

1	10/09/2008	C	Revisão Geral
REVISÃO Nº	DATA	NATUREZA DA REVISÃO	DESCRIÇÃO DAS REVISÕES
Tipo de Emissão	A. Preliminar B. Para Aprovação C. Para Conhecimento	D. Para Cotação E. Para Construção F. Conforme Comprado	G. Conforme Construído H. Cancelado J. De Trabalho
			
PROJETO:	BDL 	DATA:	10/09/08
PROJETISTA:		DATA:	10/09/08
VERIFICAÇÃO:	ACMM 	DATA:	10/09/08
APROVAÇÃO:	MOG 	DATA:	10/09/08
 <p align="center"><b>MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL</b>  <b>PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO</b>  <b>COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO</b>  <b>NORDESTE SETENTRIONAL</b></p>			
<b>PROJETO EXECUTIVO - LOTE A</b>			
<p align="center"><b>ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS</b>  <b>COMPORTAS DAS ESTRUTURAS DE CONTROLE</b></p>			
	DATA	RUBRICA	APROVAÇÃO
PROJETISTA			
DESENHISTA			
VERIFICADO			
			CLIENTE
ESCALA	DOCUMENTO Nº		
	PROJETISTA: 885-MIN-ISF-ET-E0398		
	CLIENTE: 1210-EST-1251-80-10-001		
	REVISÃO		
	1		

---

# **MINISTÉRIO DE INTEGRAÇÃO NACIONAL**

---

*MI*

**Projeto de Integração do Rio São Francisco  
com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional**

---

## ***ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS COMPORTAS DAS ESTRUTURAS DE CONTROLE***

885-MIN-ISF-ET-E0398  
1210-EST-1251-80-10-001

Rev. 1  
Setembro/2008

## ÍNDICE

	PÁG.
<b>1. OBJETO E OBJETIVO.....</b>	<b>4</b>
<b>2. CONTEÚDO.....</b>	<b>4</b>
<b>3. FONTES DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA.....</b>	<b>6</b>
<b>4. EXTENSÃO DO FORNECIMENTO QUANTO AOS EQUIPAMENTOS .....</b>	<b>6</b>
<b>5. REQUISITOS BÁSICOS PARA O PROJETO E FABRICAÇÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>6. CT.1 - COMPORTA ENSECADORA.....</b>	<b>9</b>
6.1 OBJETIVO.....	9
6.2 CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTOS .....	10
6.3 REQUISITOS PARA O PROJETO E FABRICAÇÃO .....	11
6.3.1 Comporta Ensecadeira .....	11
6.4 FABRICAÇÃO E INSPEÇÃO .....	18
6.5 ENSAIOS DE FUNCIONAMENTO .....	19
6.6 GENERALIDADES .....	19
6.7 PROTEÇÃO E PINTURA .....	20
6.8 PROJETO EXECUTIVO .....	21
6.9 PEÇAS SOBRESSALENTE .....	21
<b>7. CT.2 - COMPORTAS SEGMENTO PARA AS ESTRUTURAS DE CONTROLE .....</b>	<b>22</b>
7.1 OBJETIVO.....	22
7.2 CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTOS .....	22
7.3 CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS .....	23
7.4 SISTEMA DE ACIONAMENTO, COMANDO E CONTROLE .....	24
7.5 REQUISITOS PARA O PROJETO E FABRICAÇÃO .....	24
7.6 FABRICAÇÃO E INSPEÇÃO .....	43
7.7 ENSAIOS DE FUNCIONAMENTO .....	44
7.7.1 Generalidades.....	44
7.8 PROTEÇÃO E PINTURA .....	46
7.9 PROJETO EXECUTIVO .....	46
7.10 PEÇAS SOBRESSALENTE .....	47
<b>8. CT.3 - FABRICAÇÃO E INSPEÇÃO.....</b>	<b>48</b>
8.1 OBJETIVO.....	48
8.2 MATERIAIS MECÂNICOS .....	48
8.2.1 Generalidades.....	48
8.3 MATERIAIS ELÉTRICOS (ONDE APLICÁVEL) .....	49
8.4 SOLDAS ELÉTRICAS .....	53
8.5 INSPEÇÃO MECÂNICA .....	54
8.6 ANÁLISE QUÍMICA.....	57
8.7 CONTROLE DAS SOLDAS .....	58
8.8 INSPEÇÃO ELÉTRICA.....	62
8.8.1 Generalidades.....	62
<b>9. CT.5 - PROTEÇÃO E PINTURA .....</b>	<b>63</b>

---

9.1	OBJETIVO.....	63
9.2	TRATAMENTO DA SUPERFÍCIE.....	63
9.3	PREPARO E APLICAÇÃO DAS TINTAS.....	63
9.4	INSPEÇÃO E TESTES.....	65
9.5	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA PINTURA.....	65
9.5.1	<i>Generalidades</i> .....	65
9.6	CORES.....	67
9.7	RETOQUES.....	67
9.8	OUTROS TIPOS DE PROTEÇÃO.....	68

## **1. OBJETO E OBJETIVO**

A presente ESPECIFICAÇÃO define as características referente às comportas e grades das Estruturas de Controle, localizadas no Eixo Norte, Trecho I, referentes ao Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional.

Esta ESPECIFICAÇÃO deverá ser complementada, onde aplicável, com os requisitos dispostos nas Especificações Técnicas Gerais – Equipamentos Elétricos e Mecânicos – 1210-EST-1001-80-10-001.

O equipamentos a ser fornecido pelo fabricante deverá conter um conjunto completo de componentes com tudo o que for necessário ao perfeito funcionamento dos mesmos, para a finalidade prevista.

Os equipamentos a seguir discriminados deverão ser projetados conforme as limitações, localizações e dimensões impostas nos desenhos de referência, conforme discriminado no Quadro 1.1 a seguir.

## **2. CONTEÚDO**

Esta ESPECIFICAÇÃO compõe-se de volume único com as seguintes especificações:

- ✓ CT.1 - Comportas Ensecadeiras e Complementos
- ✓ CT.2 - Comportas Segmento e Complementos
- ✓ CT.3 - Fabricação e Inspeção
- ✓ CT.4 - Proteção e Pintura

**QUADRO 1.1**  
**TAG DAS COMPORTAS DAS ESTRUTURAS DE CONTROLE**

Localização	Estrutura	TAG	Descrição	Quantidade		Especificação	Desenhos de Referência
				1a Fase	Total		
Reservatório Tucutú/ CN-02	Estrutura de Controle	1255-CPTA-001	comportas tipo segmento de superfície; largura de 2,40m; altura do paramento na vertical de 3,10m; raio externo de 7,0m.	4	4	1210-EST-1251-80-10-001	1210-DEP-1255-80-32-001-R01 1210-DEP-1255-80-43-001-R00
Reservatório Serra do Livramento/ CN-10	Estrutura de Controle	1256-CPTA-001	comportas tipo segmento de superfície; largura de 2,40m; altura do paramento na vertical de 3,10m; raio externo de 7,0m.	4	4	1210-EST-1251-80-10-001	261-FUN-TSF-A1-B0422 261-FUN-TSF-A1-B0423
Reservatório Negreiros/ CN-14	Estrutura de Controle	1257-CPTA-001	comportas tipo segmento de superfície; largura de 2,40m; altura do paramento na vertical de 2,90m; raio externo de 7,0m.	4	4	1210-EST-1251-80-10-001	261-FUN-TSF-A1-B0422 261-FUN-TSF-A1-B0423
Reservatório Milagres/ CN-15	Estrutura de Controle	1258-CPTA-001	comportas tipo segmento de superfície; largura de 2,40m; altura do paramento na vertical de 2,90m; raio externo de 7,0m.	4	4	1210-EST-1251-80-10-001	261-FUN-TSF-A1-B0422 261-FUN-TSF-A1-B0423
Estrutura de Controle	Estrutura de Controle	1251-CPTA-001	comportas ensecadeiras para fechamento a montante; largura de 2,40m e altura de 1,4m.	3	3	1210-EST-1251-80-10-001	261-FUN-TSF-A1-B0422 261-FUN-TSF-A1-B0423
Estrutura de Controle	Estrutura de Controle	1251-CPTA-002	comportas ensecadeiras para fechamento a jusante; largura de 2,40m e altura de 1,4m.	4	4	1210-EST-1251-80-10-001	261-FUN-TSF-A1-B0422 261-FUN-TSF-A1-B0423

### **3. FONTES DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA**

São disponíveis para o que for necessário as seguintes tensões, com as 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.

Em casos especiais em que seja necessária a utilização de tensões diferentes das padronizadas para determinados equipamentos, estas deverão ser obtidas através de transformadores auxiliares intermediários fornecidos pelo FABRICANTE nas condições e capacidade adequadas, desde que seja aprovada sem qualquer custo adicional.

### **4. EXTENSÃO DO FORNECIMENTO QUANTO AOS EQUIPAMENTOS**

Os equipamentos aqui especificados compreendem:

- ✓ Para as 4 (quatro) Estruturas de Controle de Superfície, dos reservatórios de Tucutú/CN-02, Serra do Livramento/CN-10, Negreiros/CN-14 e Milagres/CN-15, do Eixo Norte – Lote A:
  - ✧ 2 (duas) comportas ensecadeiras com “by-pass”, uma com 4 (quatro) e a outra com 3 (três) elementos, para fechamento de uma das aberturas de uma das 4 (quatro) Estruturas de Controle de Superfície, respectivas peças fixas de segunda concretagem para as 16 (dezesesseis) aberturas das ECS, viga pescadora e tampas.
- ✓ Para cada uma das 4 (quatro) Estruturas de Controle de Superfície, dos reservatórios de Tucutú/CN2, Serra do Livramento, Negreiros e Milagres, do Eixo Norte – Trecho I:
  - ✧ 4 (quatro) comportas do tipo segmento, acionadas por meio de sistema óleo-hidráulico, respectivas peças fixas de segunda concretagem para dispositivos de calagem e complementos.

Fazem ainda parte deste fornecimento, convenientemente referidos aos equipamentos acima citados:

- ✓ Pré-montagem na Fábrica;
- ✓ Transportes dos equipamentos à Obra;
- ✓ Adicional de montagem na Obra: todos os pinos, parafusos, porcas, arruelas, anéis, juntas, etc., necessários à montagem dos equipamentos na Obra, devendo ser fornecidos com acréscimo de 10% (dez por cento);

- ✓ Pintura completa dos equipamentos na Fábrica, conforme discriminado nesta ESPECIFICAÇÃO;
- ✓ Eletrodos e demais materiais de consumo se necessários para a complementação montagem na Obra;
- ✓ Fornecimento de toda tinta necessária para retoques ou repintura no caso de partes danificadas durante o transporte, armazenamento e montagem;
- ✓ Todos os óleos e graxas do primeiro enchimento;
- ✓ Em caráter provisório: todos os aparelhos, materiais e equipamentos necessários à realização dos ensaios em Fábrica;
- ✓ Embalagem de proteção e embarque na Fábrica para transporte;
- ✓ Manuais de armazenamento, manutenção para armazenamento, montagem, operação e manutenção;
- ✓ Armazenagem dos equipamentos na Fábrica;
- ✓ Projeto de fabricação de todos os equipamentos e componentes;
- ✓ Peças sobressalentes conforme discriminado nesta ESPECIFICAÇÃO;
- ✓ Dispositivos especiais eventualmente necessários ao transporte, montagem ou manutenção dos equipamentos;
- ✓ Todos os cabos elétricos e acessórios necessários, como eletrodutos, conexões, etc.; para executar as instalações elétricas dos equipamentos até o Quadro de Comando Local.

O fornecimento deverá compreender, também, todas as eventuais ferramentas especiais e gabaritos de ajuste necessários à montagem dos equipamentos na Obra.

As especificações descritas de modo genérico para um equipamento ou sua parte estendem-se a todos os equipamentos que fazem parte desse fornecimento, se cabível.

## **5. REQUISITOS BÁSICOS PARA O PROJETO E FABRICAÇÃO**

O equipamento será construído segundo as normas da melhor e mais moderna técnica, com materiais novos de primeira qualidade. Todas as peças apresentarão um acabamento em relação à sua importância, colocação e destinação.

O equipamento deverá ter montagem perfeita, considerando-se os últimos progressos técnicos obtidos. Deverá ser fixado pelo FORNECEDOR o desempenho esperado por cada equipamento em condições normais de funcionamento industrial, manobras ou em caso de acidentes de funcionamento, condições estas que declara serem de seu conhecimento, para que se obtenha a máxima segurança de funcionamento.



Todas as tolerâncias constarão dos desenhos de projeto executivo do respectivo equipamento. Elas garantirão perfeita operação, melhor qualidade, facilidade de montagem e manutenção e mínimo desgaste dos equipamentos.

O equipamento será projetado de tal modo que a facilidade de desmontagem seja considerada para fins de manutenção preventiva ou eventuais consertos.

O acesso às partes mais delicadas ou sujeitas a desgaste deverá envolver o mínimo de desmontagens.

Todas as peças que, pelas suas dimensões, formas, ou outra razão, necessitem de recursos que facilitem o seu manuseio nas operações de transporte, montagem e desmontagem, serão providas de alças de levantamento, orifícios rosqueados para anel de levantamento, suportes etc. O FORNECEDOR deverá prever os casos em que dispositivos especiais devam ser utilizados para atender as condições particulares de transporte, montagem e manutenção, incluindo-se os mesmos no fornecimento dos equipamentos correspondentes.

A desmontagem dos equipamentos elétricos e o acesso aos mesmos deverão ser feitos com o máximo de simplicidade e segurança, sem que haja necessidade de interrupção do funcionamento de equipamentos contíguos.

O emprego de componentes padronizados, tanto mecânicos como elétricos, será evidenciado pelo FORNECEDOR nas listas de materiais. A variedade dentro de cada tipo de componente padronizado será mínima, inclusive para componentes comerciais, o que será justificado nos memoriais de cálculo.

Tanto no projeto como na terminologia, serão aplicadas, de preferência, normas brasileiras, podendo, entretanto, os cálculos serem desenvolvidos segundo normas específicas estrangeiras, as quais serão devidamente referenciadas. Entretanto, as condições estipuladas em qualquer seção desta especificação serão prioritárias em relação à norma considerada, nos casos de discordância ou omissões.

O equipamento, parte deste, ou suas peças deverão ser dimensionados para as condições mais desfavoráveis possíveis, seja durante o seu funcionamento, montagem ou transporte, segundo critérios da norma adotada.

Os componentes elétricos utilizados deverão ser projetados, fabricados e ensaiados de acordo com as normas da ABNT aplicáveis, exceto quando especificado de outra forma em qualquer seção desta ESPECIFICAÇÃO. Para os itens não abrangidos por estas ou pelas normas da ABNT poderão ser adotadas as normas das seguintes associações: IEC, NEMA, DIM, ASTM, ou equivalentes, devendo o FORNECEDOR indicar explicitamente as normas a serem utilizadas.

O equipamento elétrico e seus suportes de fixação deverão ser projetados de forma a resistir aos esforços eletrodinâmicos devidos às correntes de curto-circuito nas condições mais desfavoráveis, bem como ao aquecimento correspondente até a entrada em funcionamento dos dispositivos de proteção.

Todos os circuitos deverão ser previstos de modo que nenhuma peça sob tensão se ache ao alcance da mão. As faces dos quadros não deverão apresentar qualquer parte condutora sob tensão. Todas as verificações dos circuitos de força e comando deverão ser permitidas somente prevendo as condições de segurança necessária que evitem qualquer risco para os operadores dos equipamentos.

Todos os dispositivos do equipamento elétrico, susceptíveis de desgaste normal ou acidental, deverão ser providos de partes removíveis que possam ser fácil e economicamente substituíveis, evitando-se, na medida do possível, a substituição completa desses dispositivos.

Para todos os componentes elétricos deverão ser consideradas todas as proteções necessárias, na determinação das características de cada componente.

Placas para os equipamentos ou suas partes, com gravação do nome do FORNECEDOR, ano de fabricação e dados nominais, serão feitas de aço inoxidável ou bronze com espessura e fixação apropriadas para longa permanência. Placas com indicações para operação serão soldadas ou parafusadas, com gravações em português e, quando aplicável, serão placas indicativas do sentido de rotação. Não serão aceitas fixações de placas com adesivo.

A pressão de contato entre as peças de cada equipamento e o concreto não será superior àquela que determine para o concreto uma tensão máxima igual a 6,5 MPa. A pressão de contato será calculada considerando-se as peças implicadas como vigas apoiadas em fundação elástica.

Nos pontos particulares, onde houver necessidade de se ultrapassar esta tensão máxima especificada, O FORNECEDOR solicitará, por escrito.

A taxa máxima permissível de aderência de chumbadores no concreto será de 0,6 MPa.

## **6. CT.1 - COMPORTA ENSECADEIRA**

### **6.1 OBJETIVO**

---

Estas ESPECIFICAÇÕES fixam os requisitos técnicos mínimos para o fornecimento das comportas ensecadeiras das:

- ✓ Estruturas de Controle de Superfície de saída de reservatório;

Localizadas no Eixo Norte, Trecho I, referentes ao Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional.

