e Controle, deverão operar à tensão nominal de 125 V, corrente contínua, ser eletricamente independentes, operar corretamente mesmo quando submetidos à vibração e deverão atender às recomendações da norma IEC-947.

Os contatos deverão ter as seguintes características técnicas, conforme definido na norma IEC-947-5-1:

– categoria de utilização	DC-13
– características elétricas	P600
– vida mecânica	1 milhão de operações
– operações em carga	120 por hora

### 3.14.3 Disjuntores de Caixa Moldada para corrente alternada

Os disjuntores de caixa moldada para corrente alternada deverão ser do tipo industrial, classe de isolamento 600 V, classe de corrente mínima (*frame*) de 100 A, com mecanismo de operação tipo mola carregada, de operação simultânea em todas as fases, tanto na abertura como no fechamento, com velocidade independente da ação do operador, de comando manual. Para os circuitos de 380 V a capacidade mínima de interrupção 20 kA simétricos (valor eficaz) (IEC 947-2) e 28 kA assimétricos(valor eficaz), conforme NBR-5361. Os disjuntores deverão estar de acordo com as NBR-5283, 5290, 5391 e IEC-292. Os níveis de curto-circuito são estimativos e deverão ser confirmados posteriormente.

O punho de operação deverá indicar claramente as posições dos contatos principais do disjuntor LIGADO - DESLIGADO PELA PROTEÇÃO - DESLIGADO e o mecanismo de disparo deverá ser do tipo abertura livre.

Os disjuntores deverão ser intercambiáveis, quando de mesmo tamanho e mesmas características nominais. Os disjuntores para circuitos de potência de 380 V, deverão ser fixos.





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

---

Os disjuntores deverão ser do tipo termomagnético e característica de tempo inverso. O elemento magnético, se não ajustável, deverá ser fornecido para operar aproximadamente a 10 vezes a corrente nominal. Onde aplicável, todos os ajustes deverão ser possíveis sem necessidade de desmontagem do equipamento.

Os disjuntores deverão ser equipados com um contato auxiliar reversível, para indicação da posição dos contatos principais e outro independente para indicação de disparo (atuação da proteção). Os terminais dos dois contatos auxiliares deverão estar disponíveis, e se não utilizados no controle ou sinalização, deverão ser levados a régua de bornes para fiação externa.

### 3.14.4 Disjuntores de caixa moldada para corrente contínua

Os disjuntores de caixa moldada para corrente contínua deverão possuir as mesmas características e acessórios dos disjuntores de caixa moldada para corrente alternada, exceto que deverão ser bipolares, capacidade mínima de interrupção 10 kA em 250 V, corrente contínua (IEC 947-2). Disjuntores tripolares com dois pólos ligados em série, bem como outros arranjos semelhantes, não serão aceitos.

### 3.14.5 Equipamentos Eletrônicos

O projeto dos equipamentos eletrônicos deverá atender aos requisitos definidos a seguir:

#### Modularidade

Os equipamentos eletrônicos deverão ter uma característica modular.

O projeto dos equipamentos eletrônicos deverá garantir:

Rápida detecção de falhas e isolamento de módulos defeituosos. Cada módulo deverá ter seu próprio sistema de proteção e diagnóstico.

Facilidades de remoção e substituição de um módulo defeituoso, sem necessidade de remoção de outros módulos.

#### Intercambialidade

Deverão ser utilizados módulos idênticos para a realização de idênticas funções, de modo a reduzir a necessidade de tipos de itens sobressalentes. Do mesmo modo, é aceitável o emprego do mesmo tipo de módulo com diferentes configurações em várias situações no sistema, desde que a mesma possa ser realizada por simples seleção sobre o *hardware* (*dip-switches*, *straps*, etc.).

#### Manutenibilidade

O projeto dos equipamentos deverá garantir fácil acesso a todos os componentes internos, principalmente àqueles para os quais serão previstos testes e ajustes.

Os módulos deverão ser providos de sinalização por meio de LEDs, em sua parte frontal, visando facilitar a sua monitoração em operação.

Os pontos de monitoração deverão ser escolhidos de forma a minimizar as informações necessárias ao diagnóstico de falhas e facilitar a inspeção do estado operacional do equipamento. Deverão ser providos terminais de teste conectados a pontos significativos de cada módulo, tais como:

Tensão de alimentação do módulo;

Pontos de ajuste de potenciômetros;

Entradas e saídas de cada circuito;

Pontos intermediários importantes de cada circuito;

Demais pontos que o CONTRATADO julgar necessários.



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

---

Os terminais de teste deverão ser acessíveis na parte frontal do módulo, ser apropriados para pinos de 2 mm, identificados conforme os diagramas do circuito e desacoplados por meio de resistores adequados para proteção.

Toda a manutenção corretiva local deverá ser efetuada pela substituição de unidades modulares, sem que seja necessário interromper o funcionamento do equipamento, desconectar a cablagem dos sinais do processo ou efetuar ajustes locais no novo módulo.

As placas de circuito impresso deverão ser dotadas de dispositivos polarizadores que impeçam a sua colocação de forma indevida.

### Materiais

Todos os materiais utilizados na fabricação dos equipamentos deverão ser comprovadamente de primeira qualidade para as aplicações a que se destinam.

Componentes discretos e circuitos integrados a serem utilizados no fornecimento deverão atender, no mínimo, aos seguintes requisitos:

Possuir grau de qualidade equivalente ou superior à classe industrial.

Ser de tecnologia recente e de remota obsolescência presumível.

Serem identificados por códigos de aceitação universal.

As matérias primas deverão ser homogêneas, isentas de impurezas e irregularidades, devendo apresentar alto grau de impermeabilidade.

Os materiais deverão possuir características de dureza e resistência mecânica compatíveis com a aplicação, visando evitar desgastes em partes móveis e articulações.

