

CONTRATO 0190/2022  
OF Nº E-GPJ-016-001-2022

**MUNICÍPIO DE DOMINGOS MARTINS**

**IMPLANTAÇÃO DA BARRAGEM  
DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

**PROJETO  
GERAL**

**ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DOS  
EQUIPAMENTOS ELETROMECAÑICOS**

A-062-000-00-0-ET-0008

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU  
ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DOS EQUIPAMENTOS ELETROMECAÑICOS**

Nº	Descrição	Prep.	Aprov.	Data
1	ALTERAÇÃO DO CÓDIGO	JPA	ACFS	JUL/23
0	VERSÃO APROVADA	GERAL	ACFS	MAR/23
A	EMISSÃO INICIAL	GERAL	ACFS	NOV/22
REVISÕES				

**Inter**techne CONSULTORES S.A.



**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU  
PROJETO BÁSICO**

Elaborado por	ACFS	Monica Carvalho Gerente do Projeto	CÓDIGO INTERTECHNE	Rev.
Verificado por	RM		22AL-BI-4-GE-G00-00-G-00-ET-0001	1
Supervisor	RM	José F. Pinheiro Machado Resp. Técnico CREA PR 20532/D	CÓDIGO UNIFICADO	Rev.
Data	NOV/22		A-062-000-00-0-ET-0008	1

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU  
ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DOS EQUIPAMENTOS ELETROMECAÑICOS**

**ÍNDICE**

1.	OBJETIVO.....	10
2.	NORMAS TÉCNICAS .....	10
3.	REQUISITOS GERAIS.....	11
3.1.	GERAL.....	11
3.2.	CONDIÇÕES DO LOCAL DE INSTALAÇÃO .....	12
3.2.1	Condições ambientais.....	12
3.2.2	Tropicalização.....	12
3.3.	INTERCAMBIABILIDADE.....	12
3.4.	MATERIAIS.....	12
3.5.	TENSÕES DE TRABALHO .....	13
3.6.	FORÇA DE ATRITO.....	15
3.7.	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS.....	15
3.8.	ESFORÇOS DE VIBRAÇÕES.....	16
3.9.	PADRONIZAÇÃO.....	16
3.10.	DESMONTAGEM E ACESSO .....	16
3.11.	LUBRIFICAÇÃO.....	16
3.12.	SOLICITAÇÕES NO CONCRETO.....	17
4.	REQUISITOS ELÉTRICOS GERAIS.....	18
4.1.	GERAL.....	18
4.2.	TENSÕES DE ALIMENTAÇÃO .....	18
4.3.	ATERRAMENTO.....	19
4.3.1	Requisitos Gerais.....	19
4.3.2	Vias de Cabos .....	19
4.3.3	Blindagem dos Cabos de Controle e de Instrumentação .....	20
4.3.4	Blindagem de Módulos.....	20
4.3.5	Painéis e Quadros .....	20
4.3.6	Outros Equipamentos .....	20
4.4.	COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA .....	21
4.5.	EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS – CONDIÇÕES AMBIENTAIS.....	21
4.5.1	Classificação Quanto aos Ambientes de Instalação e Uso.....	21
4.5.2	Classificação Quanto à Influência da Fonte de Alimentação.....	22
4.5.3	Classificação Quanto à Suportabilidade a Fenômenos Eletromagnéticos .....	22
4.6.	INTERLIGAÇÃO ENTRE EQUIPAMENTOS.....	24

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

4.6.1	Geral .....	24
4.6.2	Percurso dos Cabos .....	24
4.7.	AUTOMATISMOS E INTERTRAVAMENTOS .....	24
4.7.1	Requisitos Gerais.....	24
4.7.2	Automatismos.....	24
4.7.3	Intertravamentos Elétricos.....	24
4.7.4	Intertravamentos Mecânicos .....	25
4.7.5	Bloqueios.....	25
4.8.	ASPECTOS GERAIS DOS QUADROS E PAINÉIS ELÉTRICOS.....	25
4.8.1	Construção .....	25
4.8.2	Projeto e Montagem.....	26
4.8.3	Invólucros .....	27
4.8.4	Barramentos .....	27
4.8.5	Aterramento.....	28
4.8.6	Fiação, Conectores e Bornes Terminais.....	28
4.8.7	Proteção dos Circuitos .....	29
4.8.8	Iluminação Interna, Tomadas e Resistores de Aquecimento.....	29
4.8.9	Sinalização Luminosa .....	30
4.8.10	Identificação dos Condutores .....	30
4.8.11	Identificação dos Equipamentos.....	30
4.8.12	Proteção Contra Corrosão e Pintura de Acabamento .....	31
4.9.	DISJUNTORES DE BAIXA TENSÃO.....	31
4.9.1	Disjuntores para Corrente Alternada .....	31
4.9.2	Mini Disjuntores (Mini Circuit Breakers – MCB) .....	32
4.10.	TRANSFORMADORES DE COMANDO.....	32
4.11.	TRANSFORMADORES DE POTENCIAL .....	32
4.12.	TRANSFORMADORES DE CORRENTE .....	32
4.13.	CONTADORES MAGNÉTICOS.....	33
4.14.	RELÉS TÉRMICOS.....	33
4.15.	MOTORES ELÉTRICOS .....	34
4.16.	SISTEMAS DE CONTROLE DE VELOCIDADE.....	35
4.17.	RELÉS.....	36
4.17.1	Relés de Proteção .....	36
4.17.2	Relés de Bloqueio.....	36
4.17.3	Relés Auxiliares .....	36
4.17.4	Relés de Tempo .....	37
4.18.	TRANSDUTORES.....	37
4.18.1	Geral .....	37
4.18.2	Características Específicas .....	38
4.19.	INSTRUMENTOS INDICADORES .....	39
4.20.	COMPONENTES E DISPOSITIVOS DE SUPERVISÃO E PROTEÇÃO .....	40