---

## **6.2 CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTOS**

---

### ***Características Gerais***

Nas Estruturas de Controle, serão utilizadas duas comportas ensecadeiras a serem colocadas em ranhuras a montante e a jusante da comporta segmento.

A estocagem dos elementos dessas comportas ensecadeiras poderá ser feita em área própria na Estação de Bombeamento mais próxima da respectiva Estrutura de Controle.

A comporta ensecadeira será subdividida em painéis de mesmas dimensões e intercambiáveis, onde aplicável.

As comportas ensecadeiras serão metálicas de construção soldada, com paramento e plano de vedação voltado para o lado contrário da água retida. Serão guiados por sapatas guias instaladas nas cabeceiras e serão manobrados isoladamente, em meio equilibrado, com auxílio dos equipamentos de levantamento.

Para equilíbrio de pressões nas faces montante e jusante da comporta ensecadeira, deverá ser utilizado um sistema de “by-pass” incorporado ao painel inferior (ou painel único), composto de 2 (duas) válvulas com diâmetros compatíveis com as dimensões da comporta, operadas simultaneamente pelo próprio peso da viga pescadora.

Os outros painéis (quando houver) deverão ser providos de hastes de acionamento do “by-pass”.

A estocagem do painel da comporta ensecadeira será feita através de dispositivos de calagem.

A viga pescadora possuirá pontos de sustentação compatíveis com as dimensões do gancho do equipamento de levantamento.

A viga pescadora também será estocada nas ranhuras de operação, através de dispositivos de calagem.

### ***Características Principais***

As características principais das comportas ensecadeiras estão apresentadas na Tabela 6.1.

**TABELA 6.1**  
**CARACTERÍSTICAS DAS COMPORTAS ENSECADDEIRAS**

<b>TOMADA D'ÁGUA</b>	<b>ESTRUTURA DE CONTROLE DE SUPERFÍCIE (TUTUCU, SERRA DO LIVRAMENTO, NEGREIROS E MILAGRES)</b>
Quantidade de aduções por Estrutura	4
Quantidade de comportas	2
Quantidade de painéis por comporta	3 a montante 4 a jusante
Quantidade de jogos de peças fixas por Estrutura	$2 \times 4 = 8$
Vão livre (m)	2,4
Altura do painel (m)	1,4
Quantidade de vigas pescadoras	1

As elevações da estrutura e os correspondentes níveis d'água estão apresentados nas tabelas das comportas segmento (ver CT.3).

### **6.3 REQUISITOS PARA O PROJETO E FABRICAÇÃO**

#### **6.3.1 Comporta Ensecadeira**

##### **a) Tabuleiro**

O tabuleiro de cada painel da comporta ensecadeira será de construção soldada e possuirá uma chapa estanque a jusante, devidamente nervurada, apoiada em uma armação de aço estrutural formada por vigas horizontais, estendidas entre cabeceiras e espaçadas entre si de modo que a carga hidráulica aplicada se distribua igual e uniformemente.

A carga hidráulica suportada pela estrutura da comporta será transferida às estruturas de concreto somente através das cabeceiras, as quais atuarão sobre as peças fixas. Cada cabeceira terá os cantos arredondados na face de encosto com a referida peça fixa.

As vigas horizontais deverão ser unidas entre si por meio de diafragmas verticais, de modo que seja conferido ao tabuleiro a resistência e a rigidez necessárias para que o mesmo suporte os esforços aplicados durante a operação, o transporte e a montagem da comporta.

A estanqueidade será obtida através de vedações que assentarão em barras ou perfis, com a tolerância de planicidade definida no projeto e assegurada por meio de usinagem, esmerilhamento ou calibração de calderaria. A fixação das vedações no tabuleiro será feita por meio de barras de aperto e, sempre que possível, por meio de parafusos passantes. Os parafusos, porcas e arruelas serão de aço inoxidável.

Quando houver, o painel superior se assentará perfeitamente sobre o painel inferior e será assegurada uma uniformidade de folgas com o objetivo de garantir boa vedação entre eles e evitar esmagamento excessivo das borrachas.

O painel inferior se apoiará também lateralmente na soleira, através das cabeceiras.

O painel de comporta possuirá dois pontos de suspensão localizados simetricamente em relação ao centro e que servirão nas operações de movimentação da comporta através da viga pescadora. O centro de gravidade do painel e seus pontos de suspensão deverão estar em um mesmo plano, paralelo à chapa de paramento.

O painel possuirá no mínimo 4 (quatro) peças de guia lateral, 2 (duas) em cada uma de suas cabeceiras. Os eixos de simetria dessas peças pertencerão a um plano que conterá também o centro de gravidade dos painéis. Essas peças de guia serão ajustadas para a regulação de sua folga em relação às peças fixas por meio de calços de aço inoxidável e serão fixados por meio de parafusos e porcas em aço inoxidável.

Todos os lugares onde possam haver acúmulo de água serão providos de furos de drenagem.

Todas as superfícies da estrutura permitirão amplo acesso para fins de aplicação dos processos de limpeza e pintura.

Todas as soldas deverão ser estanques.

### ***b) Válvulas “by-pass”***

Os dispositivos de acionamento das válvulas “by-pass”, as quais estarão dispostas simetricamente em relação à linha de centro da comporta, terão os eixos ou pinos de articulação, parafusos, porcas de fixação, superfícies de contato com vedações ou com buchas de guia executados em aço inoxidável AISI 304 ou similar. As buchas de articulação ou deslizamento desses dispositivos serão autolubrificantes e próprias para trabalho submerso em água.

### ***c) Vedações***

A comporta possuirá vedações as quais deverão atuar contra as peças fixas de montante.

As peças de vedação serão fixadas com placas de aço isentas de cantos vivos, por meio de parafusos, porcas e arruelas de aço inoxidável AISI 304. Serão criadas condições que permitam a regulação das peças de vedação, levando-se em conta as folgas existentes entre as peças fixas e as partes móveis.

O sistema de vedação será projetado utilizando-se borracha prensada de dureza 60 a 70 ‘SHORE’ na escala “A”, de modo a assegurar uma vedação que atenda aos limites de vazamento estabelecidos nestas especificações, estando a comporta fechada.

As vedações nos cantos serão feitas, sempre que possível, em uma única peça fundida, que será vulcanizada às respectivas peças laterais e frontal. Em outros casos, a continuidade da vedação nos cantos será obtida por pré-compressão das vedações.

Não serão aceitas outras emendas que não sejam as acima citadas nem operações de vulcanização na Obra.

As peças de vedação serão acondicionadas separadamente para fins de transporte e armazenagem. O FORNECEDOR deverá prover instruções para este acondicionamento tendo em vista o armazenamento das peças de reserva.

A pressão d'água colaborará no efeito de vedação.

Os sistemas de fixação das vedações serão concebidos de maneira a impossibilitar, de modo irrefutável, qualquer redução dos graus de compressão impostos às vedações, quando em posição de trabalho. As vedações serão fornecidas com um excesso de comprimento de 50 mm para fins de ajustagem na montagem, onde aplicável.

As barras de aperto das vedações serão furadas em conjunto com os painéis da comporta e serão identificadas antes de serem desmontadas. Quando montadas, a folga entre duas barras de aperto adjacentes não excederá 4 mm.

A furação das vedações será sempre executada na Obra. Qualquer procedimento distinto dos acima descritos será objeto de acordo entre o FORNECEDOR e a FISCALIZAÇÃO.

#### ***d) Critérios de Projeto***

A comporta ensecadeira e seus componentes serão projetados considerando-se as condições descritas a seguir:

##### ***Dimensionamento***

- ✓ Fechará sob ação do peso próprio somente com pressões hidráulicas equilibradas;
- ✓ Abrirá somente com pressões hidráulicas equilibradas;
- ✓ Resistirá à pressão d'água correspondente ao nível máximo maximorum de montante, estando vazio o lado a jusante, considerado como caso de carga especial;
- ✓ Resistirá à pressão d'água correspondente ao nível máximo normal de montante, estando vazio o lado a jusante, considerado como caso de carga normal;
- ✓ Cada ponto de suspensão será dimensionado para suportar as condições de carga mais desfavoráveis entre as descritas a seguir:
  - ✧  $0,5 \times (\text{esforço máximo de manobra}) \times 1,15$ , como caso de carga normal;

- ✧ 0,5 x (carga de atuação do dispositivo de sobrecarga da elevação da talha elétrica da monovia), como caso de carga excepcional.

### ***Esforço de Manobra***

Os coeficientes de atrito a serem considerados são os seguintes:

<i>Material</i>	<i>Estático</i>		<i>Cinético</i>	
	<i>Máximo</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Mínimo</i>
• Vedações de Neoprene sobre aço inoxidável	1,50	0,80	0,800	0,400
• “Teflon” sobre aço inoxidável	0,20	0,10	0,100	0,050
• Aço sobre aço, não lubrificado	0,70	0,50	0,500	0,300
• Aço sobre aço, lubrificado	0,50	0,10	0,300	0,050
• Mancais de bronze lubrificados à graxa	-	-	0,100	0,050

- ✓ A pré-compressão das vedações será também considerada e expressa em toneladas por metro;
- ✓ O valor adotado nos cálculos será justificado em função do perfil empregado e do grau de pré-compressão imposto ao mesmo;
- ✓ O esforço máximo calculado para manobra será obtido empregando-se os coeficientes de atrito mais desfavoráveis;
- ✓ O peso da comporta incluirá o peso da pintura.

### ***Dispositivos de Calagem***

Os dispositivos de calagem serão de acionamento manual. Suas localizações e dimensões serão determinadas pelo FORNECEDOR, de modo a permitir que cada painel da comporta enscadeira, quando estocado, tenha o seu ponto mais alto de modo a não interferir com a tampa de cobertura.

Cada dispositivo possuirá um braço montado sobre bucha autolubrificante e basculará em torno do eixo de aço inoxidável. O eixo terá duplo apoio, um de cada lado do respectivo braço.

Os dispositivos de calagem, suas peças fixas e os apoios de calagem do painel da comporta suportarão o peso do painel multiplicado pelo fator de impacto de 1,25 como caso de carga normal. O máximo esforço do operador será de 100 N.

### ***Peças Fixas***

Os conjuntos das peças fixas serão projetados para serem rígidos e levarão em conta a possibilidade de corrosão.

Os suportes das peças fixas serão constituídos de chapas e perfilados.

Todas as peças fixas terão suas superfícies com tolerâncias de fabricação compatíveis com as tolerâncias de montagem, garantindo-se, deste modo, a facilidade de montagem, o perfeito posicionamento dos painéis e o perfeito funcionamento das vedações.

As peças de espera a serem embutidas no concreto primário não fazem parte do presente fornecimento.

As peças fixas fornecidas pelo FORNECEDOR serão apropriadas para suportarem as cargas transmitidas pela comporta e pela viga pescadora.

As peças fixas serão de construção soldada.

Quando forem necessários chanfros para a solda de campo, os mesmos serão feitos em Fábrica.

Todas as junções a serem feitas durante a montagem na Obra possuirão talas com parafusos, porcas e pinos de guia ou chavetas, posicionados durante a montagem na Fábrica.

Cada peça fixa possuirá hastes roscadas com porcas que, soldadas às peças de espera no concreto primário, servirão única e exclusivamente para o alinhamento, nivelamento e regulagem da posição de cada peça, assim como para garantia desta posição após a instalação e durante a concretagem secundária. As hastes roscadas terão comprimento de rosca suficiente para as finalidades acima descritas.

Cada conjunto de peças fixas referentes às ranhuras de operação da comporta ensecadeira será constituído de peças fixas de apoio e de vedação lateral, de frontal (quando houver), de guia lateral, de soleira e de calagem da comporta (quando houver).

As barras de aço inoxidável de revestimento das peças fixas terão uma dureza de no mínimo BHN 350 e uma espessura acabada não inferior a 6 mm.

#### ✓ ***Peças Fixas de Apoio e de Vedação Lateral***

A peça fixa de apoio e vedação lateral será constituída de uma viga formada de chapas soldadas, revestida de aço inoxidável nas zonas de apoio das cabeceiras e da vedação lateral.

Essa viga transmitirá ao concreto as cargas aplicadas pelas cabeceiras dos painéis da comporta ensecadeira. Essa peça fixa será instalada a partir da soleira até a altura da frontal ou do coroamento, conforme o caso.

A extremidade superior dessa peça fixa será convenientemente dobrada para facilitar a colocação da comporta nas suas guias. Solidária a esta peça fixa, existirá uma blindagem para proteção das arestas de concreto.



✓ ***Peças Fixas de Guia Lateral***

As peças fixas de guia lateral da comporta ensecadeira serão constituídas de trilhos segundo os requisitos da norma ASTM-A1.

Os trilhos deverão se estender desde a soleira até o nível do dispositivo de calagem, onde deverá ter chanfros adequados para facilitar a entrada da comporta e da viga pescadora.

Dois perfis cantoneira, verticais, deverão proteger as arestas de concreto à montante.

✓ ***Peças Fixas da Soleira***

A peça fixa da soleira da comporta será constituída de um perfil de chapas soldadas. Uma barra chata de aço inoxidável será soldada à aba do perfil e constituirá o apoio da vedação da soleira. Haverá prolongamentos laterais na peça da soleira a fim de possibilitar apoio das cabeceiras da comporta. Tais prolongamentos serão também revestidos de aço inoxidável.

✓ ***Peças Fixas da Frontal***

A peça fixa da frontal será constituída de chapas de aço carbono soldadas, com reforços devidamente espaçados. A borda inferior da peça fixa frontal deverá ser dobrada para jusante de modo que haja concordância da mesma com o perfil de concreto.

Na superfície vertical da frontal será soldada uma barra chata de aço inoxidável para assento da vedação frontal. Não haverá contato entre as vedações e o aço carbono da peça fixa. A superfície de vedação (borda superior da peça fixa) será dobrada também para jusante a fim de garantir a compressão progressiva da vedação e a concordância da vedação frontal com a vedação lateral.

✓ ***Peças Fixas da Calagem***

A peça fixa de calagem será a própria base que serve de apoio para o braço articulado.

Essas peças fixas serão instaladas em rebaixos situados em ambas as laterais das ranhuras.

✓ ***Critérios de Projeto***

As peças fixas suportarão e transmitirão às estruturas de concreto os carregamentos respectivos.

A peça fixa frontal será carregada apenas pela vedação frontal.

As peças fixas da soleira serão projetadas considerando-se os esforços máximos atuantes devidos ao peso próprio da comporta mais cargas hidráulicas.

### ✓ **Viga Pescadora**

A viga pescadora será constituída de uma estrutura principal, dotada de ganchos, sistema de tirantes de acionamento dos ganchos e rodas de guia. Essa estrutura será constituída de vigas de construção soldada ou de perfis laminados.

O acoplamento da viga pescadora ao gancho do respectivo equipamento de levantamento será feito através de pino de aço inoxidável, incluído neste fornecimento.

A construção da viga pescadora será tal que, estando o painel da comporta ensecadeira a ela acoplada, este achar-se-á rigorosamente na posição vertical.

A viga pescadora será guiada nas peças fixas de guia lateral da comporta por meio de rodas biflangeadas.

Os ganchos serão ligados a tirantes que permitirão as operações de engate e desengate automáticas com os pontos de suspensão da comporta, sendo garantida a simultaneidade de acionamento dos ganchos.

O acoplamento automático dos ganchos será efetuado por sistema de contrapeso. A viga pescadora permitirá realizar as seguintes operações:

Descer com o equipamento até o seu local de operação ou calagem e subir solitária.

Descer solitária até o local de operação ou calagem, acionar pelo peso próprio as válvulas bypass e subir com o equipamento.

Todos os lugares onde possa haver acúmulo de água, serão providos de furos de drenagem.

A superfície aparente, sujeita à resistência da água, quando operada submersa, será a mínima possível.

Todos os eixos ou pinos que tenham contato com peças submetidas a movimentos angulares de qualquer amplitude, serão feitos de aço inoxidável e montados sobre buchas autolubrificantes apropriadas para utilização submersa em água.

A viga pescadora será dimensionada considerando as condições descritas a seguir.

Cada gancho suportará as seguintes condições de carregamento:

- ✓ 0,5 x (esforço máximo de manobra) x 1,15, como caso de carga normal;
- ✓ 0,5 x (carga de atuação do dispositivo de sobrecarga da elevação do guincho), como caso de carga excepcional.

### ***Tampas das Ranhuras***

Fazem parte do fornecimento do FORNECEDOR as tampas que cobrem as ranhuras de operação da comporta ensecadeira.

As tampas serão niveladas com a elevação do coroamento.

As tampas serão fabricadas com perfis e chapas, serão de construção soldada e o piso em chapa xadrez.

Todas as tampas serão removíveis e os quatro pontos de suspensão não serão salientes.

As peças fixas para assentamento das tampas serão fabricadas com perfilados e providas dos necessários dispositivos de ancoragem ao concreto.