Os materiais utilizados na confecção de circuitos impressos, sempre de fibra de vidro com filetes de cobre prateados, contatos dourados e furos metalizados deverão obedecer à NBR-5096. Os projetos dos cartões deverão atender ao disposto na NBR-8188. Os ensaios das placas deverão estar em acordo com a NBR-5100. As placas de circuito impresso deverão possuir máscara de solda e serigrafia dos componentes em tinta epóxi.

Todos os cartões de circuito impresso e demais partes aplicáveis deverão ser tratados com substâncias de proteção contra fungo e umidade, em conformidade com a Norma MIL-T-152-B ou processo equivalente.

### 3.14.6 Fusíveis de Baixa Tensão

Os fusíveis de baixa tensão deverão ser do tipo limitador de corrente, de ação retardada, instalados em corpo cerâmico preenchido com areia de quartzo e equipados com indicador de fusão (tipo cartucho).

Deverão ser montados em base apropriada para fusível tipo seccionador.

### 3.14.7 Fiação Interna

A fiação interna do painel deverá atender aos requisitos da NBR-6808 e permitir livre acesso aos equipamentos sem a desmontagem de qualquer parte do painel ou a retirada de qualquer equipamento.

A fiação deverá ser totalmente executada nas instalações do CONTRATADO. Toda a fiação interna deverá ser tipo B, classe II, conforme definido pela NBR-6808. Os cabos de sinais deverão ser blindados, conforme item 4.4.4.

Os conectores deverão garantir conexão elétrica e mecânica dos fios de ligação, mesmo sujeitos a vibrações e deverão possuir resistência à corrosão sob as condições ambientais presentes nos locais de operação. Todas as conexões dos cabos externos deverão ser feitas por meio de conectores terminais.



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

---

A fiação interna deverá ser totalmente executada em calhas plásticas não propagantes de fogo. Não serão aceitos chicotes, ganchos adesivos, fitas perfuradas, helicóides metálicas etc. A fiação deverá ter comprimento suficiente de modo a evitar esforços mecânicos nos pontos de conexão e fixação. Nos locais em que não for possível utilizar calhas plásticas, a passagem deverá ser executada dentro de mangueiras flexíveis apropriadas, cuja ocupação não deverá ser superior a 40% de sua área útil.

As interligações entre bornes deverão ser realizadas pelo CONTRATADO. Não serão aceitas emendas ou avarias na fiação.

Os condutores utilizados na fiação interna deverão ser extraflexíveis, unipolares, de cobre eletrolítico, têmpera mole, formação de no mínimo 19 fios, isolados com material termoplástico (PVC 70°C), isolamento 750 V. Todas as extremidades dos condutores deverão ser providas das terminações para cabos, conforme especificado.

A seção dos condutores utilizados para controle não poderá ser inferior a 1,5 mm<sup>2</sup>. Para TPs e TCs a seção mínima deverá ser 2,5 mm<sup>2</sup>. A seção dos condutores utilizados para iluminação deverá ser no mínimo 2,5 mm<sup>2</sup>.

Os condutores de terra deverão ser isolados na cor verde com faixas amarelas.

Para as terminações das resistências anticondensação deverão ser utilizados cabos resistentes ao calor, com seção mínima do condutor de 2,5 mm<sup>2</sup> e isolamento 750 V.

Para equipamentos eletrônicos, ficará a cargo do CONTRATADO a determinação da forma, tipo e nível de isolamento da fiação interna a cada equipamento e dos conectores terminais a serem empregados no Fornecimento. Tais características deverão ser submetidas à CONTRATANTE para aprovação.

Todas as interconexões entre módulos eletrônicos deverão ser feitas com a utilização de conectores.

Todos os pontos de conexão elétrica de conectores de módulos deverão ser revestidos em ouro, devendo ser tomados todos os cuidados mecânicos de forma a se evitar mau contato.

As calhas plásticas deverão ser do tipo recorte aberto, fabricadas em PVC rígido, não inflamável, com tampa facilmente removível. Cada calha plástica deverá ter no máximo 60% da sua área útil ocupada. Deverão ser instaladas calhas plásticas para execução da fiação de interligação ao lado das régua de bornes para a fiação externa.

Toda extremidade de cabos deverá obrigatoriamente ser identificada com o número do ponto elétrico constante nos diagramas esquemáticos. Os marcadores deverão ser montados no interior de tubos de plástico translúcido, e este sobre os cabos. Os tubos deverão ser adequados a dimensão dos cabos.

### 3.14.8 Instrumentos Indicadores

Todos os instrumentos indicadores deverão ser próprios para montagem semi-embutida em painel, na posição vertical, leitura direta, conexão traseira.

Os instrumentos analógicos deverão ser quadrados com 96 mm de lado, caixa e moldura em preto-fosco com dispositivo de ajuste de zero externo e acessível pela frente do instrumento e deverão estar de acordo com a NBR-5180. O ângulo de deflexão do ponteiro deverá ser de 90° e a escala deverá ser facilmente intercambiável e deverá ter inscrições em preto sobre fundo branco.

Os instrumentos digitais, poderão ser microprocessados, deverão ter display de alta visibilidade, 3 ½ dígitos, classe de exatidão  $\pm 0,25\%$  do span + 1 dígito significativo (DMS), erro de linearidade  $\leq 0,2\%$ , influência da temperatura ambiente  $\leq 0,05\%$  / °C, tempo de resposta  $\leq 500$  ms, sensibilidade  $\leq 0,05\%$ , estabilidade  $\pm 0,02\%$  / °C, tensão de alimentação 125 V cc e classe de isolamento de 2,5 kV, conforme IEC-255-5/77. Os instrumentos deverão ser imunes a ruídos,



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

---

tais como surtos, campos eletromagnéticos, bem como possuir isolamento galvânica entre entrada, saída e alimentação.

As caixas dos instrumentos deverão ter grau de proteção IP-54, conforme NBR-6146 e o vidro de proteção deverá ser do tipo antiofuscante.

A exatidão dos instrumentos indicadores deverá ser de 1,5% da plena escala, ou melhor.

Os instrumentos para corrente alternada deverão ser projetados para circuitos de 60 Hz, e deverão ser adequados e calibrados para conexão a secundários de transformadores de potencial de 115 V ou  $115/\sqrt{3}$  V, e/ou a secundários de transformadores de corrente de 5 A.

Os amperímetros para corrente contínua deverão ser adequados para conexão a *shunts* de 60 mV. Os voltímetros para corrente contínua deverão ser adequados para conexão direta.

Os instrumentos indicadores para ligação a transdutores deverão ser adequados para sinal de 4 a 20 mA

### 3.14.9 Régua de Bornes e Acessórios

As régua de bornes deverão possuir os suportes isolantes fabricados de um composto não rígido, termofixo, moldado, classe 750 V, montadas sobre perfil metálico (DIN-46277).

Os bornes deverão ser fornecidos completos, com todos os acessórios. O sistema de fixação dos terminais deverá garantir uma pressão eficaz e uniforme mesmo quando submetidos a vibrações. Não serão aceitos bornes para solda.

Todos os bornes deverão ser apropriados para os terminais do condutor que irá conectar.

As régua de bornes deverão ser separadas em régua para circuitos de potência e para circuitos de controle, comando e instrumentação. Deverão ser convenientemente distribuídas dentro do painel, obedecendo-se a separação entre potência e controle. As régua de controle, comando e instrumentação internas também deverão ser separadas das de controle, comando e instrumentação externas. Os desenhos de arranjo e distribuição das régua de bornes dentro das seções de potência e controle, mostrando também as entradas de cabos, deverão ser submetidos à aprovação da CONTRATANTE.

As régua deverão ser locadas de tal modo que o acesso às mesmas seja feito sem necessidade de desmontagem de qualquer equipamento ou parte do painel e que haja espaço suficiente para que a fiação interna e externa seja realizada com folga e sem dificuldades.

Cada régua de bornes deverá possuir 20% de bornes de reserva de cada tipo empregado naquela régua.

O CONTRATADO deverá levar em consideração que as régua de bornes receberão cabos blindados, portanto deverão ser previstas com bornes para aterramento e/ou garantia da continuidade das blindagens, nas quantidades adequadas. Os bornes de aterramento das blindagens deverão estar adjacentes aos bornes onde são conectados os condutores do mesmo cabo. Os bornes destinados às blindagens não deverão ser aterrados no trilho da régua de bornes. Estes bornes deverão ser interligados por pontes e aterrados em um único ponto. Os bornes para os circuitos de controle e comando (115 V ca e 125 V cc), deverão ser com conexão por grampo-parafuso de pressão indireta, com dispositivo para travamento automático do parafuso.

Os bornes para instrumentação (TPs, TCs, voltímetros e amperímetros) deverão ser com conexão por parafuso ou pino passante, terminal olhal, seccionáveis tipo faca. Nos locais sujeitos a vibração os bornes para instrumentação deverão ser dotados de contraporca adicional.

Os bornes para potência (380 V ca e 125 V cc) deverão ser com conexão por parafuso ou pino passante, para terminal olhal.



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

---

Os cabos ligados a termômetros de resistência deverão ser conectados a terminais de passagem para cabos de 2,5 mm<sup>2</sup>, com lingüeta para blindagem.

Os bornes para aterramento deverão ter o corpo isolante nas cores verde e amarela.

Todos os bornes e régua deverão ser claramente identificados por meio de marcadores imperdíveis, fabricados especialmente para esta finalidade.

### 3.14.10 Relés

#### a) Relés de Proteção

Todos os relés de proteção deverão ser do tipo estático (estado sólido) ou digital numérico e deverão atender ao especificado para os sistemas eletrônicos.

Todos os relés de proteção deverão ser adequados para conexão aos secundários de 5 A dos transformadores de corrente e de 115 V dos transformadores de potencial, ou ainda, à saída de transdutores de corrente e de tensão. A tensão auxiliar disponível para os relés de proteção é de 125 V corrente contínua.

Os ajustes dos relés de proteção deverão ser feitos pela parte frontal dos mesmos, não se admitindo a remoção do relé para executar tal operação. Os dispositivos de ajuste deverão ser facilmente acessíveis e claramente identificados.

A operação de cada elemento do relé deverá ser identificada por um LED (Diodo Emissor de Luz). Os LEDs deverão ser coordenados com o projeto do circuito, para garantir operação correta quando um ou mais elementos do relé atuarem simultaneamente.

Os contatos de saída dos relés deverão ser de material a prova de corrosão e de vibração. Cada relé deverá ser provido de pelo menos dois contatos eletricamente independentes para cada tipo de saída.

A curva real de operação de qualquer relé de proteção não deverá variar mais que 5% das curvas de tempo publicadas em catálogos.

As bobinas dos relés de saída ou de quaisquer outros relés deverão ser providas de dispositivos supressores de surtos.

O sistema de 125 V cc da CONTRATANTE apresenta ruídos e harmônicos próprios de uma instalação industrial. Caso os relés de proteção sejam sensíveis a isto, o fabricante deverá prover filtros adequados para que os relés de proteção operem dentro das características garantidas.

#### b) Relés Auxiliares

Os relés auxiliares deverão ser do tipo fixo, e deverão operar corretamente mesmo quando submetidos a vibração.

As bobinas deverão ser tropicalizadas, resistentes a óleo, umidade e fungos, sem resistências em série para redução da tensão. Deverão operar à tensão de 125 V, corrente contínua ou 115 V, corrente alternada, conforme requerido, ser equipadas com proteção contra os surtos de tensão (filtros RC ou supressor de surtos) e deverão suportar as flutuações de tensão do circuito de comando.