Quando fora da posição de trabalho, qualquer uma das tampas será estocada sobre o concreto ou sobre outra tampa qualquer; para tanto serão previstos os apoios necessários, os quais não danificarão a pintura da outra tampa sobre a qual estará estocada.

Toda água de qualquer origem será convenientemente drenada.

As tampas serão devidamente calculadas para resistirem a um carregamento de 5 kN/m<sup>2</sup>.

## **6.4 FABRICAÇÃO E INSPEÇÃO**

---

### ***Generalidades***

Nenhuma inspeção ou ensaio deverá ser efetuada sem que os desenhos e listas de materiais tenham sido devidamente aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

Para as exigências básicas de fabricação e inspeção, consultar a “CT.4 - Fabricação e Inspeção”, apresentada neste Volume.

### ***Ensaio na Fábrica***

Todos os equipamentos estarão sujeitos a inspeção durante a fabricação e testes finais na Fábrica do FORNECEDOR, pelos inspetores da FISCALIZAÇÃO, não eximindo em nenhuma hipótese o FORNECEDOR de quaisquer obrigações e responsabilidades contratuais.

Os equipamentos serão liberados para transporte somente após o parecer favorável da FISCALIZAÇÃO.

O custo decorrente das inspeções referentes a este item será suportado pelo FORNECEDOR.

De modo geral os equipamentos ou suas partes serão pré-montados ou montados em condições de serviço, com as uniões e emparelhamento reais, em Fábrica.

Marcas de emparelhamento serão convenientemente executadas de modo legível, por meio de pintura e punção, de modo a assegurar um acoplamento correto, quando da montagem na Obra da FISCALIZAÇÃO. Montagens especiais serão feitas com auxílio de pinos de guia.

Cada conjunto pré-montado ou montado na Fábrica será inspecionado pela FISCALIZAÇÃO para verificação de planicidade, alinhamento, acoplamento e controle dimensional, conforme indicado a seguir.

Os tabuleiros dos painéis da comporta serão totalmente pré-montados na Fábrica.

Serão pré-montadas em posição horizontal, as vigas frontal e soleira completas, com seus tramos laterais. Os restantes elementos das peças fixas, serão pré-montados em separado, também em posição horizontal, considerados 2 (dois) a 2 (dois), cada parte com a parte adjacente.

A viga pescadora será montada completa, devendo ser verificada as manobras de engate e desengate dos ganchos com cada painel.

Será ainda verificado o perfeito alinhamento de cada painel e viga pescadora em relação ao centro de gravidade do conjunto.

## **6.5     *ENSAIOS DE FUNCIONAMENTO***

## **6.6     *GENERALIDADES***

---

Os Ensaios de Funcionamento na Obra serão executados conforme o roteiro a ser estabelecido pelo FORNECEDOR.

Após os Ensaios na Obra serão elaborados os respectivos relatórios, os quais apresentarão todos os valores obtidos nos correspondentes ensaios, ficando sujeitos à análise do FORNECEDOR.

Os Ensaios descritos para um equipamento ou sua parte estendem-se aos equipamentos ou partes do mesmo tipo.

De modo geral, os aparelhos, dispositivos e cargas de ensaio, utilizados durante os ensaios serão estabelecidos pelo FORNECEDOR.

A indicação dos ensaios definidos nesta especificação é orientativa, podendo a fiscalização solicitar uma extensão ou outros tipos de Ensaios, além dos indicados, caso julgar necessário para verificação da qualidade ou desempenho do equipamento, desde que tais ensaios não afetem as suas características principais.

Após a efetivação de todos os ensaios e sanadas todas as deficiências ou irregularidades eventualmente levantadas durante essa fase de trabalho, serão feitas novas inspeções para constatar que todas as correções foram executadas e eliminadas todas as deficiências ou irregularidades observadas.

### ***Ensaio Iniciais na Obra***

Todos os equipamentos, após definitivamente montados na Obra, serão submetidos a ensaios de funcionamento, em vazio, com carga nominal e com sobrecarga, quando especificado ou exigido por norma técnica aplicável.

Serão verificadas todas as características de funcionamento, exigidas nestas especificações e fornecidas pelo FABRICANTE nos memoriais de cálculo, desenhos, manuais de operação e catálogos do equipamento ou de seus componentes. Será verificado se todos os componentes do equipamento trabalham sob condições normais de operação, definidas naqueles documentos ou em normas técnicas aplicáveis.

Após os ensaios e desde que não se constate nenhum defeito nos equipamentos, bem como não exista nenhum problema contratual pendente, será elaborado pela FISCALIZAÇÃO um relatório contendo todos os valores obtidos durante os Ensaio Iniciais da Obra, que corresponderá ao “Termo de Aceitação Provisória”.

### ***Ensaio Finais na Obra***

No fim do período, decorrentes 24 meses da entrega do equipamento ou 18 meses da entrada em funcionamento, a FISCALIZAÇÃO poderá realizar os ensaios definidos nesta especificação, ou outros que julgar necessários, podendo, inclusive, quando o tipo de ensaio o exigir, desmontar parte do equipamento para verificações necessárias.

Se os resultados dos ensaios forem favoráveis e demonstrarem que o equipamento corresponde às condições de funcionamento especificadas, será elaborado para cada conjunto um relatório contendo os valores obtidos que corresponderá ao “Termo de Aceitação Definitivo”.

Sendo constatados desgastes excessivos, deformações, rompimento por fadiga, alterações nas características de operação, divergências inaceitáveis em relação aos ensaios anteriores, ou em relação a estas especificações, o FORNECEDOR fará as verificações de projeto para determinar as causas das irregularidades, bem como as devidas modificações e/ou correções no equipamento, suportando todos os custos decorrentes.

## **6.7 PROTEÇÃO E PINTURA**

---

A comporta ensecadeira e complementos serão entregues totalmente pintados. A pintura anti-corrosiva será efetuada segundo a especificação apresentada na “CT.4 - Proteção e Pintura, incluída neste Volume, de acordo com os esquemas de pintura e cores a seguir relacionados:

<b>COMPONENTE</b>	<b>ESQUEMA</b>	<b>COR</b>
Peças Fixas	B	Preta
Painel da Comporta	A	Preta
Viga Pescadora	A	Preta
Tampas	A	Preta

---

## **6.8 PROJETO EXECUTIVO**

---

Entre os documentos de projeto, deverão ser fornecidos no mínimo os seguintes:

- ✓ conjunto e detalhes da comporta ensecadeira
- ✓ conjunto e detalhes do tabuleiro
- ✓ conjunto e detalhes das vedações
- ✓ conjunto e detalhes de cada jogo de peças fixas
- ✓ conjunto e detalhes de cada peça fixa
- ✓ conjunto e detalhes do dispositivo de calagem
- ✓ conjunto e detalhes da viga pescadora
- ✓ conjunto e detalhes das tampas
- ✓ esquema de pintura
- ✓ desenhos de transporte
- ✓ manuais de armazenagem, manutenção de armazenagem, operação e manutenção.

Os documentos acima devem ser fornecidos juntamente com as respectivas listas de materiais e memoriais de cálculo, se aplicáveis.

## **6.9 PEÇAS SOBRESSALENTES**

---

As peças sobressalentes a seguir discriminadas deverão fazer parte integrante do fornecimento e deverão ser entregues juntamente com a entrega dos equipamentos.

Todas as peças sobressalentes serão intercambiáveis com todas as peças que substituirão, e serão fabricadas considerando que o emprego dos materiais, processos de fabricação, ensaios e inspeções serão iguais aos estabelecidos na fabricação das peças originais.

Para o conjunto de comportas ensecadeiras de cada Estação de Bombeamento ou Tomada d'Água ou Estrutura de Controle, deverão ser fornecidas no mínimo as seguintes peças sobressalentes:

- ✓ sapatas de guia lateral para reparação de 01 (uma) comporta;
- ✓ 01 (um) jogo completo de vedação para uma comporta, inclusive parafusos de inox para aperto de vedações;
- ✓ 02 (dois) jogos de buchas auto-lubrificantes para a viga pescadora;
- ✓ 01 (um) conjunto de rodas para a viga pescadora completo;
- ✓ 02 (duas) buchas autolubrificantes para dispositivo de calagem;
- ✓ 02 (dois) jogos de vedação e respectiva parafusaria para cada válvula "by-pass".

## **7. CT.2 - COMPORTAS SEGMENTO PARA AS ESTRUTURAS DE CONTROLE**

### **7.1 OBJETIVO**

Estas ESPECIFICAÇÕES fixam os requisitos técnicos mínimos para o fornecimento das comportas segmento das:

- ✓ Estruturas de Controle de Superfície de saída de reservatórios;

Localizadas no, Eixo Norte, Trecho I, referentes ao Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional.

### **7.2 CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTOS**

#### ***Características Gerais***

Estão previstos nas Estruturas de Controle de Superfície, quatro vãos, sendo cada um equipado com uma comporta do tipo segmento. O acionamento de cada uma das comportas segmento é feito através de dois servomotores, enquanto que a operação de ambas as comportas é realizada por uma única central hidráulica, instalada na Casa de Comando situada no coroamento da estrutura.

Para manutenção de cada comporta segmento, o vão será fechado por meio de comportas enscadeiras a serem colocadas a montante e a jusante da mesma.

As comportas segmento serão dimensionadas para operar abrindo ou cortando o fluxo correspondente a vazão máxima e fecharão sob a ação de seu próprio peso. Deste modo, o projeto deverá prever posições estruturais e forma geométrica do cutelo que minimizem eventuais efeitos vibratórios quando em operação.

As peças fixas laterais se estenderão desde a soleira até o nível do coroamento.

O acionamento de cada comporta será efetuado por dois servomotores de simples efeito, comandados por uma central óleo-hidráulica, única para as duas comportas. O servomotor será articulado em sua extremidade superior a uma travessa ancorada nas paredes laterais dos pilares e inferiormente ao tabuleiro.

Ambas as articulações de ligação à comporta e ao ponto fixo serão equipadas com juntas esféricas ou buchas esféricas do tipo autolubrificante para evitar, qualquer que seja a posição da comporta, esforços indesejáveis nos pontos de conexão com o servomotor.

Cada comporta possuirá um sistema de indicação de posição que acionará também o mecanismo dos microinterruptores para sinalização e controle de posicionamento da mesma.

A recuperação de posição da comporta no caso de eventual descida a partir de qualquer posição, devida a perdas de óleo, será realizada automaticamente.

Em conjunção com o indicador local será instalado 1 (um) conversor A/D para indicação remota de posição da comporta, através do sistema digital de supervisão e controle da Estação de Bombeamento EBI-1.

Haverá 10 (dez) posições intermediárias de parada, entre as posições fechada e totalmente aberta, nas quais se dará a parada automática do movimento.

Será previsto um sistema de travamento mecânico convenientemente localizado e de fácil operação, incluído neste fornecimento, para calagem de cada comporta na sua posição de abertura máxima.

Os equipamentos de acionamento, comando e controle local das comportas serão localizados em uma sala no coroamento.

### **7.3 CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS**

---

As características principais das comportas segmento de superfície e de fundo estão apresentadas na tabela a seguir:

<b>ESTRUTURA DE CONTROLE</b>	<b>TUCUTU/ CN-02</b>	<b>SERRA DO LIVRAMENTO/ CN-10</b>	<b>NEGREIROS/ CN-14</b>	<b>MILAGRES/ CN-15</b>
Tipo de comporta	Segmento de superfície	Segmento de superfície	Segmento de superfície	Segmento de superfície
Acionamento	Servomotor óleo-hidráulico	Servomotor óleo-hidráulico	Servomotor óleo-hidráulico	Servomotor óleo-hidráulico
Quantidade de comportas	4	4	4	4
Quantidade de jogos de peças fixas	4	4	4	4
Vão livre (m)	2,4	2,4	2,4	2,4
Altura do paramento na vertical (m)	3,10	3,10	2,9	2,9
Raio externo da comporta (m)	7,0	7,0	7,0	7,0
Elevação da borda inferior do tabuleiro com a comporta totalmente aberta (m)	360,25	408,56	494,35	491,46
Elevação do eixo do mancal principal da comporta (m)	359,65	407,96	493,96	491,07
Elevação do eixo do mancal superior do servomotor (m)	362,10	410,40	496,30	493,50
Elevação da soleira (m)	356,65	404,96	490,96	488,07
Elevação do coroamento (m)	362,20	410,50	496,40	493,60
Nível d'água máximo normal de montante (m)	359,73	408,07	493,83	491,42

Continua...



<i>ESTRUTURA DE CONTROLE</i>	<i>TUCUTU/ CN-02</i>	<i>SERRA DO LIVRAMENTO/ CN-10</i>	<i>NEGREIROS/ CN-14</i>	<i>MILAGRES/ CN-15</i>
Velocidade de abertura das comportas (m/min)	0,5	0,5	0,5	0,5
Velocidade de fechamento das comportas (m/min)	1,0	1,0	1,0	1,0
Quantidade de servomotores por comporta	2	2	2	2
Quantidade de centrais óleo-hidráulicas	1	1	1	1
Vazão máxima de (1) uma abertura (m <sup>3</sup> /s)	24,75 m <sup>3</sup> /s	24,75 m <sup>3</sup> /s	22,25 m <sup>3</sup> /s	22,25 m <sup>3</sup> /s

---

#### **7.4 SISTEMA DE ACIONAMENTO, COMANDO E CONTROLE**

---

O conjunto de equipamentos, acessórios, aparelhagens e dispositivos pertinentes às comportas segmento, manobradas hidráulicamente, tem a finalidade de comandar, controlar, proteger, supervisionar e acionar as citadas comportas.

O conjunto é constituído dos seguintes equipamentos e acessórios:

- Servomotor de simples efeito para levantamento hidráulico da respectiva comporta;
- Central óleo-hidráulica das comportas segmento, única para as quatro comportas de uma mesma Estrutura. A central óleo-hidráulica compreenderá 1 (um) tanque que abrigará as válvulas, tubulações e 4 (quatro) grupos moto-bombas de duplo estágio que atuando em conjunto provocarão a abertura da comporta com a velocidade especificada. Em caso de falha de um grupo moto-bomba, o outro garantirá a subida da comporta com metade da velocidade nominal. O sistema de bombeamento movimentará uma comporta de cada vez.

A central deverá ser projetada de modo a possibilitar também a supervisão e os comandos de fechamento e abertura à distância, através do sistema digital centralizado, implantado na Estação de Bombeamento EBI-1.

---

#### **7.5 REQUISITOS PARA O PROJETO E FABRICAÇÃO**

---

##### **Comportas Segmento**

##### **a) Tabuleiro**

O tabuleiro será constituído por uma estrutura soldada em aço, subdividida em elementos que serão soldados na Obra, a fim de facilitar o transporte.

A estrutura do tabuleiro será constituída por uma chapa de face curva, suportada por uma série de reforços horizontais e vigas verticais, que descarregam em vigas horizontais, que apoiar-se-ão nos braços, transmitindo às articulações todas as solicitações resultantes dos esforços hidráulicos e de manobra.

A chapa de face curva será perfeitamente centrada nas articulações e terá um acabamento adequado em toda a extensão de sua superfície de montante, de modo inclusive a assegurar a estanqueidade da vedação frontal fixa no caso da comporta segmento de fundo.

Essa estrutura deverá apresentar rigidez suficiente para suportar os efeitos das pressões hidrostáticas e hidrodinâmicas, não devendo apresentar vibrações prejudiciais.

A borda inferior deverá ser adequada para cortar o fluxo d'água. O acabamento da face inferior deverá ser adequado, de modo a assegurar um apoio satisfatório sobre a soleira.

A estanqueidade será obtida através de vedações que se assentarão em barras ou perfis, com a tolerância de planicidade definida no projeto aprovado pela FISCALIZAÇÃO, e assegurado por meio de usinagem, esmerilhamento, ou calibração de caldeiraria. A fixação das vedações será com parafusos, porcas e arruelas de aço inoxidável, e, sempre que possível, por meio de barras de aperto e parafusos passantes.

Todas as soldas que podem oferecer riscos de vazamento serão estanques.

Existirão olhais de suspensão convenientemente localizados para acoplamento à haste do servomotor.

Todos os lugares onde possa haver acúmulo de água serão providos de furos de drenagem. Todas as superfícies que estiverem em contato com a água permitirão amplo acesso para fins de aplicação de processos de limpeza e pintura.

A comporta possuirá dois suportes, convenientemente localizados, para apoio da mesma sobre os dispositivos de calagem.

A comporta terá pontos de suspensão para o transporte e montagem situados em posições tais, que permitam a distribuição uniforme do peso do conjunto.

O tabuleiro será ligado, através de braços em estrutura soldada em aço, a mancais de articulação e guiadas lateralmente através de rodas.

Os suportes aos quais a comporta segmento será montada serão em construção soldada e, sempre que possível, sua chapa de base possuirá furos para passagem dos tirantes de fixação.

#### **b) Rodas**

As rodas serão montadas em estruturas articuladas e apoiadas em bases elásticas duráveis. Essas rodas serão montadas com pré-compressão.

As rodas serão de aço forjado ou fundido e serão montadas sobre eixos de aço inoxidável, com buchas autolubrificantes apropriadas para trabalho submerso.