Os relés auxiliares deverão possuir no mínimo 3 (três) contatos eletricamente independentes, não aterrados, auto limpantes, prateados, facilmente conversíveis de NA para NF, e vice-versa. Deverão ainda possuir vida mecânica não inferior a 10 milhões de manobras.

#### c) Relés de Tempo

Os relés auxiliares temporizados deverão ser do tipo estático, providos de temporização na energização ou na desenergização, conforme requerido pelo circuito e deverão atender às



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

mesmas recomendações especificadas para os relés auxiliares, e as tolerâncias especificadas a seguir:

- repetibilidade, melhor que 2%
- desvio para Un variando de 80 a 110% 2%
- desvio para variação da temperatura 2%

Todos os seus componentes deverão ser de estado sólido. O dispositivo de ajuste de tempo deverá ser um dial calibrado, externo à caixa do relé.

### 3.14.11 Sinalizadores Luminosos

Toda a sinalização de estado deverá ser feita através de LED's (Diodos Emissores de Luz) de no mínimo 5 mm de diâmetro, montados em armações apropriadas. Não serão aceitos sinalizadores com lâmpadas incandescentes.

As armações para sinalização deverão ser próprias para montagem em painel, com lentes apropriadamente coloridas. As lentes deverão ser de um material que não venha a sofrer deformações ou mudança de coloração com o tempo.

As armações de sinalização e os LEDs deverão formar um conjunto que indique claramente se estão acesas ou não, mesmo quando sujeitas à incidência direta da luz solar.

As legendas dos sinalizadores deverão ser em português e previamente aprovadas pela CONTRATANTE.

Todas as armações de sinalização deverão ter as cores conforme estipulado abaixo, porém as armações de uma mesma cor não poderão ter variações de tonalidades:

Posição de Equipamento de Manobra:

COR	FUNÇÃO
verde	aberto
vermelha	fechado
branca	em teste
branca	mola carregada
azul	em manutenção
amarela	porta aberta

Geral

COR	FUNÇÃO
amarela	condição anormal
vermelha	equipamento energizado (ligado)
verde	equipamento desenergizado (desligado)
verde	carregador/bateria em flutuação
vermelha	carregador/bateria em carga
amarela	carregador/bateria fim de carga





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

branca	posição de chave seletora
branca	relé de bloqueio armado (normal)
branca	supervisão de bobina (normal)
branca	discrepância
vermelha	bomba principal

### 3.14.12 Terminações de Cabos

#### Cabos de Potência de Baixa Tensão

O CONTRATADO deverá fornecer todas as terminações para os cabos de 1 kV que chegam aos equipamentos de seu Fornecimento. As terminações deverão ser do tipo pressão para cabos de cobre nas bitolas adequadas. No caso de cabos que chegam diretamente aos terminais dos equipamentos, o fabricante deverá prever meios para fixá-los ao longo de todo o percurso, internamente ao painel e o terminal do cabo deverá estar situado no terminal do equipamento, porém em situação tal, que permita uma fácil instalação e posterior manutenção. O CONTRATADO deverá submeter a aprovação da CONTRATANTE, desenhos que indiquem claramente o percurso proposto para os cabos de comando e força, que chegam ao painel.

#### Cabos de Controle e Instrumentação

Os terminais para condutores com seção igual ou menor que 6 mm<sup>2</sup>, deverão ser de compressão anular, fabricados em cobre eletrolítico, estanhados e pré-isolados.

Todas as ligações dos condutores deverão ser feitas por meio de terminais adequados à seção do condutor, adotando-se os critérios a seguir:

tipo pino: conexão por grampo-parafuso de pressão indireta, permitindo a ligação de um único terminal.

tipo anel: conexão a terminação tipo parafuso ou pino passante, permitindo ligação de no máximo dois (2) terminais em um mesmo ponto.

tipo *slip-on*: conexão a terminação de equipamentos, bases de relés etc., que possuam a característica de receber este tipo de terminal.

### 3.14.13 Tomadas Multipolares

As tomadas multipolares deverão ser do tipo pino-tomada, de múltiplos pinos, possuir guia para polarização e trava para fixação. As tomadas deverão ter capacidade para 20 A, em regime permanente, e serem de classe 250 V.

As tomadas deverão ser identificadas de maneira indelével e imperdível. Não serão aceitas identificações por meio de etiquetas gomadas, fitas adesivas etc. O método de identificação deverá ser previamente aprovado pela CONTRATANTE.

### 3.14.14 Transdutores

Os transdutores serão utilizados para converter sinais analógicos diversos em sinais analógicos padrão de 4 a 20 mA, deverão ser eletrônicos, dotados de separação galvânica entre os circuitos de alimentação, entrada e saída de sinal, sem partes móveis e não deverão requerer manutenção.

Os transdutores deverão ser adequados para o sinal analógico a ser convertido, resistentes à umidade, ao choque, protegidos contra surtos, correntes parasitas, campos magnéticos, e deverão poder operar sem sofrer danos, com o circuito de saída aberto (sem carga).

Os transdutores deverão atender aos seguintes requisitos:



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

– tensão auxiliar	125 V cc
– classe de isolamento	600 V ca
– classe de exatidão mínima	0,25%
– sinal de saída	4 a 20 mA
– impedância da carga	500 ohms
– erro de linearidade	$\leq 1,0\%$
– influência da temperatura(menor ou igual)	0,5%/10°C
– tempo de resposta	$\leq 500$ ms
– sensibilidade (valor final do campo de medição)	0,05%.

Os transdutores deverão possuir níveis adequados de sobrecarga, de acordo com sua utilização.

### a) Transdutores de Tensão

Os transdutores de tensão deverão ser adequados para ligação a secundários de transformadores de potencial de 115 V ou  $115/\sqrt{3}$  V, ou a barramentos de 125 V corrente contínua.

### b) Transdutores de Corrente

Os transdutores de corrente deverão ser adequados para ligação a secundários de transformadores de corrente de 5 A ou *shunts* de derivação e deverão ser providos com bornes adequados para terminais tipo olhal.

### 3.14.15 Identificação dos Equipamentos

Cada dispositivo utilizado, interna ou externamente aos painéis, deverá ser identificado por uma plaqueta que conterá o código do equipamento. Estas plaquetas deverão ser de plástico laminado, com 3 mm de espessura, com inscrições brancas indeléveis em fundo preto. Estas plaquetas deverão ser sempre internas aos painéis, e localizadas de forma a permitir uma fácil visualização. No caso de equipamentos extraíveis, exceto fusíveis, deverão ser providas duas plaquetas, uma localizada no painel e outra no equipamento. A primeira deverá ser localizada em posição tal que seja visível mesmo com o equipamento inserido.

Externamente ao painel deverão ser providas plaquetas que identifiquem, através de códigos consagrados internacionalmente ou conforme os Desenhos de Contrato, cada equipamento que seja visível externamente ao painel. e também no centro do painel deverá ser provida uma plaqueta, de no mínimo 200 x 120 mm, que o identifique. Estas plaquetas deverão ser de plástico laminado ou acrílico de 3 mm de espessura, com inscrições brancas indeléveis em fundo preto e fixadas por parafusos de cabeça preta.

Os detalhes de tamanho, localização e fixação da placa deverão ser aprovados pela CONTRATANTE. As inscrições deverão ser feitas na língua portuguesa.

Deverão também ser identificados com plaqueta ou inscrição irremovível e indelével todos os componentes internos aos painéis eletrônicos, como módulos, circuitos impressos, gavetas, conectores, régua de terminais, fios e cabos, módulos sobressalentes e qualquer outra parte do equipamento cuja rápida localização seja necessária para maximizar a eficiência dos trabalhos de manutenção. As identificações deverão conter, como mínimo, as seguintes informações:

Identificação do fabricante e do CONTRATADO.

Modelo e versão.

Data da fabricação e, quando aplicável, data de validade para entrada em operação.





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

---

Número de série do CONTRATADO.

Os módulos consumíveis deverão ser fornecidos acompanhados das mesmas informações. Para estes itens, admite-se a utilização de etiquetas fixadas nas embalagens dos produtos. Itens adquiridos em lotes poderão ser identificados globalmente nas embalagens.

### 4 . INSPEÇÕES E ENSAIOS

#### 4.1 Objetivo

Esta seção especifica as inspeções e ensaios a serem realizados nos equipamentos a serem fornecidos sob este contrato.

Os equipamentos deverão ser completamente montados e ensaiados na fábrica do CONTRATADO conforme especificado a seguir e em conformidade com as normas técnicas aplicáveis.

#### 4.2 Baterias

##### 4.2.1 Generalidades

As baterias deverão ser submetidas à inspeção e aos ensaios pelo CONTRATADO, na presença do inspetor da CONTRATANTE, para verificar se está em boas condições e de acordo com os requisitos básicos destas Especificações Técnicas e das normas aplicáveis.

As despesas relativas aos ensaios ou decorrentes da reapresentação, devido a rejeição anterior, correrão por conta do CONTRATADO.

Os seguintes ensaios deverão ser efetuados em cada bateria:

ensaio de capacidade de descarga em 5 ou 10 horas;

análise físico-química do eletrólito;

inspeção visual.

##### 4.2.2 Instrumentos e Equipamentos

Os instrumentos e equipamentos de medida, ou qualquer outro material necessário para a realização dos Ensaios de Capacidade de Descarga, são de inteira responsabilidade do CONTRATADO. Deverão estar aferidos por laboratório credenciado e os respectivos certificados deverão estar a disposição da CONTRATANTE, quando da realização dos ensaios.

Os instrumentos e equipamentos mínimos indispensáveis para o ensaio são os listados a seguir:

voltímetro com exatidão de 0,2%;

registrador gráfico de corrente, com exatidão de 1,0%;

densímetro completo, com divisões de 0,005 g/cm<sup>3</sup>, e exatidão de 0,5%;

termômetro a álcool, escala interna em graus Celsius, com divisões de 1 grau, e exatidão de 1%, em quantidade suficiente para leitura individual de todos os elementos da bateria;

caixa de resistores, com reostato para ajuste fino de corrente, compatível com a capacidade da bateria para os regimes de descarga, com tempo de duração de 5 ou 10 horas;

derivador com corrente primária compatível com a corrente de descarga da bateria a ser ensaiada e exatidão de 0,5%;

instrumentos para conferir dimensões; e

cronômetro.

##### 4.2.3 Ensaio de Capacidade de Descarga

###### a) Ciclos de Carga e Descarga



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

Antes das baterias serem submetidas aos ensaios de capacidade de descarga, elas deverão ter sido ativadas, conforme os procedimentos usuais do CONTRATADO. Esta atividade deverá ser acompanhada pelo inspetor da CONTRATANTE. A critério da CONTRATANTE, este acompanhamento poderá ser dispensado, devendo, neste caso, o CONTRATADO ter disponível os protocolos de ativação das baterias. No caso de baterias seco-carregadas, os resultados do processo de ativação também deverão estar disponíveis.

Caso o número de ciclos de carga e descarga seja superior a três, apresentar os dados correspondentes aos três últimos ciclos.

### b) Corrente de Descarga

O valor da corrente de descarga em ampéres deverá ser mantida constante e monitorada através do respectivo registrador, durante todo o ensaio, dentro da faixa de 1%.

### c) Tempo de Repouso

O tempo de repouso não deverá ser inferior a doze horas nem superior a dezoito.