Os parafusos, porcas e arruelas empregados na montagem de todas as rodas serão de aço inoxidável.

O número de rodas e sua distribuição na comporta serão definidos de modo a atender às condições de cálculo, e de modo a garantir que, com a comporta totalmente aberta, haverá de cada lado, pelo menos duas rodas de guia atuando nas respectivas peças fixas. As rodas servirão para guiar a comporta nos seus movimentos ascendentes, e são concebidas de modo a evitar engripamentos nas guias laterais, provocados por vibração ou descentralização do tabuleiro.

### **c) Vedações**

Os sistemas de vedações serão projetados utilizando-se borracha prensada de dureza 60 a 70 "SHORE" na escala "A", de modo a assegurar uma vedação que atenda aos limites de vazamento estabelecidos no subitem 7.2 destas especificações, estando a comporta fechada.

As peças de vedação serão fixadas com placas de aço isentas de cantos vivos, por meio de parafusos, porcas e arruelas de aço inoxidável AISI 304. As placas não terão espaçamento maior do que 4 (quatro) milímetros. Serão criadas condições que permitam a regulagem das peças de vedação, levando-se em conta as folgas entre as peças fixas e as partes móveis, a fim de permitir uma fácil ajustagem na Obra.

Os perfis da vedação frontal fixa e da vedação lateral poderão ser providos de recursos para redução do coeficiente de atrito, desde que tais recursos não comprometam a capacidade de vedação.

Não serão aceitas operações de vulcanização na Obra.

As peças de vedações serão acondicionadas separadamente e de forma a evitar que sejam danificadas, para fins de transporte e armazenagem. O FORNECEDOR deverá prover instruções para esse acondicionamento, tendo em vista o armazenamento das peças de reserva.

Sempre que viável, a pressão de água colaborará no efeito de vedação.

Os sistemas de fixação das vedações serão concebidos de maneira a garantir uma pré-compressão de 3 (três) milímetros para as vedações quando em posição de trabalho. Sempre que aplicável, as vedações serão fornecidas com um excesso de comprimento de 50 (cinquenta) milímetros para fins de ajustamento na montagem.

As barras de aperto das vedações serão furadas em conjunto com os elementos e serão identificadas antes de serem desmontadas.

A furação das vedações será executada na Obra.

#### **d) Braços**

Os braços serão constituídos de vigas de construção soldada. Esses braços serão ligados entre si por meio de perfis, formando uma treliça.

As extremidades dos perfis serão inicialmente parafusados aos braços e, após completada a montagem da comporta, os perfis serão fixados por solda.

As extremidades dos braços serão fixados de um lado ao terminal dos braços e pelo outro lado à estrutura da comporta. Essas fixações serão feitas através de parafusos ajustados e passantes por flanges de ligação.

Cada terminal dos braços em aço fundido será equipado com uma bucha 180 graus e um anel de escora lateral, ambos de material autolubrificante.

#### **e) Mancais de Articulação**

Os mancais de articulação serão projetados de forma a suportar os esforços radiais e axiais transmitidos pelos braços, e serão apoiados em vigas transversais de concreto protendido, ancorados aos pilares.

Serão dimensionados de modo que permitam trabalhar submersos sob fluxo de água.

Cada mancal será constituído de um suporte de construção soldada, o qual terá um furo usinado para o apoio e fixação de um eixo.

O eixo será de aço inoxidável ou de aço forjado, revestido de cromo duro e polido em todo o seu comprimento, com espessura mínima de 0,05 mm.

A chapa base do suporte possuirá furos para a passagem dos tirantes de fixação às vigas de concreto protendido.

Serão previstos furos de passagem de hastes roscadas para a regulação e posição na montagem.

O suporte, uma vez montado e ajustado, terá folgas em relação ao concreto, as quais poderão ser preenchidas com enchimento “epoxi”, incluído no presente fornecimento, em quantidade suficiente.

O FORNECEDOR deverá apresentar o diagrama de esforços atuantes nos mancais de articulação.

#### **f) Critérios de Projeto**

##### **f.1.) Casos de Carga**

A comporta e seus componentes serão dimensionados com base na Norma ABNT NBR8883, para as condições mais desfavoráveis de carga nela citadas, adotando os níveis a seguir:

- ✓ Caso de carga normal
  - ✧ montante: nível de água máximo normal
  - ✧ jusante: nível de soleira
- ✓ Caso de carga ocasional
  - ✧ montante: nível de água máximo “maximorum”
  - ✧ jusante: nível de soleira

### ***f.2.) Condições Operacionais***

Abrirá e fechará em posições intermediárias ou totalmente, sob quaisquer níveis a montante e/ou a jusante.

Resistirá a eventuais golpes e vibrações provenientes das operações de fechamento e abertura.

Será verificada a estabilidade dos braços.

A influência de uma variação de temperatura de 40°C (quarenta graus centígrados), será considerada como esforço adicional, no caso de comporta apoiada na soleira.

A deformação da comporta quando sob carga não comprometerá a eficiência das vedações.

Será previsto no projeto a torção na comporta, devido à contingência de emperramento de um só lado desta, limitado à atuação da válvula de segurança. O FORNECEDOR deverá assegurar que, neste caso, as rodas guias fiquem em contato com o caminho de rolamento suportando a comporta.

### ***f.3.) Componentes do Tabuleiro da Comporta***

O ponto de suspensão da comporta será dimensionado para capacidade nominal do servomotor, considerado como caso de carga normal.

Quando empregados mancais de rolamento, os mesmos serão dimensionados para vida mínima de 10000 horas de funcionamento.

As rodas de guia lateral serão dimensionadas para resistirem aos eventuais esforços de momento de tombamento da comporta, devido a possíveis excentricidades em relação ao ponto de suspensão ou devido ao exposto no item f.2. Deverá ser considerado, também, os efeitos de atrito diferenciais, admitindo-se que os esforços de atrito sejam máximos de um lado e mínimos de outro, calculados tomando-se por base os coeficientes de atrito estabelecidos nesta seção.

No dimensionamento das rodas serão considerados eventuais choques devido à vibração.

O contato roda-apoio não será prejudicado em consequência de flecha surgida na estrutura, e o dimensionamento será feito levando-se em conta as pressões admissíveis de Hertz.

#### **f.4.) Esforço de Manobra**

Os coeficientes de atrito a serem considerados são os seguintes:

<i>MATERIAL</i>	<i>ESTÁTICO</i>		<i>CINÉTICO</i>	
	<i>MÁXIMO</i>	<i>MÍNIMO</i>	<i>MÁXIMO</i>	<i>MÍNIMO</i>
Vedações de Neoprene sobre aço inoxidável	1,500	0,800	0,800	0,400
“Teflon” sobre aço inoxidável	0,200	0,100	0,100	0,050
Mancais de rolamento	0,010	0,005	0,010	0,005
Mancais autolubrificantes	0,150	0,080	0,100	0,050
Aço sobre aço, não lubrificado	0,700	0,500	0,500	0,300
Aço sobre aço, lubrificado	0,500	0,100	0,300	0,050
Mancais de bronze lubrificados à graxa		-	0,100	0,050

Valores diferentes destes fornecidos, serão justificados pelo FORNECEDOR.

O fator de resistência ao rolamento, entre roda e peça fixa, será adotado com os seguintes valores:

✓ 0,1 cm (máximo) e 0,05 cm (mínimo).

A pré-compressão das vedações será também considerada e expressa em toneladas por metro.

O valor adotado nos cálculos será justificado em função do perfil empregado e do grau de pré-compressão imposto ao mesmo.

O esforço máximo calculado para a manobra será obtido empregando-se os coeficientes de atrito mais desfavoráveis.

O peso da comporta incluirá o peso da pintura.

#### **Viga Suporte do Servomotor**

O servomotor será articulado em sua extremidade superior a uma viga suporte, horizontal.

A viga será metálica, em construção soldada e convenientemente reforçada.

Essa estrutura será dimensionada para suportar as condições de carga mais desfavoráveis entre as descritas a seguir:

✓ peso próprio, mais a resultante do peso do servomotor montado e cheio de óleo e da capacidade nominal do servomotor, aplicada na articulação, como caso de carga normal;

- ✓ peso próprio, mais a resultante do peso do servomotor montado e cheio de óleo e da capacidade máxima do servomotor correspondente à pressão de funcionamento da válvula de segurança, aplicada na articulação, como caso de carga excepcional.

As ancoragens suportarão e transmitirão aos pilares de concreto o carregamento da estrutura metálica.

O FORNECEDOR deverá apresentar o diagrama de esforços atuantes no mancal do servomotor.

### ***Dispositivo de Calagem***

Será previsto um sistema de travamento, convenientemente localizado e de fácil manuseio, para cada comporta na posição de abertura máxima, a fim de permitir operações de manutenção.

O dispositivo de calagem será de concepção simples, de acionamento manual por um só homem de cada lado da comporta.

Cada dispositivo possuirá um braço montado sobre eixo de aço inoxidável, em torno do qual basculará, sendo a carga transmitida diretamente à base.

O dispositivo será projetado de modo a não apresentar superfície pintadas sujeitas a danos, quando da sua operação. Ele será de funcionamento garantido, passando por longos períodos fora de operação e sem a necessidade de manutenção constante.

Sua posição será definida a partir do coroamento.

Os dispositivos de calagem, suas peças fixas e os apoios de calagem na comporta, suportarão o peso total da comporta, multiplicados pelo fator de choque de 1,25, como caso de carga normal.

O máximo esforço do operador para a manobra do dispositivo de calagem será de 100 N.

### ***Peças Fixas***

Os conjuntos de peças fixas serão projetados para serem rígidos e levarão em conta a possibilidade de corrosão.

Todas as peças fixas terão as suas superfícies com tolerância de fabricação compatíveis com as tolerâncias de montagem, garantindo-se deste modo, a facilidade de montagem e a perfeição da vedação.

As peças de espera a serem embutidas no concreto primário não fazem parte do presente fornecimento.

As peças fixas fornecidas pelo FORNECEDOR serão apropriadas para suportar todas as cargas transmitidas pela comporta e demais componentes.

As peças fixas serão de construção soldada.

Todas as junções a serem feitas durante a montagem na Obra, possuirão talas com parafusos, porcas e pinos de guia ou chavetas, posicionados durante a montagem na Fábrica, quando aplicável. Não haverá junções nas peças fixas da soleira e da frontal.

Cada peça fixa possuirá hastes roscadas com porcas que, soldadas às peças de espera no concreto primário, servirão única e exclusivamente para o alinhamento, nivelamento e regulação da posição de cada peça, assim como para garantia desta posição após a instalação e durante a concretagem secundária.

Haverá um conjunto de peças fixas para cada um dos 4 (quatro) vãos da Estrutura de Controle.

O conjunto de peças fixas será constituído de peças fixas de guia e vedação lateral, da soleira, da frontal (quando aplicável), de calagem, da viga suporte do servomotor e dos mancais de articulação da comporta.

As barras de aço inoxidável de revestimento das peças fixas terão uma dureza de no mínimo BHN 350 e uma espessura acabada não inferior a 6 mm.

#### ***Peças Fixas de Guia e Vedação Lateral***

A peça fixa de guia e vedação lateral será constituída de chapas metálicas soldadas entre si.

Será instalada desde o nível de soleira até o nível da peça de calagem.

A estas peças serão soldadas barras chatas de aço inoxidável que servirão como pista de rolamento e superfície de vedação.

Essa peça fixa poderá ser constituída por trechos retos, formando uma linha poligonal, desde que garantam o apoio contínuo, tanto das vedações quanto das rodas de guia lateral. A extremidade superior será chanfrada, para permitir o apoio progressivo das vedações e rodas de guia lateral quando da descida da comporta, a partir da sua posição totalmente aberta.

#### ***Peças Fixas da Soleira***

A peça fixa da soleira será constituída de um perfil metálico convenientemente inclinado para garantir um perfeito apoio da borda inferior da comporta. Uma barra chata de aço inoxidável será soldada à aba do perfil e constituirá o apoio da comporta e a superfície de vedação da soleira.

#### ***Peças Fixas da Frontal***

A peça fixa da frontal será constituída de chapas de aço carbono soldadas, com reforços devidamente espaçados, e servirá de suporte para a vedação frontal fixa.

A superfície inferior da peça fixa da frontal, de proteção da vedação, deverá se constituir em um prolongamento do perfil de concreto.



Na superfície superior da peça fixa da frontal, será soldada uma barra chata de aço inoxidável para apoio da vedação frontal de fechamento.

### ***Peças Fixas de Calagem***

A peça fixa de calagem será instalada em local de fácil acesso. Sua localização e dimensões serão determinadas pelo FORNECEDOR.

### ***Peças Fixas da Viga Suporte do Servomotor e Mancais da Comporta***

O FORNECEDOR deverá definir as localizações e as dimensões das peças fixas da viga suporte do servomotor e dos mancais de articulação da comporta.

As peças fixas serão convenientemente posicionadas para receberem a viga suporte e os mancais e possuirão dispositivos que permitam o perfeito alinhamento das partes a serem montadas.

### ***Crítérios de Projeto***

As peças fixas suportarão e transmitirão às estruturas de concreto os carregamentos respectivos, descritos no subitem 5.1.f destas especificações.

### ***Sistema de Acionamento***

O acionamento de cada comporta será efetuado por dois servomotores de simples efeito, comandados por uma central óleo-hidráulica, situada em um sala no coroamento da Estrutura de Controle. O servomotor será articulado na parte superior a uma viga suporte ancorada nos pilares de concreto, e será articulado inferiormente à comporta.

Ambas as articulações deverão ser equipadas com rótulas autolubrificantes, para evitar, qualquer que seja a posição da comporta, a ocorrência de esforços anormais nos servomotores. Os eixos serão de aço inoxidável ou de aço de alta resistência e cromado eletroliticamente.

Será previsto um berço de estrutura soldada em aço, fixado às paredes dos pilares de concreto para apoio do servomotor, quando a comporta estiver totalmente fechada.

A central hidráulica, única para as quatro comportas, compreenderá 04 (quatro) grupos moto-bombas que, atuando em conjunto, provocarão a abertura da comporta com a velocidade especificada. Em caso de falha de um grupo moto-bomba, o outro garantirá a subida da comporta com metade da velocidade nominal.

O sistema de bombeamento movimentará uma comporta de cada vez.

No posto de comando local estarão colocados os dois dispositivos indicadores de posição de ambas as comportas.

Haverá posições intermediárias de parada, além das posições fechada e totalmente aberta, nas quais se dará a parada automática do movimento, sendo necessário apertar o botão de acionamento para movimentar a comporta durante o comando manual individual.

Os contatos de parada intermediária deverão agir sobre a alimentação dos motores e válvulas, para provocar a parada do movimento.

### ***Servomotor***

O cilindro será de tubo de aço sem costura, ou chapa de aço calandrada e soldada, equipado com flanges para fixação das tampas superior e inferior. Será retificado e polido internamente em todo o seu comprimento, com rugosidade correspondente a um desvio médio aritmético inferior a 0,80 micra. No trecho final do curso de descida, será previsto um sistema acionado pelo êmbolo do servomotor, que permitirá reduzir a vazão do óleo nas tubulações e desta forma reduzir a velocidade de fechamento da comporta. Alternativamente, poderão ser utilizadas válvulas de frenagem.

O êmbolo será de aço forjado e terá altura conveniente, a fim de que possa ser guiado dentro do cilindro, sendo equipado com um jogo de anéis especiais de vedação e de anéis de guia.

A haste do servomotor será de aço inoxidável ou de aço de alta resistência, retificada e revestida eletroliticamente com cromo duro, polido em todo o seu comprimento, com espessura mínima de 0,05 mm e, na sua extremidade inferior, terá um olhal em aço forjado com rótula esférica autolubrificante.

As tampas superior e inferior do servomotor serão fixadas às flanges do cilindro e garantirão a estanqueidade.

A tampa superior terá o olhal para montagem da rótula esférica de articulação com a viga suporte.

Serão previstos meios para facilitar o enchimento, drenagem e purga do cilindro na sua posição de trabalho. Serão previstos olhais para o transporte do servomotor durante as operações de montagem e manutenção.

O cilindro compreenderá também as conexões para as tubulações, os respiros, as ligações para o manômetro e as tubulações para o óleo, com suportes.

Sobre o pino de suspensão estará montada uma junta rotativa para ligação das tubulações da linha fixa.

### ***Central Óleo-hidráulica***

A central óleo-hidráulica deverá comandar a subida da comporta, pondo sob pressão o cilindro do servomotor, com o fim de manter a comporta na posição pré-estabelecida. Existirão dispositivos automáticos que provocarão a entrada em serviço de um dos grupos de bombeamento pré-selecionados, quando em consequência de fugas ocasionais de óleo, a

comporta baixar 50 mm. Na falha deste, será acionado em seguida o outro grupo de bombeamento com sinalização apropriada.

A descida da comporta será por gravidade, com o servomotor funcionando como amortecedor.