### d) Regime de Descarga

Considerar para realização dos ensaios, o regime de descarga em 5 ou 10 horas.

### e) Tensão Final de Descarga

A tensão final de descarga deverá ser de 1,75 V, por elemento.

### f) Temperatura do Eletrólito

A temperatura do eletrólito durante o processo de descarga e recarga não deverá ultrapassar a 45 °C.

### 4.2.4 Análise Físico-Química do Eletrólito

Para efeito destas Especificações Técnicas, serão considerados os valores limites constantes das tabelas seguintes:

#### a) Densidade do Eletrólito Novo (25 graus Celsius): $1,210 \pm 0,010 \text{ g/cm}^3$

Quando houver necessidade de correção da densidade do eletrólito das baterias ácidas com a temperatura, deve-se utilizar a expressão abaixo:

$$D(25) = Dt [(1 - 0,0007 \cdot (25 - t))]$$

onde:

Dt = densidade do eletrólito em  $\text{g/cm}^3$ , na temperatura t.

D(25) = densidade do eletrólito corrigida para 25 graus Celsius, em  $\text{g/cm}^3$ .

t = temperatura do eletrólito em graus Celsius.

#### b) Impurezas Máximas Permissíveis para Eletrólito de Elemento Novo

Ferro (Fe)	50,00
Cloretos (CL)	20,00
Nitratos (KN03)	25,00
Manganês (Mn)	0,50
Substâncias Oxidáveis (KMn03)	30,00



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

Resíduo Fixo	400,00
Cobre (Cu)	1,50

### c) Métodos de Análise

IMPUREZAS	ELETRÓLITO ÁCIDO
Cloretos	Turbidimetria
Nitratos	Colorimetria
Subst. Oxidáveis	Volumetria
Ferro	Absorção Atômica
Manganês	Absorção Atômica
Cobre	Absorção Atômica
Resíduo Fixo	Gravimetria

### d) Amostragem do Eletrólito

Serão coletadas quatro amostras de 250 ml (duzentos e cinquenta) por bateria, sendo:

duas amostras do eletrólito utilizado para o enchimento dos elementos;

duas amostras do eletrólito dos elementos novos, retiradas antes do ensaio de capacidade de descarga.

Ficando uma amostra de cada ponto como contraprova. Os frascos para amostragem serão fornecidos pela CONTRATANTE, previamente limpos e secos.

### e) Coleta das Amostras

Utilizar seringa adequada, previamente lavada com água desmineralizada. Enxaguar a seringa com um pouco do eletrólito a ser amostrado, para evitar possível entrada de contaminantes na amostra, e descartar este volume.

Para amostragem do eletrólito do elemento novo, coletar uma amostra representativa da bateria, retirando cerca de 5 ml de eletrólito de elementos alternados, até completar 250 ml.

Caso o número de elementos da bateria seja insuficiente para completar 250 ml com este método de amostragem, coletar amostra de todos os elementos aumentando o volume de eletrólito retirado por elemento.

Nos casos em que a amostragem comprometer o nível do eletrólito dos elementos, a contraprova não será amostrada.

### f) Acondicionamento e Identificação da Amostra

Fechar o frasco com uma pequena torção, para a fixação da tampa esmerilhada. Em seguida, lacrar o frasco envolvendo a tampa e o gargalo com folha de plástico, fixando-o com barbante e fita adesiva.



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

---

Identificar a amostra com etiqueta, a ser fornecida pela CONTRATANTE, junto com os frascos de amostragem.

Os frascos devem ser acondicionados de forma conveniente para o transporte.

A amostragem do eletrólito do elemento novo será efetuada pelo CONTRATADO, na presença do inspetor credenciado pela CONTRATANTE, completando-se, assim, as quatro amostras que deverão estar disponíveis para envio à análise.

### g) Análise dos Resultados

De acordo com os métodos analíticos constantes do item 5.2.4.c, qualquer impureza que exceder o especificado na tabela do item 5.2.4.b condenará o eletrólito da referida bateria.

## 4.3 Carregadores de Baterias em 125 V

### 4.3.1 Condições Gerais

Os carregadores de 125 V deverão ser submetidos a inspeção e ensaios pelo CONTRATADO, na presença do inspetor da CONTRATANTE, de acordo com os requisitos destas Especificações Técnicas e das normas IEC-146.

### 4.3.2 Carregadores

Deverão ser realizados todos os ensaios necessários a verificação das características técnicas e operacionais especificadas. Os ensaios considerados necessários são os listados a seguir:

Aferição dos instrumentos de medição;

Resistência de isolamento;

Tensão aplicada;

Energização a vazio;

Fator de potência;

Rendimento;

Tensão de ondulação - *Ripple*;

Aquecimento;

Limitação de corrente;

Regulação da limitação de corrente (estática e dinâmica);

Ajuste da tensão de flutuação e equalização;

Regulação de tensão de saída (estática e dinâmica);

Operacional;

Ajuste dos sensores;

Continuidade da fiação.

Nos ensaios acima deverão ser verificados se os valores obtidos seguem rigorosamente aos especificados e aceitos pela CONTRATANTE.

### 4.3.3 Transformadores

Os transformadores deverão ser ensaiados de acordo com as normas IEC-146-1-3, IEC-726 e IEC-76, conforme o caso. Os ensaios são os listados a seguir:

Elevação de temperatura;

Fator de potência do isolamento;



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

---

Resistência elétrica dos enrolamentos;

Resistência de isolamento;

Relação de tensão;

Polaridade;

Perdas (em vazio e em carga);

Corrente de excitação;

Impedância de curto-circuito;

Ensaio dielétricos.

### **4.4 Ensaio na Obra**

#### **4.4.1 Requisitos Gerais**

Após a instalação e montagem completa dos carregadores e baterias e execução da fiação externa, todos os equipamentos serão submetidos, pela CONTRATANTE e às suas expensas, aos ensaios na Obra.

Os ensaios na Obra deverão ser realizados de acordo com as recomendações das normas técnicas aplicáveis.

#### **4.4.2 Ensaio na Obra**

Os ensaios para cada bateria constarão do seguinte:

inspeção visual;

ensaio de capacidade de descarga em 5 ou 10 horas;

análise físico-química do eletrólito;

Os ensaios na obra para cada carregador constarão do seguinte:

Tensão aplicada a frequência industrial, com valores de tensão equivalentes a 75% dos valores definidos pelas normas. Os ensaios serão realizados tanto nos circuitos principais quanto nos auxiliares.

Verificação e calibração de todos os dispositivos de ajuste e de proteção.

Ensaio operacional completo de todos os equipamentos instalados.

Ensaio operacional em todos os circuitos de automatismo, visando confirmar que estes circuitos atendem aos requisitos destas Especificações Técnicas.

## **5 . PEÇAS SOBRESSALENTES, ACESSÓRIOS E FERRAMENTAS ESPECIAIS**

### **5.1 Objetivo**

Esta seção especifica os requisitos gerais aplicáveis às peças sobressalentes, acessórios e ferramentas especiais a serem fornecidas sob este contrato.

### **5.2 Requisitos Gerais**

As peças sobressalentes a serem fornecidas deverão obrigatoriamente ser idênticas às originais e ser intercambiáveis com as mesmas, sem necessidade de ajustes.

Todas as peças sobressalentes e acessórios deverão ser embalados de forma a suportar sem deterioração armazenagens por longos períodos, em caixas separadas das peças originais.

Inscrições claramente visíveis em cada caixa deverão indicar as peças nelas contidas e a utilização de cada peça.



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

---

Peças pequenas sujeitas a perdas, deverão ser acondicionadas em embalagens plásticas fechadas, com inscrições indicando a sua utilização. Materiais sujeitos a oxidação ou ao ataque de fungos deverão ser devidamente protegidos e acondicionados em embalagens seladas, fechadas, com as inscrições indicando a sua utilização.

Estas embalagens poderão então ser acondicionadas em caixas junto com as outras peças.

Todas as inscrições feitas nas caixas e embalagens plásticas deverão ser em língua portuguesa. O tamanho e o conteúdo das inscrições deverão ser submetidos à aprovação da CONTRATANTE. No Manual de Instruções para Manutenção deverá constar uma lista de peças sobressalentes indicando obrigatoriamente a caixa e a embalagem onde a mesma poderá ser encontrada.

### 5.3 Baterias

#### 5.3.1 Peças Sobressalentes

No mínimo, os seguintes sobressalentes deverão ser fornecidos para cada bateria:

Seis (6) elementos (secos carregados), completos com tampas, válvulas, conectores, parafusos, etc;

Vinte(20) conectores entre elementos, completos com parafusos, porcas e arruelas;

Seis (6) terminais para ligação dos cabos externos;

Vinte (20) válvulas antiexplosão;

Seis (6) terminais e cabos para conexão entre elementos em dois níveis da estante;

Dois (2) conjuntos de válvulas ou tampas para transporte dos elementos.

#### 5.3.2 Acessórios

No mínimo, os seguintes acessórios deverão ser fornecidos para cada bateria:

termômetro a álcool, escala interna de -5 a 50 °C, com divisões de 1 °C, e exatidão de 1%;

densímetro composto de seringa, aerômetro, pipeta de vidro e pêra, com escala de 1,100 a 1,280 g/cm<sup>3</sup>, com divisões de 0,005 g/cm<sup>3</sup>, exatidão de 0,5%, calibrado para 25 °C, para uso em eletrólito ácido;

alças para transporte, para elemento de capacidade maior ou igual a 150 Ah;

funil plástico;

jarra plástica, de um litro, graduada;

bombona plástica, com capacidade para vinte litros, para água;

graxa antioxidante;

jogo de ferramentas para instalação e manutenção;

caixa de apetrechos em material plástico;

tampas de plástico para transporte e manutenção.

seringa;

eletrólito suficiente para complementação de nível por ocasião da instalação;

jogo de números de 1 a 60, em cor contrastante com o recipiente do elemento para cada bateria com 60 elementos.

### 5.4 Carregadores de Baterias

#### 5.4.1 Peças Sobressalentes



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

---

O CONTRATADO deverá fornecer a relação de preços unitários e quantidade de módulos, componentes e acessórios necessários à manutenção de todos os equipamentos do presente fornecimento por um período de 5 (cinco) anos.

As quantidades propostas deverão ser baseadas no TMEF (Tempo Médio Entre Falhas) e no tempo de fornecimento e manutenção de peças sobressalentes (TMR - Tempo Médio de Reposição).

Deverão ser fornecidos os dados relativos ao TMEF do equipamento proposto.

O CONTRATADO deverá indicar a metodologia adotada e as memórias de cálculo para o dimensionamento dos módulos e componentes em função do TMEF informado.

Para os itens consumíveis, e itens cuja vida útil seja inferior a 5 (cinco) anos, em lugar do TMEF, deverão ser considerados nos cálculos a expectativa de vida ou o inverso da taxa média de consumo, conforme aplicável. Para itens consumíveis sujeitos a envelhecimento o tempo médio de reparo deverá ser limitado ao tempo máximo de estocagem (validade) dos módulos.

Todos os módulos deverão possuir pelo menos uma unidade sobressalente, mesmo que os cálculos estatísticos indiquem quantidade necessária nula.

Os cálculos estatísticos não restringem a quantidade de sobressalentes nem exclui do CONTRATADO a responsabilidade pelo suprimento do estoque adequado de itens sobressalentes.