A central óleo-hidráulica será instalada no coroamento, e comportará, pelo menos, os seguintes equipamentos:

- ✓ dois grupos moto-bombas, constituídos de motores elétricos e bombas auto-escorvantes; manômetros;
- ✓ bomba manual;
- ✓ sistema elétrico de comando, controle, proteção e sinalização;
- ✓ distribuidor de comando da válvula de descida, com respectivo comando manual;
- ✓ tubulações, válvulas e demais acessórios de segurança e retenção do circuito óleo-hidráulico;
- ✓ um tanque de óleo.

Estão incluídos neste fornecimento todas as tubulações e demais componentes do sistema de acionamento da comporta, incluindo válvulas, filtros, etc.

O óleo, antes de atingir o servomotor, deverá passar por filtros convenientemente colocados no circuito óleo-hidráulico, sendo que deverão ser previstos filtros também na tubulação de retorno.

Uma bomba de acionamento manual será prevista na central óleo-hidráulica. Cada bomba será fornecida com filtro de entrada. O FORNECEDOR indicará o tempo necessário para levantar a comporta manualmente.

Serão previstas válvulas direcionais, as quais dirigirão o fluxo do óleo existente na câmara do lado da haste, para a câmara do lado do embolo. Estas válvulas permitirão, também, o acionamento mecânico-manual.

O FORNECEDOR apresentará o esquema hidráulico com descrição detalhada do funcionamento.

Será fornecido um conjunto de válvulas limitadoras de pressão que proteja o sistema contra sobrecarga.

Serão previstos pressostatos que terão a função de sinalizar e dar alarme para o aumento ou a queda de pressão no sistema hidráulico.

O tanque de óleo da central servirá de base aos grupos de bombeamento, pressostados, válvulas direcionais, de segurança, blocos de passagem, etc., das comportas segmento, sendo

as partes giratórias e o material elétrico sob tensão convenientemente abrigados por proteções metálicas que farão parte do fornecimento. No local de enchimento do tanque, será instalado um filtro de tela de malha fina (da ordem de 0,06 milímetros) e um respiro.

Serão incorporados ao tanque filtros com características iguais às acima descritas, os quais filtrarão todo o óleo de retorno ao tanque.

O tanque possuirá indicador de nível com escala, chave bóia com alarme para nível baixo e sinalização.

O fundo do tanque será duplamente inclinado e no seu ponto mais baixo será instalado lateralmente um dreno com registro, cuja linha de centro ficará no mínimo 300 (trezentos) milímetros acima do piso.

No tanque será prevista uma tampa de inspeção lateral equipada com vedação. Uma inspeção visual será possível mesmo com o reservatório cheio de óleo.

O tanque será fixado por meio de chumbadores do tipo “UR”, ou similar, no piso de concreto.

Na montagem dos componentes da central hidráulica, serão previstos meios necessários a absorção de vibrações.

Serão fornecidas todas as válvulas de comando, manômetros, tubulações, válvulas de retenção, conexões, etc., necessárias à condução do óleo no circuito hidráulico de cada servomotor.

Será possível isolar o servomotor e partes do circuito do restante do mesmo, a fim de facilitar a manutenção. Para isso deverão ser previstas válvulas com as devidas proteções e de fácil acesso. Além disso, serão previstos drenos no circuito hidráulicos, convenientemente localizados.

As válvulas de estrangulamento permitirão regulagem.

O projeto das tubulações visará, principalmente, a facilidade de montagem e desmontagem e a minimização das perdas de carga e será apresentado com todos os detalhes de montagem. Uma vista isométrica, quando necessária, fará parte do projeto. Todos os esforços provenientes das variações locais de temperatura e golpes de ariete serão considerados nos cálculos de dimensionamento das tubulações.

As tubulações serão de cobre ou aço sem costura. Para fins de transporte e armazenagem, todas as tubulações serão cuidadosamente limpas e protegidas internamente, pintadas externamente e receberão tampas de proteção ou luvas, se tiverem extremidades flangeadas ou rosqueadas, respectivamente.

### ***Critérios de Projeto***

A capacidade nominal dos servomotores será pelo menos 115% (cento e quinze por cento) do esforço de manobra previsto e deverá ser suficiente para a manobra a seco.

Os servomotores deverão ser projetados de acordo com o “ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII - Rules for Construction of Pressure Vessels, Division I”.

O cilindro e as tampas deverão suportar 1,5 vezes a pressão nominal. Esse valor de pressão ocorrerá durante o ensaio hidráulico do cilindro, na Fábrica.

A haste, êmbolo e demais partes constituintes do servomotor serão dimensionados considerando-se como caso de carga normal sua capacidade nominal.

O reservatório de óleo terá capacidade não menor que 100% (cem por cento) do volume de óleo deslocado pelas hastes dos servomotores, mais o volume correspondente ao nível mínimo de operação, mais uma câmara de ar, cuja altura acima do nível máximo permitirá, com folga, conter pelo menos o volume de óleo contido em todo o circuito óleo-hidráulico, inclusive o óleo de um servomotor, considerando a haste estendida.

No dimensionamento do reservatório será considerada a capacidade de dissipação de calor, e caso necessário, previstos trocadores de calor.

Os grupos de bombeamento serão dimensionados para fornecer a pressão que resulte na capacidade nominal do servomotor. As perdas de carga no sistema serão consideradas.

Os diâmetros das tubulações serão tais que o escoamento do óleo em seus interiores seja laminar e sejam mínimas as perdas de carga, considerando-se um dimensionamento econômico.

A bomba manual desenvolverá pelo menos a mesma pressão das bombas e a vazão será a máxima possível, considerando-se os critérios ergonômicos.

### ***Indicador de Posição***

Cada comporta será equipada com um dispositivo indicador de posição, constituído por um ponteiro giratório sobre um quadrante graduado.

O indicador e o sistema de fins-de-curso são operados pela comporta, através de cabo flexível, ligado ao terminal dos braços e protegidos em tubo metálico, ou por acionamento direto através de cames na própria estrutura da comporta.

O dispositivo de recuperação será constituído por 2 (dois) interruptores de fim-de-curso (superior e inferior) com contatos acionados por um came de fricção e que tem a finalidade de efetuar a recuperação automática no caso de eventual descida limitada da comporta, devido a perdas de óleo através das vedações dos pistões, das hastes e das válvulas do circuito óleo-hidráulico.

Cada dispositivo indicador de posição deverá ser ligado a um transmissor contínuo com saída digital em código BCD e alimentação auxiliar de 24 Vcc, para os indicadores instalados no Quadro de Comando Local e no Centro de Controle e Operação.

## ***Lubrificação***

Todos os mancais, eixos de articulações e mecanismos, desde que não sejam equipados com material autolubrificante, serão providos de dispositivos de lubrificação.

A lubrificação dos pontos de difícil acesso será feita através de tubos a eles ligados. Tais tubos possuirão cabeças de lubrificação que serão agrupadas em pontos facilmente acessíveis, não necessitando a desmontagem do equipamento.

Sempre que o tipo de equipamento o permitir e a dificuldade ou inconveniência da lubrificação executada ponto por ponto tornar-se evidente, O FORNECEDOR fornecerá um sistema de lubrificação centralizada automática ou manual para o conjunto dos pontos a serem lubrificados.

O FORNECEDOR fornecerá um plano geral de lubrificação para cada equipamento, que será apresentado no Manual de Operação e Manutenção. Características e denominações comerciais dos produtos de lubrificação, com indicação da equivalência entre marcas, serão também apresentadas nesse Manual.

## ***Sistema Elétrico***

### ***a) Alimentação da Estrutura de Controle em 13,8kV***

A estrutura de controle será alimentada através da linha de distribuição em 13,8kV pertencente ao Projeto de Integração do Rio São Francisco.

Junto com a linha de distribuição será fornecido:

- ✓ Transformador abaixador trifásico 13.800-380V, 60 HZ, potência de acordo com diagramas unifilares;
- ✓ Proteção atmosférica incluindo pára-raios tipo Franklin;
- ✓ Triângulo de Terra, constituído de cabos de aterramento bitola 70 mm<sup>2</sup> e hastes de aterramento;
- ✓ Conexões de todos os equipamentos, placas e estruturas metálicas não energizadas ao triângulo de terra;
- ✓ Poste de concreto;
- ✓ Materiais diversos de instalação;
- ✓ Fusível proteção.

**b. Alimentação em Corrente Alternada 380/220Vca**

A alimentação em corrente alternada vira do quadro de distribuição QUDF onde estão localizados os alimentadores e demarradores, ver:

- ✓ Especificação técnica nº 1210-EST-1251-60-08-001;
- ✓ Diagrama unifilar de projeto;
- ✓ Diagrama funcional demarrador típico de projeto.

As sinalizações a seguir deverão estar disponibilizadas para o SDSC.

- ✓ Falta de tensão no quadro;
- ✓ Atuado proteção 51N transformador;
- ✓ Demarrador em remoto (por demarrador);
- ✓ Demarrador em automático (por demarrador);
- ✓ Demarrador Indisponível (por demarrador);
- ✓ Demarrador desligado (por demarrador);
- ✓ Sistema de medições elétricas via serial.

**c. Equipamento de Comando e Controle da Unidade Hidráulica**

Deverá ser fornecido um quadro a ser instalado na central hidráulica. Este quadro atenderá às exigências adiante especificadas.

O quadro a ser fornecido junto com a unidade hidráulica deverá ter:

- ✓ Lâmpadas de Sinalização:
  - ✧ Pressão baixa de óleo .....branco
  - ✧ Pressão muito baixa de óleo .....branco
  - ✧ Pressão alta de óleo .....branco
  - ✧ Pressão muito alta de óleo .....branco
  - ✧ Filtro sujo .....branco
  - ✧ Nível baixo de óleo .....branco
  - ✧ Nível muito baixo de óleo.....branco
  - ✧ Quadro energizado..... vermelho

As sinalizações acima deverão estar disponibilizadas também para o SDSC.

- ✓ Equipamentos de Comando Local dos Motores (ver demarrador típico)
  - ✧ Chave de seleção comando local-remoto, travada em qualquer posição por chave “YALE” (com posição disponibilizada ao SDSC);
  - ✧ Botoeiras de comando, sendo no mínimo:
    - Abrir comporta
    - Fechar comporta
    - Parar movimento da comporta
    - Rearme de falha

#### ***d. Equipamento de Comando e Controle das Comportas***

Deverá ser fornecido um quadro de comando local para as duas comportas, o qual estará localizado junto à central óleo-hidráulica do sistema de acionamento das comportas e de forma a permitir o fácil acesso e movimento do operador ao redor do quadro, para operações cômodas, seguras e visibilidade correta. Este quadro atenderá às exigências adiante especificadas.

O Quadro de Comando e Controle das Comportas deverá ter no mínimo:

- ✓ Pontos a serem disponibilizados para SDSC;
  - ✧ Comporta aberta;
  - ✧ Comporta fechada;
  - ✧ Comporta em movimento de abertura;
  - ✧ Comporta em movimento de fechamento;
  - ✧ Comporta em reposição;
  - ✧ Comporta em manutenção;
  - ✧ Posição instantânea de cada comporta;
  - ✧ Falha tensão de controle;
  - ✧ Falha de tensão de alimentação;
  - ✧ Comando em remoto;



- ✓ Lâmpadas de Sinalização:
  - ✧ Comporta aberta ..... vermelho
  - ✧ Comporta fechada ..... verde
  - ✧ Comporta em movimento de abertura ..... vermelho
  - ✧ Comporta em movimento de fechamento ..... verde
  - ✧ Comporta em reposição ..... amarelo
  - ✧ Quadro energizado ..... vermelho
- ✓ Posição instantânea de cada comporta;
- ✓ Botão de teste de lâmpadas;
- ✓ um instrumento indicador de posição para cada comporta;
- ✓ disjuntores termomagnético para proteção dos circuitos de comando e controle;
- ✓ Fontes de alimentação para tensões diferentes das fornecidas pelo QDECC;
- ✓ relés auxiliares temporizados e instantâneos, a fim de possibilitar comandos e sinalizações locais e remotas e os necessários intertravamentos, inclusive relés de telecomando;
- ✓ uma chave de transferência de duas posições (LOCAL-REMOTO), com trava por meio de chave e extração na posição remota.

Observações:

Na posição “LOCAL” as comportas só obedecerão a um comando do próprio painel.

O quadro de controle local deverá ser projetado para comandar as bombas da central hidráulica.

#### **e. Equipamento de Comando e Controle Remoto das Comportas**

Será fornecido pelo SDSC um quadro para comando remoto das duas comportas, o qual estará localizado junto à central óleo-hidráulica do sistema de acionamento das comportas e de forma a permitir o fácil acesso e movimento do operador ao redor do quadro, para operações cômodas, seguras e visibilidade correta. Este quadro atenderá às exigências adiante especificadas.

O Quadro de Comando e Controle Remoto das Comportas deverá ter no mínimo:

- ✓ UAC Unidade de Aquisição e Controle (definida no SDSC);
- ✓ disjuntores termomagnético para proteção dos circuitos de comando e controle;

- ✓ Fontes de alimentação para tensões diferentes das fornecidas pelo QUDF;
- ✓ relés auxiliares temporizados e instantâneos, a fim de possibilitar comandos e sinalizações locais e remotas e os necessários intertravamentos, inclusive relés de telecomando;
- ✓ Pontos de entrada vindos do QUDF:
  - ✧ Falta de tensão no quadro;
  - ✧ Atuado proteção 51N transformador;
  - ✧ Demarrador em remoto (por demarrador);
  - ✧ Demarrador em automático (por demarrador);
  - ✧ Demarrador Indisponível (por demarrador);;
  - ✧ Demarrador desligado (por demarrador);
  - ✧ Sistema de medições elétricas via serial.
- ✓ Pontos de entrada vindos do central hidráulica:
  - ✧ Pressão baixa de óleo
  - ✧ Pressão muito baixa de óleo
  - ✧ Pressão alta de óleo
  - ✧ Pressão muito alta de óleo
  - ✧ Filtro sujo
  - ✧ Nível baixo de óleo
  - ✧ Nível muito baixo de óleo
  - ✧ Quadro energizado
- ✓ Pontos de entrada vindos do quadro de comando local das comportas:
  - ✧ Comporta aberta
  - ✧ Comporta fechada
  - ✧ Comporta em movimento de abertura
  - ✧ Comporta em movimento de fechamento
  - ✧ Comporta em reposição

- ✧ Comporta em manutenção
  - ✧ Posição instantânea de cada comporta
  - ✧ Quadro energizado
  - ✧ fim-de-curso de segurança de abertura;
  - ✧ fim-de-curso de comporta aberta para manutenção;
  - ✧ fim-de-curso de segurança de fechamento;
  - ✧ interruptor magnético de nível de óleo.
- ✓ Pontos de saída:
- ✧ Abrir comporta
  - ✧ Fechar comporta
  - ✧ Parar movimento da comporta
  - ✧ Rearme de falha

**e. Equipamentos Eletromecânicos**

Deverão ser fornecidos e integrados ao conjunto da comporta os seguintes componentes:

- ✓ motor elétrico, tipo rotor em curto circuito, com resistência anticondensação;
- ✓ fim-de-curso de segurança de abertura;
- ✓ fim-de-curso de comporta aberta para manutenção;
- ✓ fim-de-curso de segurança de fechamento;
- ✓ interruptor magnético de nível de óleo;
- ✓ pressostatos;
- ✓ eletroválvulas do circuito hidráulico, com alimentação proveniente dos transformadores 220/110 volts incluídos no fornecimento do quadro e independentes do circuito de comando;
- ✓ indicador de posição com conversor em código BCD, 12 bits, tensão de alimentação 220 Vca. Deverá ser fornecido um conversor para cada comporta, com indicador local em série com o indicador remoto, o qual será alimentado em 220 Vca. O indicador poderá ser serial, desde que compatível com a UAC

---

## 7.6 *FABRICAÇÃO E INSPEÇÃO*

---

### ***Generalidades***

Nenhuma inspeção ou ensaio deverá ser efetuada sem que os desenhos e listas de materiais tenham sido devidamente aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

Para as exigências básicas de fabricação e inspeção, consultar a “CT.3 - Fabricação e Inspeção”, apresentada neste Volume.

### ***Montagem na Fábrica***

Todos os equipamentos estarão sujeitos a inspeção durante a fabricação e testes finais em Fábrica, pelos inspetores da FISCALIZAÇÃO, não eximindo em nenhuma hipótese o FORNECEDOR de quaisquer obrigações e responsabilidades contratuais.

Os equipamentos serão liberados para transporte somente após o parecer favorável da FISCALIZAÇÃO.

O custo decorrente das inspeções referentes a este tem será suportado pelo FORNECEDOR.

De modo geral, os equipamentos ou suas partes serão pré-montados ou montados em condições de serviço, com as uniões e emparelhamento reais, em Fábrica.

Marcas de emparelhamento serão convenientemente executadas de modo legível, por meio de pintura e punção, de modo a assegurar um acoplamento correto, quando da montagem na Obra da FISCALIZAÇÃO. Montagens especiais serão feitas com auxílio de pinos de guia.

Cada conjunto pré-montado ou montado na Fábrica será inspecionado pela FISCALIZAÇÃO, conforme indicado a seguir.