Caso o TMEF observado pela CONTRATANTE seja inferior ao informado pelo CONTRATADO, considerando-se um período de até 2 (dois) anos após a entrada em operação dos equipamentos, a mesma deverá ser ressarcida em número de módulos e peças de reposição suficientes para garantir o seu estoque de manutenção, bem como para garantia da confiabilidade de todo o sistema instalado sem ônus adicional.

Para itens que não possuam TMEF “declarado” (como cabos, botões, bobinas, parafusos, módulos estruturais de painéis, conectores, etc.) o CONTRATADO deverá dimensionar a quantidade de sobressalentes conforme sua experiência. Para este caso deverão ser fornecidos pelo menos as seguintes quantidades de sobressalentes:

Vinte por cento (20%) de cada tipo de chave de controle, seletora e relé auxiliar utilizado.

Cinco (5) jogos de contatos e bobinas de cada tipo e tamanho utilizados em relés, disjuntores ou contadores.

Cem por cento (100%) do número total de fusíveis de cada tipo e capacidade utilizado.

Vinte por cento (20%) do número total de conectores para entrada de cabos externos, de cada tipo utilizado.

No presente caso não deverão ser fornecidas menos do que duas unidades de cada tipo de componente especificado em percentual.

Todas as listas de sobressalentes, independentes do dimensionamento, deverão incluir a numeração codificada das peças sobressalentes, para facilitar a eventual aquisição e posterior estocagem das mesmas.

### 5.4.2 Ferramentas Especiais

Os carregadores de baterias deverão ser projetados de modo a evitar a necessidade de ferramentas especiais para instalação e manutenção.

Se forem necessárias ferramentas especiais, o Fornecimento deverá incluir dois conjuntos de quaisquer ferramentas especiais, chaves e dispositivos. Um destes conjuntos não deverá ser utilizado durante a montagem dos equipamentos.





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

O CONTRATADO deverá fornecer um conjunto de extensões, de acordo com o tipo de conectores utilizados nos cartões de circuitos eletrônicos, para medições e verificações dos mesmos fora do bastidor.

As extensões deverão ser executadas com chapas de circuito impresso do mesmo tipo utilizado na fabricação dos cartões, com cabos multicondutores paralelos construídos com condutores de cobre estanhados têmpera mole, com isolamento em PVC para tensão nominal não inferior a 300 V, e providos de chaves tipo miniatura para interrupção dos circuitos.

Cada conjunto completo deverá ser guardado em uma caixa de madeira de lei ou painel metálico, adequado para montagem em parede. O painel deverá ser provido de chapas de aço, identificando e indicando o uso de cada ferramenta.

### 6. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E INFORMAÇÕES DE PROPOSTA – CONDIÇÕES GERAIS

As informações abaixo deverão ser fornecidas pelo Proponente e apresentadas junto com a sua proposta. As características e valores garantidos pelo CONTRATADO deverão ser confirmadas pelos ensaios de fábrica.

Os dados solicitados serão utilizados como parâmetros para efetuar a habilitação da Proposta. Se são dados garantidos, a sua não apresentação inabilitará o Proponente.

Quaisquer alterações das informações técnicas não garantidas, discriminadas a seguir, que venham a ser consideradas necessárias, depois da aceitação da Proposta, para que o CONTRATADO forneça os equipamentos e os materiais de acordo com os Documentos de Contrato, estarão sujeitas à aprovação da CONTRATANTE, e de modo nenhum eximirão o CONTRATADO de suas obrigações contratuais.

### 7. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E INFORMAÇÕES DE PROPOSTA DAS BATERIAS

#### 7.1 Características Garantidas das Baterias

- |  |      |
|--|------|
| a) tensão nominal                        | (V)  |
| b) tensão final de descarga por elemento | (V)  |
| c) tempo nominal de descarga             | (h)  |
| d) capacidade nominal                    | (Ah) |

#### 7.2 Dados Técnicos das Baterias

- |                                     |      |
|-------------------------------------|------|
| a) fabricante                       |      |
| b) norma de fabricação              |      |
| c) tipo de elemento                 |      |
| d) número de elementos              |      |
| e) tensão de flutuação              | (V)  |
| f) tensão de equalização            | (V)  |
| g) corrente de descarga em 1 minuto | (A)  |
| h) catálogo                         | ref. |
| i) estantes                         |      |
| – material                          | ref. |
| – tratamento da estrutura           | ref. |



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

- dimensões
- altura (mm)
- largura (mm)
- comprimento (mm)
- desenho dimensional ref.
- Catálogo ref.

### 8. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E INFORMAÇÕES DE PROPOSTA DOS CARREGADORES DE BATERIAS

#### 8.1 Características Garantidas dos Carregadores de Baterias

- a) entrada de corrente alternada
  - tensão nominal (V)
  - fator de potência
  - distorção harmônica total
  - rendimento (%)
  - classe de isolamento (V)
- b) tensão de flutuação
  - tensão nominal (V)
  - faixa de ajuste (V-)
  - regulação estática (%)
  - regulação dinâmica (%)
- c) tensão de equalização
  - tensão nominal (V)
  - faixa de ajuste (V-V)
  - regulação estática (%)
  - regulação dinâmica (%)
- d) tensão de ondulação em valores RMS para 100% In com baterias a plena carga (%)

#### 8.2 Dados Técnicos dos Carregadores de Baterias

- a) fabricante
- b) norma de fabricação
- c) tipo
- d) entrada de corrente alternada
  - frequência (Hz)
  - número de fases
  - corrente nominal (A)



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

---

- desequilíbrio de corrente entre fases (%)
- e) faixa de ajuste da limitação de corrente (%-%)
- f) máxima corrente de curto-circuito na saída do carregador, valor de pico (A)
- g) dimensões
  - altura(mm)
  - largura (mm)
  - profundidade (mm)
- h) peso (kN)
- i) desenho dimensional ref.
- j) catálogo ref.