Serão pré-montadas em posição horizontal para todas as aduções, as vigas frontal e soleira completas, com seus respectivos tramos laterais. Os elementos restantes das peças fixas serão pré-montados dois a dois, isto é, cada um com seu contíguo.

O tabuleiro da comporta segmento será, caso necessário, devidamente subdividido em elementos para efeito de transporte, mas na fábrica será montado, em conjunto, sem braços, sobre um estaleiro-berço. Deste modo, garante-se durante as operações de fabrico, o rigor de curvatura da chapa de face, exigido pelo projeto.

Os braços serão igualmente montados na fábrica, conjuntamente com a extremidade que encerra o mancal.

A extremidade de montante dos braços será deixada em excesso para que durante a montagem na Obra, seja acertada no seu correto comprimento, permitindo a correção de eventuais desvios que normalmente ocorrem quando intervêm obras civis.

Serão ainda totalmente montados os seguintes elementos:

- ✓ vigas suportes dos servomotores;
- ✓ conjunto cilindro, êmbolo, haste e tampas para fins de teste hidráulico;
- ✓ indicadores de posição com respectivos fins-de-curso;
- ✓ centrais óleo-hidráulicas.

---

## **7.7 ENSAIOS DE FUNCIONAMENTO**

### **7.7.1 Generalidades**

Os Ensaios de Funcionamento na Obra serão executados conforme o roteiro a ser estabelecido pelo FORNECEDOR.

Após os Ensaios na Obra serão elaborados os respectivos relatórios, os quais apresentarão todos os valores obtidos nos correspondentes ensaios, ficando sujeitos à análise do FORNECEDOR.

Os Ensaios descritos para um equipamento ou sua parte estendem-se aos equipamentos ou partes do mesmo tipo.

De modo geral, os aparelhos, dispositivos e cargas de ensaio, utilizados durante os ensaios serão estabelecidos pelo FORNECEDOR.

A indicação dos ensaios definidos nesta especificação é orientativa, podendo a FISCALIZAÇÃO solicitar uma extensão ou outros tipos de Ensaios, além dos indicados, caso julgar necessário para verificação da qualidade ou desempenho do equipamento, desde que tais ensaios não afetem as suas características principais.

Após a efetivação de todos os ensaios e sanadas todas as deficiências ou irregularidades eventualmente levantadas durante essa fase de trabalho, serão feitas novas inspeções para constatar que todas as correções foram executadas e eliminadas todas as deficiências ou irregularidades observadas.

### **Ensaio Iniciais na Obra**

Todos os equipamentos, após definitivamente montados na Obra, serão submetidos a ensaios de funcionamento, em vazio, com carga nominal e com sobrecarga, quando especificado ou exigido por norma técnica aplicável.

Serão verificadas todas as características de funcionamento, exigidas nestas especificações, e fornecidas pelo FORNECEDOR nos memoriais de cálculo, desenhos, manuais de operação e catálogos do equipamento ou de seus componentes. Será verificado se todos os componentes, mecânicos ou elétricos, do equipamento trabalham sob condições normais de operação, definidas naqueles documentos ou em normas técnicas aplicáveis.

Será verificado o perfeito funcionamento de todos os dispositivos de comando, proteção, sinalização e automatismo.

Na vedação entre a comporta e as peças fixas, o vazamento admissível será no máximo igual a  $0,05 \text{ dm}^3$  por segundo e por metro linear de vedação.

Grandes vazamentos localizados não serão admitidos.

Para o circuito hidráulico, fugas ocasionais serão admitidas no máximo com um comando de reposição da comporta a cada 24 (vinte e quatro) horas.

No teste hidrostático do cilindro do servomotor com as tampas não serão tolerados vazamentos.

Durante o funcionamento da comporta, o vazamento interno admissível no circuito hidráulico do servomotor será no máximo igual a:

- ✓  $V = 0,033 \times (D + d) \times (D - d)$ , onde:
- ✓  $D$  = diâmetro interno do cilindro (dm)
- ✓  $d$  = diâmetro da haste do servomotor (dm)
- ✓  $V$  = vazamento total ( $\text{dm}^3/\text{h}$ )

Vazamento externo ou exudação em todas as válvulas, tubulações e ligações entre os diversos componentes do circuito hidráulico será nulo.

Após os ensaios e desde que não se constate nenhum defeito nos equipamentos, bem como não exista nenhum problema contratual pendente, será elaborado pela FISCALIZAÇÃO um relatório contendo todos os valores obtidos durante os Ensaios Iniciais da Obra, que corresponderá ao “Termo de Aceitação Provisória”.

### ***Ensaios Finais na Obra***

No fim do período, decorrentes 24 meses da entrega do equipamento ou 18 meses da entrada em funcionamento, a FISCALIZAÇÃO poderá realizar os ensaios definidos nesta especificação, ou outros que julgar necessários, podendo, inclusive, quando o tipo de ensaio o exigir, desmontar parte do equipamento para verificações necessárias.

Se os resultados dos ensaios forem favoráveis e demonstrarem que o equipamento corresponde às condições de funcionamento especificadas, será elaborado para cada conjunto um relatório contendo os valores obtidos que corresponderá ao “Termo de Aceitação Definitivo”.

Sendo constatados desgastes excessivos, deformações, rompimento por fadiga, alterações nas características de operação, divergências inaceitáveis em relação aos ensaios anteriores, ou em relação a estas especificações, o FORNECEDOR fará as verificações de projeto para determinar

as causas das irregularidades, bem como as devidas modificações e/ou correções no equipamento, suportando todos os custos decorrentes.

## **7.8 PROTEÇÃO E PINTURA**

---

As comportas vagão e complementos serão entregues totalmente pintados. A pintura anticorrosiva será efetuada segundo a especificação apresentada na “CT.4 - Proteção e Pintura”, incluída neste Volume, de acordo com os esquemas de pintura e cores a seguir relacionados:

<i>COMPONENTE</i>	<i>ESQUEMA</i>	<i>COR</i>
Peças Fixas	B	preta
Tabuleiro	A	preta
Reservatório de óleo (sup. externa)	B	Amarela
Tubulações de óleo (sup. externa)	B	Amarela
Servomotor (sup.ext.)	A	Preta
Motores elétricos		cinza claro
Quadros elétricos (painel)	G	cinza claro
Quadros elétricos (base do painel)	G	cinza escuro
Viga Suporte	A	amarela

Todas as tubulações de óleo e a parte interna do reservatório deverão ser entregues tamponados com o tratamento interno definitivo, dentro dos padrões usuais para tais casos, devidamente aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

Internamente, os servomotores serão entregues cheios com preparado anti-corrosivo adequadamente colocado e mantido na pressão necessária. Durante a montagem serão esvaziados e preenchidos com óleo.

## **7.9 PROJETO EXECUTIVO**

---

Entre os documentos de projeto, deverão ser fornecidos no mínimo os seguintes:

- ✓ desenhos de transporte;
- ✓ manuais de armazenamento, manutenção de armazenagem, operação e manutenção;
- ✓ catálogos completos dos itens padronizados.

Os documentos acima devem ser fornecidos juntamente com as respectivas listas de materiais e memoriais de cálculo, se aplicáveis.

### **Documentos Elétricos**

- ✓ diagramas funcionais, unifilares e trifilares;

- ✓ planta, vistas frontal e lateral e cortes, mostrando a disposição dos equipamentos devidamente identificados, dimensões, detalhes de fixação, ponto de aterramento, pesos, detalhes da entrada de cabos e esquema de pintura;
- ✓ diagrama de cablagem geral de interligação dos equipamentos incluídos no fornecimento (fiação externa);
- ✓ catálogo de todos os dispositivos utilizados;
- ✓ lista de materiais do quadro elétrico;
- ✓ lista de materiais externos ao quadro;
- ✓ desenho das plaquetas de identificação com dimensões e dizeres;
- ✓ memorial de cálculo do cabo de alimentação e/ou barramento.

---

### **7.10 PEÇAS SOBRESSALENTES**

---

As peças sobressalentes a seguir discriminadas deverão fazer parte integrante do fornecimento e deverão ser entregues juntamente com a entrega do equipamento.

Todas as peças sobressalentes serão intercambiáveis com todas as peças que substituirão, e serão fabricadas considerando que o emprego de materiais, processos de fabricação, ensaios e inspeções serão iguais aos estabelecidos na fabricação das peças originais:

- ✓ 02 (dois) jogos completos de vedações para uma comporta segmento, inclusive parafusos de inox para aperto das vedações;
- ✓ 04 (quatro) conjuntos de rodas de guia lateral completos;
- ✓ 01 (um) conjunto de filtros de sucção e filtros de retorno para a central;
- ✓ 01 (um) conjunto de grupos moto-bombas;
- ✓ 02 (dois) conjuntos de buchas, juntas e vedações do servomotor óleo-hidráulico;
- ✓ 01 (um) jogo de pressostatos utilizado na central do sistema de acionamento de uma comporta;
- ✓ 01 (um) conjunto de todas as eletroválvulas utilizadas na central para acionamento de uma comporta;
- ✓ 02 (dois) solenóides de cada tipo dos utilizados na central para acionamento da comporta;
- ✓ 01 (um) manômetro;
- ✓ 02 (dois) jogos de contatos (tripolares) para contadores;
- ✓ 02 (duas) câmaras de extinção para os contadores;



- ✓ 02 (duas) bobinas para contadores;
- ✓ 02 (dois) relés térmicos;
- ✓ 10% (dez por cento) de relés auxiliares utilizados de cada tipo ou, no caso de não atingir a unidade, fornecer um de cada tipo;
- ✓ 05 (cinco) blocos de contatos para botões de comando;
- ✓ 02 (dois) sinalizadores (sem visores);
- ✓ 05 (cinco) visores para sinalizadores;
- ✓ 02 (dois) blocos de contatos para cada tipo de comutador ou similar;
- ✓ 01 (um) relé de subtensão;
- ✓ 24 (vinte e quatro) lâmpadas de sinalização;
- ✓ 06 (seis) fusíveis de cada tipo utilizado;
- ✓ 01 (um) conversor para o indicador de posição;
- ✓ 30% (trinta por cento) dos blocos de contatos para cada tipo de interruptor fim-de-curso.

## **8. CT.3 - FABRICAÇÃO E INSPEÇÃO**

### **8.1 OBJETIVO**

---

Estas especificações têm como objetivo definir as condições de fabricação e inspeção referentes aos equipamentos hidromecânicos.

Nos casos em que houver conflito de uma determinada condição, prevalecerá a condição especificada nas ESPECIFICAÇÕES do equipamento em questão.

### **8.2 MATERIAIS MECÂNICOS**

---

#### **8.2.1 Generalidades**

De modo geral, todo e qualquer material será pormenorizadamente especificado e terá comprovado as suas propriedades mecânicas e composições químicas, quando a norma aplicada assim exigir.

#### **Chapas**

As chapas empregadas terão suas propriedades físicas e químicas conforme as definidas nas Normas ASTM-A36, ASTM A283 e/ou outras de aplicação específica da ASTM ou equivalente.

Suas composições químicas e propriedades mecânicas serão comprovadas por meio de certificados de qualidade do material, emitidos pelo próprio FABRICANTE das chapas. Todas as

chapas com espessura igual ou superior a 19 mm serão submetidas a ensaios por ultrassom, de acordo com o estabelecido nas Normas ASTM-A435.

O afastamento inferior permissível na espessura de chapas grossas será, em qualquer caso, de 0,25 mm, conforme recomenda a Norma NBR-6664 da ABNT.

### ***Aços Inoxidáveis***

Os aços inoxidáveis terão as propriedades físicas e químicas conforme as definidas nas Normas ASTM-A176, A240 ou equivalentes. Serão de boa soldabilidade por solda elétrica, tais como os tipos 304 e 316 da classificação AISI ou do tipo 410 da mesma classificação.

### ***Peças Fundidas***

Os ferros fundidos e os aços fundidos terão as propriedades físicas e químicas conforme as definidas nas Normas ASTM ou equivalente.

A variação da espessura, bem como de outras dimensões de cada peça fundida, será admitida, desde que a resistência da peça não sofra reduções superiores a 10% de seu valor de projeto, ou então será tal que as tensões calculadas com as dimensões reais não excedam as tensões admissíveis adotadas no projeto.

### ***Peças Forjadas***

As peças forjadas terão as propriedades físicas e químicas conforme as definidas nas Normas ASTM ou equivalentes.

### ***Tratamento Térmicos e Termoquímicos***

Os aços serão submetidos a tratamento térmicos ou termoquímicos, sempre que seja necessário alterar parcialmente ou não, suas propriedades ou conferir-lhes características determinadas.

As especificações detalhadas dos tratamentos térmicos ou termoquímicos constarão nos desenhos das peças ou estruturas metálicas.

## **8.3 MATERIAIS ELÉTRICOS (ONDE APLICÁVEL)**

---

### ***Esforços Suportados pelos Equipamentos Elétricos***

O material será projetado de forma a resistir com toda a segurança aos esforços eletrodinâmicos devidos às correntes de curto-circuito nas condições mais desfavoráveis, bem como ao aquecimento correspondente até funcionarem os dispositivos de proteção.

### ***Dispositivos de Segurança***

Os circuitos de baixa tensão serão executados de modo tal que nenhuma peça sob tensão se ache ao alcance da mão, não apresentando as faces dos quadros qualquer parte condutora sob tensão.

### ***Intertravamento***

Todos os intertravamentos necessários serão previstos a fim de se evitar qualquer manobra falsa. Quando ocorrer falta de corrente acidental, toda religação só será feita com os comandos a partir da posição “desligado”.

### ***Parafusamento***

Todos os pinos e parafusos de junção permanecerão travados após serem apertados. Serão protegidos contra a oxidação, por meio de cadmiagem, sherardização ou qualquer outro processo aceito pela FISCALIZAÇÃO.

### ***Especificações Técnicas para os Quadros Locais***

A seguir apresentamos as especificações básicas para os quadros locais demais características ver Especificação Técnica Geral nº 1210-EST-1001-80-10-001.

Os quadros receberão alimentações de tensão do quadro de distribuição QDCA.

Os quadros deverão ser do tipo blindado, constituído por uma ou mais seções verticais. Deverá ser construído em perfilados e chapas de aço dobrada de bitola mínima 12 MSG para estruturas, com separações metálicas de chapa de bitola mínima 14 MSG, formando compartimentos independentes, com reforço, onde necessário, para evitar ruídos de operação de dispositivos de manobra ou de vibração em geral.

O FORNECEDOR deverá prever circuitos totalmente independentes para sinalização e comando, com equipamentos de proteção adequados conforme especificados adiante nesta seção. Será prevista para cada circuito sinalização de falta de tensão local e remota (contato seco).

Os quadros de comando locais deverão ser projetado e construídos de modo que a manutenção do sistema elétrico referente a uma comporta não comprometa a operação normal da outra comporta.

Os quadros de comando e controle deverão ser estanques (IP-54 da ABNT) e conter o equipamento elétrico de comando, controle e proteção, bem como os relés auxiliares de comando remoto.

Os quadros deverão ser assentados em base de concreto, com fixação por meio de chumbadores, sendo montado sobre canaletas, as quais abrigarão a cablagem do mesmo até os equipamentos interligados. Deverão possuir um barramento de terra, interligando as partes

metálicas não energizadas do quadro, para conexão ao sistema de terra geral com condutor de bitola de acordo com a norma ABNT.

Todos os equipamentos dos quadros a serem instalados próximos às comportas deverão ser previstos para as condições de elevado grau de umidade, grandes variações de temperatura e possibilidade de paradas prolongadas.

O acesso normal aos componentes dos quadros deverá dar-se pela sua parte frontal. A entrada dos cabos deverá ser pela parte inferior.

O fornecedor deverá empregar técnicas eficazes de aterramento, de modo a eliminar ou minimizar os efeitos de tensões interferentes sobre os equipamentos, que possam vir a prejudicar o funcionamento dos mesmos.

Deverá ser previsto nos quadros iluminação interna, tomadas para equipamento elétrico portátil e resistores de aquecimento, equipados com termostado, para evitar condensação de umidade;

A fiação do quadro deverá vir completa da fábrica. Toda a fiação de força e controle deverá ser executada com cabos de cobre flexíveis com isolamento de PVC 0,6/1 kV e capa externa de PVC. A fiação interna de controle deverá ter isolamento de PVC 450/750 V, com características especiais quanto à não propagação e auto-extinção de fogo.

As régulas de terminais 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.

As régulas de bornes deverão ser separadas em régulas para circuitos de potência e para circuitos de controle.

Os bornes para os circuitos de controle e comando (220 Vca), deverão ser com conexão por grampo-parafuso de pressão indireta, com dispositivo para travamento automático do parafuso.

Devem, também, ser previstos blocos terminais adequados para ligações de cabos, do tipo telefônico, do Sistema Digital de Supervisão e Controle (SDSC).

Os bornes para potência (380 Vca) deverão ser com conexão por parafuso ou pino passante, para terminal olhal.

Todos os bornes e régulas deverão ser claramente identificados por meio de marcadores imperdíveis, fabricados especialmente para esta finalidade.

### **Motores Elétricos**

Os motores elétricos corresponderão às Normas Brasileiras NBR-7094, NBR-5383 e EB-620 e, nos casos omissos, far-se-á referência à IEC (34-1, 72-1 e 72-2) e ANSI C 50.2.1955.

Os motores serão do tipo de indução, trifásico, de rotor bobinado, previstos para partida sob tensão plena, com corrente não superior a seis vezes a sua corrente nominal, no caso de motor gaiola, salvo indicações contrárias mencionadas nas especificações técnicas do equipamento em questão.

Não terão velocidade superior a 1800 rpm. Poder-se-á fazer exceção ao acima especificado, para motores de potência fracionária e motores para aplicações especiais, os quais estarão sujeitos à aprovação da FISCALIZAÇÃO. O conjugado máximo será de 250% do conjugado nominal. A tensão nominal será de 380 V. Os motores serão escolhidos para um dos dois regimes de trabalho a seguir descritos, considerando-se as condições climáticas do local.

- a) Regime pseudo-contínuo com fator de funcionamento de 100% e 6 partidas por hora.
- b) Regime intermitente de partidas freqüentes, fator de funcionamento de 40% e 150 partidas por hora.

O fator de funcionamento será definido pela relação:

- a) tempo de funcionamento
- b) tempo de funcionamento + tempo de repouso

Os motores partirão sob tensão de 0,90 Un e fornecerão o torque necessário sob a tensão de 0,90 Un (Un = tensão nominal).

Os enrolamentos terão isolamento da classe B.

Os motores serão do tipo fechado, protegidos contra jato d'água e poeira fina, auto-ventilados, ILP-54 no caso de ambiente coberto e TP-55 no caso de ambiente descoberto.

Os motores serão entregues equipados com os seguintes acessórios para cada um:

- ✧ uma caixa de terminais estanque, para junção dos cabos, a seco;
- ✧ dois mancais de rolamento de esferas ou de rolos com dispositivos para abastecimento de óleo ou graxa durante o serviço, se necessário;
- ✧ acessórios de fixação;
- ✧ suportes em forma de anel para levantamento, pelo menos para os motores acima de 500 N de peso;
- ✧ uma placa de sinalização com o esquema de ligações;

- ✧ resistência de aquecimento para evitar a condensação da umidade. Será feita exceção para os motores de indução, tipo gaiola, de potência igual ou interior a 3 HP.

### ***Aterramento***

Todos os motores, botoeiras, caixas de ligação, quadros, luminárias e outros equipamentos elétricos terão suas partes metálicas solidamente aterradas.

O aterramento será feito na rede de terra geral.

## **8.4 SOLDA ELÉTRICA**

---

### ***Qualificação dos Soldadores***

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

Todas as despesas dos testes de qualificação correrão por conta do FABRICANTE inclusive o fornecimento dos corpos de prova e os eletrodos necessários.

Os corpos de prova serão dos mesmos materiais que serão utilizados para a execução do equipamento ou equivalentes segundo a norma ASME. A técnica de soldagem será a mesma a ser utilizada na execução do equipamento. Os eletrodos serão idênticos aos especificados para a execução do equipamento.

### ***Preparação das Soldas***

As peças a serem unidas por soldagem serão cortadas cuidadosamente nas dimensões previstas e, conforme o caso, calandradas no raio certo, de acordo com as dimensões indicadas nos desenhos.

As arestas de cada peça serão chanfradas, seja por oxiacetileno, esmerilhamento, eletrodo de carvão ou usinagem, de acordo com o tipo de peça e o tipo de solda, a fim de permitir uma melhor penetração.

As superfícies cortadas apresentarão um metal são e isento de qualquer defeito causado pela laminação, chanfragem ou outro qualquer. As superfícies das chapas a soldar serão isentas de todo o traço de ferrugem, graxa ou qualquer outro material estranho.

### ***Soldagem***

Os serviços de soldagem na Fábrica e na Obra, deverão ser executados com a melhor técnica e de acordo com as Normas TB-2, MB-168 e NB-262, da ABNT, ou equivalente.

Para as soldas efetuadas por arco elétrico, os eletrodos serão revestidos ou será usada técnica onde o ar não entre em contato com o metal fundido. Máquinas automáticas podem ser utilizadas, adotando-se procedimentos de controle corretos.

As soldas não serão executadas sobre superfícies úmidas ou durante períodos de fortes ventos, a menos que o soldador e as peças estejam protegidas convenientemente.

Após a execução das soldas, as mesmas serão limpas de toda a escória e respingos, devendo apresentar superfícies uniformes, lisas, isentas de quaisquer porosidades ou inclusões de escórias, conforme norma adotada.

### ***Eletrodos***

Os eletrodos serão convenientemente escolhidos pelas suas características de corrente elétrica, material e processo de solda.

A estocagem dos eletrodos será feita em estufa, com controle de temperatura, de acordo com as especificações do FABRICANTE dos mesmos, a fim de evitar qualquer dano ou deterioração.

Para soldas bimetálicas, os eletrodos serão escolhidos também através de testes feitos com pedaços das peças a serem unidas pela solda.

---

## **8.5    *INSPEÇÃO MECÂNICA***

### ***Ensaio Destrutivos***

Antes da retirada de qualquer testemunho ou apenso, os mesmos serão numerados e autenticados pela FISCALIZAÇÃO. Esta numeração e autenticação permanecerão unidas aos corpos de prova até o momento de serem realizados os ensaios.

Os ensaios de tração obedecerão às exigências da Norma NBR-6152 e os de dobramento à Norma NBR-6153, ambas da ABNT, ou equivalente.

#### ***a)    Ensaios Mecânicos***

### ***Chapas e Perfilados***

Serão feitos ensaios de tração e dobramento por amostragem, limitados a 5% da quantidade de chapas do lote apresentada, a critério da FISCALIZAÇÃO, mesmo que o FORNECEDOR tenha apresentado à FISCALIZAÇÃO os Certificados de Ensaios Químicos e Mecânicos, emitidos pelo FORNECEDOR.

Cada amostra será suficiente para tirar 3 (três) corpos de prova para tração e 3 (três) corpos de prova para dobramento.

De cada amostra serão retirados inicialmente: 1 (um) corpo de prova para ensaio de tração e 1 (um) corpo de prova para ensaio de dobramento.

Se o ensaio de tração for insatisfatório, serão ensaiados os outros 2 (dois) corpos de prova à tração.

Nos casos em que um dos dois últimos corpos de prova ensaiados apresentar resultados insatisfatórios, as chapas dessa corrida serão rejeitadas.

Procedimento análogo se aplica para os corpos de prova ensaiados ao dobramento lateral.

O custo destes ensaios será suportado pelo FORNECEDOR. Quando o resultado dos ensaios mecânicos de um material apresentar características a seguir daquelas especificadas pela Norma correspondente, as demais chapas da mesma corrida da amostra serão rejeitadas. Caso o FORNECEDOR queira reapresentar as chapas desta corrida rejeitada, deverá comprovar com ensaios complementares a sanidade de cada chapa dessa mesma corrida.

A FISCALIZAÇÃO terá ainda o direito de exigir, para cada ensaio com resultado insatisfatório, um ensaio suplementar em amostra tirada de outra corrida do mesmo lote.

O custo destes ensaios complementares será igualmente suportado pelo FORNECEDOR.

### ***Fundidos***

Antes de se mandar executar os trabalhos de fundição, serão definidas no roteiro de ensaios e inspeções as peças principais que se submeterão a ensaios físicos e químicos, os quais serão presenciados pela FISCALIZAÇÃO. Se o corpo de prova for fundido junto com a peça, o seu desenho mostrará o lugar de onde eles serão retirados.

Será aceita a alternativa de se fundir dois corpos de prova por corrida, separadamente das peças, sendo feita a identificação dos corpos de prova com as peças, por análise química, devendo o FORNECEDOR comunicar à FISCALIZAÇÃO o momento em que serão efetuadas as corridas para que a FISCALIZAÇÃO possa presenciá-las. O FORNECEDOR deverá inspecionar as peças antes da usinagem.

As propriedades químicas serão comprovadas através de apresentação dos respectivos Certificados de Material, providos pelo FORNECEDOR. Para as peças fundidas, a FISCALIZAÇÃO, a seu critério, presenciará ou não os ensaios na dependência do mesmo.

A estrutura das peças fundidas será homogênea e isenta de qualquer impureza não metálica.

Se nos pontos críticos das seções de uma peça fundida houver demasiada concentração de impurezas ou de elementos de liga, a peça será refugada.

As falhas e outros defeitos que se revelarem quando da limpeza das peças fundidas ou durante uma operação de usinagem, serão cuidadosamente raspadas até atingir-se o metal são, antes de qualquer conserto. Não será feito nenhum reparo nas peças fundidas sem a prévia aprovação da FISCALIZAÇÃO, exceto em casos de pequenas inclusões ou defeitos que não comprometam as características da peça, podendo, neste caso, a FISCALIZAÇÃO aceitar ou não as peças reparadas. O enchimento de defeitos de fundição será executado por soldadores



altamente qualificados e segundo as melhores técnicas de soldagem. Qualquer peça fundida que precisar de enchimento em qualquer etapa de fabricação, após o primeiro recozimento, será submetida a novo tratamento de recozimento, salvo indicações em contrário. Não serão aceitos enchimentos em bandas de rodagem.

### **Soldas**

Serão feitos ensaios de tração e dobramento de corpos de prova, em apenso às soldas (cordões de topo).

O número de apensos será definido em comum acordo entre FISCALIZAÇÃO e FORNECEDOR.

As dimensões de cada apenso serão suficientes para tirar três corpos de prova para tração e três corpos de prova para dobramento (ou seis no sentido transversal da solda). De cada apenso serão ensaiados um corpo de prova à tração e outro a dobramento lateral. Se o resultado do ensaio de tração for insatisfatório, serão ensaiados os outros dois corpos de prova à tração.

Nos casos em que um dos dois últimos corpos de prova ensaiados apresentarem resultados insatisfatórios, a solda será rejeitada.

Procedimento análogo se aplica aos corpos de prova ensaiados a dobramento lateral.

Deverão ser tirados 2 (dois) corpos de prova, de cada um dos elementos estruturais (solda de topo); o local de retirada desses corpos de prova deverá ser onde a solda é mais solicitada.

A não aceitação dos corpos de prova implicará na rejeição, por parte da FISCALIZAÇÃO, dos cordões de solda que deram origem aos mesmos. Antes da remoção dos cordões rejeitados serão preparados novos apensos, com o mesmo material base e soldados com o mesmo tipo de eletrodo utilizado para os cordões rejeitados. Esses novos apensos serão soldados nas extremidades dos cordões a serem corrigidos, sendo então realizada a remoção dos cordões rejeitados, juntamente com os novos apensos. Os novos cordões serão então executados e os ensaios repetidos.

Os ensaios de tração serão considerados satisfatórios quando o corpo de prova ensaiado apresentar limite de resistência à tração enquadrado no seu caso próprio a seguir:

- ✧ Para soldas que unem dois metais idênticos, o limite de resistência à tração do corpo de prova deve ser igual ou maior ao limite de resistência à tração mínima do material base, especificado por Norma aceita pela FISCALIZAÇÃO;
- ✧ Para chapas, perfilados, fundidos e cabos de aço, o limite de resistência à tração do corpo de prova deve ser igual ou maior que o limite de resistência mínimo do material que deu origem ao corpo de prova, especificado por Norma aceita pela FISCALIZAÇÃO;

- ✧ Para soldas que unem metais diferentes, o limite de resistência à tração do corpo de prova deve ser igual ou maior que o limite de resistência mínimo do material base que apresente menor resistência à tração, especificado por Norma aceita pela FISCALIZAÇÃO;
- ✧ Para soldas calculadas com resistência à tração menor que a do metal base, o limite de resistência à tração do corpo de prova deve ser igual ou maior que o limite de resistência à tração do metal da solda, especificado por Norma aceita pela FISCALIZAÇÃO;
- ✧ Em qualquer caso de solda, quando o corpo de prova se rompe no metal base, fora da solda ou exteriormente à linha de fusão, o ensaio será aceito somente quando o limite de resistência do corpo de prova for igual ou maior que o limite de resistência mínimo do material base que apresente menor resistência à tração, especificado por Norma aceita pela FISCALIZAÇÃO.

Os ensaios de dobramento serão considerados satisfatórios quando o corpo de prova ensaiado atender as exigências da Norma NBR-6153 da ABNT.

## **8.6 ANÁLISE QUÍMICA**

Em aços inoxidáveis e outros materiais resistentes à corrosão, será feita análise química por amostragem, a critério da FISCALIZAÇÃO, para verificação dos certificados.

O custo desta análise será suportado pela FISCALIZAÇÃO, desde que o FORNECEDOR tenha apresentado o Certificado dos Ensaios Químicos desses materiais.

As propriedades químicas de fundidos, chapas e perfilados serão comprovadas através da apresentação dos respectivos certificados de material providos pelo FORNECEDOR.

### **Ensaaios Não Destrutivos**

#### **a) Serão Submetidos a Ensaaios de Dureza**

Rodas, roldanas, coroas dentadas, eixos, engrenagens, borrachas de vedação, aços inoxidáveis, quando o valor de dureza for especificado no projeto.

SERÃO ENSAIADOS POR ULTRA-SOM:

#### **Chapas**

100% das chapas, em sua forma de matéria-prima, de espessura igual ou superior a 19 mm, segundo a Norma ASTM A435.

#### **Peças Fundidas e/ou Forjadas**

Rodas, eixos de rodas, eixos de grande responsabilidade estrutural, hastes de servomotores, etc.

SERÃO ENSAIADOS POR LIQUIDO PENETRANTE OU PARTÍCULA MAGNÉTICA, CONFORME DEFINIDO NO ROTEIRO DE INSPEÇÃO

- ✧ Soldas: em 100% dos cordões de solda bimetálicas e os cordões de solda estruturais (de ângulo)
- ✧ Chanfros para soldas na Obra
- ✧ Rodas: na pista de rolamento e face interna dos cubos, após usinagem final e tratamento térmico, quando existente.
- ✧ Eixos: após usinagem final e tratamento térmico, quando existente.

As peças acima serão rejeitadas se após o ensaio apresentarem trincas ou porosidades acima do permitido na Norma ASME ou outra aplicável. As partes rejeitadas serão reparadas e novamente submetidas aos ensaios aplicáveis desta seção. Dependendo da extensão ou do tipo do defeito, poderá haver refugo da parte defeituosa.

---

## **8.7      *CONTROLE DAS SOLDAS***

---

Serão exigidos os seguintes controles de acordo com as classes de solda que deverão ser definidas nos desenhos de projeto, aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

### **a)    *Classe 1***

- ✧ 100% ultrassom ou radiografia
- ✧ 100% partículas magnéticas ou líquido penetrante
- ✧ 100% visual/dimensional

### **b)    *Classe 2***

- ✧ 30% ultrassom ou radiografia
- ✧ 30% partículas magnéticas ou líquido penetrante
- ✧ 100% visual/dimensional

### **c)    *Classe 3***

- ✧ 20% partículas magnéticas ou líquido penetrante
- ✧ 100% visual/dimensional

### **d)    *Classe 4***

- ✧ 100% visual/dimensional

### **e)    *Estanques e Bimetálicas***

- ✧ 100% líquido penetrante ou testes de estanqueidade.

Os critérios de aceitação serão conforme ASME Seção VII, e os métodos de ensaios conforme ASME, Seção V.

Todos os controles descritos, após o último tratamento térmico.

Em caso de defeito será aumentada a porcentagem do controle, conforme ASME Seção VIII - UW52.

O local de amostragem será definido pelo inspetor por ocasião do ensaio.

### ***Espessura de proteções Superficiais***

- ✧ Cromação e outros processos similares: verificação da camada, através de medidor magnético (elcômetro) ou outro aparelho indicado. As peças que não apresentarem a espessura recomendada no projeto serão rejeitadas.
- ✧ Pintura: a demão de pintura básica será verificada antes da aplicação da demão de acabamento. Será utilizado medidor magnético (elcômetro). A espessura final da pintura será conforme indicado nestas especificações e, se não for atingida, será rejeitada. A verificação da pintura básica e de acabamento somente será feita após decorrido o tempo necessário à cura da tinta, especificado pelo FABRICANTE, devendo ser controlado na presença da FISCALIZAÇÃO, além da espessura total da aderência da película seca, conforme as normas aplicáveis.

### ***Verificações Dimensionais e de Acabamento Durante a Fabricação***

#### ***a) Partes Estruturais***

Antes da montagem dos componentes mecânicos e após eventuais correções e aprovação das soldas, após o tratamento térmico e usinagem final, as partes estruturais serão submetidas a verificação dimensional completa e verificação de acabamento de usinagem.

Deve ser prevista pelo FORNECEDOR, a pré-montagem no mínimo para os equipamentos a seguir, para verificação de ajustes, alinhamento, nivelamento, etc.

- ✧ peças fixas de grades, comporta ensecadeira e comporta segmento;
- ✧ tabuleiros e painéis de comporta ensecadeira
- ✧ setores, munhões e braços da comporta segmento.

Deve ser prevista também a verificação do acoplamento da viga pescadora, com os elementos e balanceamento dos painéis.

### ***b) Elementos Mecânicos***

Os seguintes elementos mecânicos serão submetidos à inspeção dimensional de acabamento, após usinagem final, após tratamento térmico e antes de qualquer montagem, em 100% dos lotes:

- ✧ Rodas e eixos;
- ✧ Buchas das rodas e eixos acima citados;
- ✧ Chassis, apoios ou suportes estruturais de elementos mecânicos de acionamento;
- ✧ Cilindro, flanges, buchas, êmbolo e haste do servomotor;
- ✧ Os demais elementos mecânicos, após usinagem final e antes de qualquer montagem, serão inspecionados dimensionalmente por amostragem, a critério da FISCALIZAÇÃO.

Os ensaios de vazamento serão feitos para as posições extremas e intermediária do êmbolo do servomotor.

Será verificado o funcionamento dos dispositivos de redução de velocidade dos trechos finais do curso do êmbolo, quando aplicável.

Os servomotores deverão ser submetidos a ensaios de funcionamento nas dependências do FORNECEDOR, verificando-se a movimentação da haste em ambos os sentidos.

### ***Centrais Oleodinâmicas***

As centrais óleo-hidráulicas completas deverão ser submetidas a ensaios de funcionamento nas dependências do FORNECEDOR.

### ***Tubulações e demais componentes do circuito hidráulico.***

Atenderão à condição de pressão de ensaio hidrostático indicada acima, não sendo admitidos vazamentos externos ou exudação.

### ***Manômetros***

Será feita a comparação com manômetro padrão, ponto por ponto da escala, para pressões crescentes e decrescentes, alternadamente.

### ***Redutores***

Verificação da relação de transmissão real dos redutores, bem como de ruídos, vibrações e aquecimento.

### **Motores elétricos**

Medição da voltagem, amperagem e rotação do motor, quando alimentado o sistema com a pressão máxima de trabalho.

#### ✧ Diversos

- ✧ Ensaios da válvula de segurança e pressostato;
- ✧ Verificação da capacidade do reservatório;
- ✧ Verificação do tempo necessário para se atingir a pressão nominal;
- ✧ Levantamento da curva característica das molas.

Antes de se levantar a curva característica, as molas de grande responsabilidade serão deixadas sob tensão máxima admissível, durante 48 horas.

### **c) Peças Sobressalentes**

Todas as peças sobressalentes, além dos ensaios destrutivos e não destrutivos aplicáveis, definidos nesta especificação, serão submetidas à verificação dimensional completa e a ensaios de funcionamento, quando necessários.

O critério de amostragem será de acordo com as Normas MIL-STD-105D.

Quando uma peça for rejeitada ou refugada na inspeção por amostragem, penalizar-se-á todo o lote. Neste caso, o FORNECEDOR fará a separação necessária das peças defeituosas, apresentando-as novamente para inspeção da FISCALIZAÇÃO.

### **Componentes Básicos**

Todos os ensaios definidos nesta especificação serão realizados, quando aplicáveis.

Sempre que previstos, os equipamentos relacionados, serão submetidos, no mínimo, aos ensaios descritos a seguir:

#### ✧ Bombas

Levantamento das curvas características através dos ensaios correspondentes, para cada tipo de bomba. A FISCALIZAÇÃO presenciará este ensaio, e aceitará os certificados de ensaios internos para as demais bombas do mesmo tipo.

#### ✧ Servomotores

Cada servomotor completo será submetido a um ensaio de pressão hidrostática, de acordo com o Código ASME de Vasos de Pressão, durante pelo menos 30 (trinta) minutos, a uma pressão interna de ensaio exercida pelo óleo igual à maior das duas seguintes pressões: 150 % (cento e cinquenta por cento) da pressão nominal do servomotor, ou pressão que o óleo

aplicaria ao servomotor sob o conjugado máximo do motor elétrico da bomba de óleo, supondo-se inoperante a válvula de alívio do circuito.

Todos os componentes do servomotor sujeitos à pressão de óleo, tais como: cilindro, pistão, haste, tampas, vedações, tubulações, válvulas e parafusos serão submetidos a ensaio à pressão indicada acima, não sendo admitidos vazamentos externos ou exudação.

Sob pressão de ensaio, o vazamento interno do servomotor não ultrapassará o valor de  $V = 3 \times (D^2 - d^2)$ , onde  $V$  = vazamento interno (mm<sup>3</sup>/hora),  $D$  = diâmetro interno do cilindro (mm),  $d$  = diâmetro da haste (mm). Não se admitirão vazamentos de óleo para o exterior do servomotor.

---

## **8.8    *INSPEÇÃO ELÉTRICA***

### **8.8.1    *Generalidades***

Cada tipo de parte de equipamento (quadros, barras, disjuntores, aparelhos de medição, cabos, motores, relés, aparelhos diversos) será submetido na fábrica aos ensaios de rotina, de conformidade com as Normas dos equipamentos correspondentes, na presença da FISCALIZAÇÃO. Para equipamentos nacionais, os ensaios serão realizados nas dependências do FABRICANTE.

#### ***Quadros e Circuitos de Distribuição e Comando***

Serão fornecidos à FISCALIZAÇÃO os relatórios dos ensaios de precisão e funcionamento na fábrica, dos diversos aparelhos incluídos nos quadros.

Os quadros completos serão ensaiados em fábrica, quando houver, na presença da FISCALIZAÇÃO, quanto ao seu comportamento dielétrico e funcionamento.

As condições nas quais se realizarão os ensaios dielétricos são as definidas pelas Normas aplicáveis.

#### ***Detetores de Temperatura***

Ensaio de cada detetor, por meio de um dispositivo que reproduza as variações de temperatura e sua faixa de funcionamento.

#### ***Ensaio Dielétrico nas Fiações***

Conforme as normas aplicáveis

#### ***Aparelhos de Proteção, Relés***

O FORNECEDOR deverá apresentar os Certificados de Ensaio de Rotina, emitidos pelo FABRICANTE, os quais a FISCALIZAÇÃO poderá presenciar.

## **Motores**

Serão realizados os ensaios de tipo, de rotina, definidos pela Norma NBR-5383 da ABNT, na primeira unidade, para cada tipo de motor. Para os demais motores deverão ser realizados os ensaios de rotina. A FISCALIZAÇÃO poderá aceitar, a seu critério, os certificados de ensaios de tipo de motores padronizados, apresentados pelo FORNECEDOR.

A FISCALIZAÇÃO presenciará todos os ensaios previstos.

## **9. CT.5 - PROTEÇÃO E PINTURA**

### **9.1 OBJETIVO**

---

Estas especificações técnicas têm como objetivo definir as condições de proteção e pintura referentes aos equipamentos hidromecânicos.

Nos casos em que houver conflito de uma determinada condição, prevalecerá a condição especificada nas especificações do equipamento em questão.

### **9.2 TRATAMENTO DA SUPERFÍCIE**

---

Antes da aplicação da pintura, todas as superfícies deverão ser tratadas para garantir a sua perfeita aderência.

Nas regiões onde forem constatados vestígios de óleo, graxa ou gordura a limpeza deverá ser efetuada com solventes, friccionando-se a superfície com panos limpos ou escovas embebidas em aguarrases minerais. A limpeza final deverá ser feita com solventes limpos e panos ou escovas limpas.

Para as superfícies que se apresentarem excessivamente cobertas com escamas de ferrugem, deverá ser empregado o processo de remoção por meio de ferramentas de impacto (escovas de arame de aço) ou por meio de ferramentas mecânicas (lixadeiras ou esmerilhadeiras), antes da limpeza final com jato abrasivo, conforme especificado no item correspondente das especificações do equipamento em questão e conforme item 6 desta Seção.

As superfícies usinadas ou de aço inoxidável, bem como furações, vedações de borracha, etc., deverão ser convenientemente protegidas no caso de jateamento.

### **9.3 PREPARO E APLICAÇÃO DAS TINTAS**

---

O preparo e aplicação das tintas deverão seguir rigorosamente as instruções do FABRICANTE das mesmas.

Todos os componentes deverão ser bem misturados, antes da aplicação, não devendo apresentar decantação nos recipientes durante a aplicação.



Todo o serviço deverá ser efetuado de maneira esmerada para que as superfícies fiquem isentas de escorrimentos, respingos, rugosidade, bolhas, ondas, recobrimentos e marcas de pincel.

Todas as demãos deverão ser aplicadas de tal maneira a produzir uma película igual e uniforme, cobrindo todos os cantos, reentrâncias, bordas, etc.

As tintas deverão ser aplicadas a pincel. Apenas na última demão, quando não exigido pelo FABRICANTE, poderá ser utilizado rolo ou pistola.

Sempre que houver paralisação dos serviços a sua continuidade posterior deverá ser feita com uma superposição mínima de 200 (duzentos) milímetros.

Os limites de umidade e temperatura ambiente deverão seguir rigorosamente as instruções dos FABRICANTES das tintas.

Não será permitido, no entanto, pintura em ambiente cuja umidade relativa do ar ultrapasse 85% (oitenta e cinco por cento) e cuja temperatura da superfície metálica esteja acima de 50°C.

Cada demão de tinta deverá estar suficientemente seca e no estado de cura apropriado antes de receber a demão subsequente. O intervalo de tempo entre as demãos deve seguir o estabelecido pelo FABRICANTE de tintas.

Antes da aplicação de uma nova demão de tinta a superfície já pintada deverá estar limpa de toda a poeira, óleo, graxa ou quaisquer resíduos e inteiramente isentas de água ou umidade, de modo a permitir perfeita aderência entre as diversas camadas de tinta.

As superfícies usinadas, as superfícies de aço inoxidável, bem como furações, vedações de borracha, etc., não deverão ser pintadas, devendo ser convenientemente protegidas durante as operações de limpeza e pintura. Após estas operações, as partes usinadas serão limpas e protegidas com duas demãos de verniz removível com espessura mínima de 35 micra.

Após a limpeza da superfície interna das tubulações de aço que permanecerem vazias, deverão ser aplicadas duas demãos de tinta betuminosa ou de resinas sintéticas.

As superfícies internas confinadas dos equipamentos deverão ser convenientemente protegidas.

Os elementos de fixação em aço carbono serão limpos adequadamente com escova, ar comprimido e solvente e conforme a prática usual para cada caso, protegidos com óleo, graxa ou duas demãos de verniz removível com espessura mínima de 35 micra.

As regiões de identificação das partes e marcas de montagem deverão ser protegidas quando da limpeza e proteção.

Deverá ser deixada sem qualquer pintura uma faixa de 100 mm, para cada lado, em todos os locais onde existir soldas do campo. Após a soldagem deverá haver uma preparação da superfície e posterior pintura.

As superfícies dos equipamentos, em contato com concreto e alvenarias não serão pintadas.

## **9.4    *INSPEÇÃO E TESTES***

---

A seu critério, a FISCALIZAÇÃO fiscalizará os serviços no que diz respeito à limpeza das superfícies, preparação das tintas e aplicação de cada demão, verificando as exigências dos FABRICANTES e destas especificações.

Entre os testes a serem executados, serão verificadas a espessura da película e a aderência da tinta.

## **9.5    *ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA PINTURA***

---

### **9.5.1    *Generalidades***

Todos os materiais e equipamentos que necessitem de pintura deverão ser tratados de acordo com as recomendações específicas para cada equipamento e de acordo com os esquemas e especificações relacionados neste item.

Outros esquemas de proteção e pintura de componentes padronizados (ex. motores elétricos) praticados por seus FABRICANTES, deverão ter aprovação da FISCALIZAÇÃO.

### ***Esquemas de Pintura***

#### **a)    *Esquema A***

Limpeza de superfície com jato de areia ou granalha de aço até o metal quase branco de acordo com a Norma SSPC-SP10-63T da STEEL STRUCTURES PARTES PAINTING COUNCIL.

NOTA: Nos locais onde não é permitida a presença de areia a limpeza das chapas deverá ser executada com ferramentas mecânicas, de acordo com a Norma SSPC-SP3-63.

Duas demãos de tinta de óxido de ferro, à base de borracha clorada.

Uma demão de tinta de fundo à base de alcatrão “EPOXI” resistente à abrasão, cor marrom.

A película de tinta, depois de seca, deverá apresentar uma espessura mínima de 200 (duzentos) micra.

Uma demão de tinta de acabamento à base alcatrão “EPOXI” resistente à abrasão, cor preta, a ser aplicada após decorridas 24 e 48 horas da aplicação da tinta de fundo.

A película de tinta, depois de seca, deverá apresentar uma espessura mínima de 200 (duzentos) micra.

### **b) Esquema B**

Limpeza de superfície com jato de areia ou granalha até o metal branco de acordo com a Norma SSPC-SP5-63 da *STEEL STRUCTURES PARTES PAINTING COUNCIL*.

NOTA: Nos locais onde não é permitida a presença de areia a limpeza das chapas deverá ser executada com ferramentas mecânicas, de acordo com a Norma SSPC-SP3-63.

Duas demãos de tinta de óxido de ferro, à base de borracha clorada.

Uma demão de tinta de fundo, rica em zinco à base de resina "EPOXI" conforme especificação N1277 da PETROBRAS.

A película de tinta, depois de seca, deverá apresentar uma espessura de 60 a 70 micra por demão e um percentual mínimo de 92% de zinco na película seca.

Duas demãos de tinta de acabamento à base de alcatrão-epóxi alta espessura e resistente à abrasão.

A película de tinta depois de seca, deverá apresentar uma espessura mínima de 200 (duzentas) micra por demão.

### **c) Esquema G**

O esquema G é aplicado para quadros elétricos.

Deverá ser feita a decapagem das chapas e suportes até o metal branco por meio de jato de areia, granalha ou limalha com granulometria adequada, eliminando-se toda a ferrugem. Deverá ser feita a zincagem em todas as chapas e suportes, imediatamente após o jateamento. Tratamento de chapa por fosfatização será também aceito (90 micra). Deverá ser aplicada uma ou mais camadas de *WASH PRIMER* para melhorar a aderência das tintas de acabamento na espessura mínima de 10 (dez) micra.

Será aceito processo de pintura a pó.

### **Quadros elétricos não abrigados**

Deverá ser aplicada uma ou mais demãos de tinta de fundo óxido de ferro à base de borracha clorada, na espessura seca de 70 (setenta) micra por demão.

Todos os riscos e depressões deverão ser emassados até que seja conseguida uma superfície perfeitamente lisa.

Deverá ser aplicada uma ou mais demãos de tinta de acabamento à base de borracha clorada, insaponificável, na espessura mínima de 35 micra por demão.

A espessura total seca do esquema acabado deverá ser, no mínimo, 240 micra.

Nos pontos críticos (cantos vivos, arestas, cordões de soldas, etc.) a espessura seca mínima do esquema de pintura deverá ser de 270 micra.

### **Quadros Elétricos Abridados**

Deverá ser aplicada uma ou mais demãos de tinta de fundo sintética à base de cromato de zinco e óxido de ferro, com espessura seca mínima de 35 micra por demão.

Todos os riscos e depressões deverão ser emassados até que seja conseguida uma superfície perfeitamente lisa.

Deverá ser aplicada uma ou mais demãos de tinta de acabamento de esmalte sintético alquídico brilhante para interiores e exteriores, com espessura seca mínima de 30 micra por demão.

A espessura total seca do esquema acabado deverá ser, no mínimo, 130 micra.

NOTA: Para as espessuras de película admite-se uma tolerância de mais ou menos 10%.

## **9.6 CORES**

---

Os equipamentos hidromecânicos serão pintados obedecendo aos seguintes padrões:

<b>COR</b>	<b>CÓDIGO MUNSELL</b>
Preta	N-1
Amarela	5Y 8/12
Laranja	2,5 YR 6/14
Cinza Claro	N - 6,5
Cinza Escuro	N - 3,5

As cores dos equipamentos obedecerão, além disso, às determinações da FISCALIZAÇÃO para aplicação de cores para construção mecânica, elétrica e segurança, para cada parte do equipamento.

## **9.7 RETOQUES**

---

Para todo o equipamento que tenha sido especificado com um esquema de pintura que inclui pintura de acabamento na Fábrica, o FORNECEDOR fornecerá, junto com cada unidade entregue FOB-Fábrica, as tintas base “Primers” e as tintas de acabamento necessárias para retocar a pintura eventualmente danificada nas operações de transporte, montagem e instalação.

A quantidade das tintas de retoque será aproximadamente igual a 5 % (cinco por cento) do total de cada tinta requerida para a pintura completa de cada unidade do equipamento.

---

## **9.8 OUTROS TIPOS DE PROTEÇÃO**

---

Dependendo da peça, serão aplicados outros tipos de proteção, tais como: metalização, zincagem a quente, cromeação, cadmiagem, etc.. Cada um destes processos será indicado, para os casos aplicáveis, nos respectivos desenhos, sendo portanto, sujeitos à aprovação da FISCALIZAÇÃO.