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

4.20.1	Requisitos Gerais.....	40
4.20.2	Manômetros.....	40
4.20.3	Pressostatos .....	41
4.20.4	Dispositivos de Supervisão de Temperatura.....	41
4.20.5	Termômetro de Linha.....	41
4.20.6	Medidores de Vazão .....	41
4.20.7	Chaves de Nível .....	42
4.20.8	Chaves Fim-de-Curso.....	42
4.21.	CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS.....	42
4.22.	INSTRUMENTAÇÃO DE COMPORTA.....	43
4.22.1	COMPORTA VAGÃO.....	43
4.23.	CHAVES SELETORAS E DE COMANDO .....	43
4.23.1	Geral .....	43
4.23.2	Chaves Seletoras.....	44
4.23.3	Chaves de Comando .....	44
4.24.	BOTONEIRAS DE COMANDO .....	45
4.24.1	Geral .....	45
4.24.2	Cores.....	45
4.25.	SINALIZADORES LUMINOSOS.....	46
4.25.1	Geral .....	46
4.25.2	Cores.....	46
4.26.	TERMINAIS DE CABOS.....	47
4.26.1	Cabos de Potência de Baixa Tensão.....	47
4.26.2	Cabos de Potência de Média Tensão.....	47
4.26.3	Cabos de Controle e Instrumentação .....	47
4.27.	CHAVES DE AFERIÇÃO OU BLOCOS DE TESTES.....	48
4.28.	FUSÍVEIS DE PROTEÇÃO PARA OS CIRCUITOS DE CONTROLE.....	48
4.29.	ELETRODUTOS PARA PROTEÇÃO DE CONDUTORES ELÉTRICOS .....	48
4.29.1	Eletroduto Metálico Rígido .....	48
4.29.2	Eletroduto Metálico Flexível .....	48
4.29.3	Eletroduto de PVC Rígido .....	49
4.30.	TOMADAS E PLUGUES .....	49
4.31.	CABOS DE INTERLIGAÇÃO.....	49
4.31.1	Cabos de Força de Média Tensão .....	49
4.31.2	Cabos de Força para Baixa Tensão .....	49
4.31.3	Condutores de Iluminação .....	50
4.31.4	Cabos de Controle .....	50
4.31.5	Cabos de Instrumentação .....	50
4.31.6	Cabos de Fibra Óptica .....	50
4.31.7	Cabos flexíveis para equipamentos de levantamento e transporte.....	51
5.	REQUISITOS MECÂNICOS GERAIS.....	51

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

5.1.	MATERIAIS.....	51
5.1.1	Chapas e Perfis Laminados .....	51
5.1.2	Peças Fundidas .....	52
5.1.3	Peças Forjadas .....	53
5.1.4	Aços Inoxidáveis .....	54
5.1.5	Metais não Ferrosos .....	54
5.2.	DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS .....	54
5.2.1	Materiais e Normas .....	54
5.2.2	Fabricação.....	54
5.3.	COMPONENTES MECÂNICOS .....	56
5.3.1	Mancais de Deslizamento .....	56
5.3.2	Mancais de Rolamento .....	56
5.3.3	Acoplamentos.....	56
5.3.4	Eixos e Pinos.....	57
5.3.5	Rodas.....	58
5.3.6	Redutores .....	58
5.3.7	Engrenagens .....	59
5.3.8	Freios .....	60
5.3.9	Tambores .....	60
5.3.10	Polias .....	60
5.3.11	Ganchos.....	61
5.3.12	Moitões.....	61
5.3.13	Cabo de Aço / Corrente .....	61
5.3.14	Juntas e Fixadores.....	61
5.3.15	Acionamento da Translação das Talhas.....	62
5.3.16	Monovias .....	62
5.3.17	Acionamento do Pórtico e/ou Ponte Rolante .....	62
5.3.18	Acionamento do Carro do Pórtico e/ou Ponte Rolante.....	62
5.4.	PARAFUSOS, PORCAS, ARRUELAS E ACESSÓRIOS .....	63
5.5.	VEDAÇÕES.....	63
5.6.	TUBULAÇÕES E VÁLVULAS E ACESSÓRIOS .....	64
5.7.	TROCADORES DE CALOR.....	64
5.8.	ESTRUTURAS DE PARTES METÁLICAS DIVERSAS.....	65
5.8.1	Estruturas Metálicas .....	65
5.8.2	Escadas, Parapeitos, Plataformas e Guarda-corpos Metálicos .....	66
6.	MÃO DE OBRA.....	67
6.1.	GERAL.....	67
6.2.	QUALIFICAÇÃO DE SOLDADORES.....	67
6.3.	SUPERVISÃO DE MONTAGEM, DE ENSAIOS E TREINAMENTO.....	67
7.	SOLDAS.....	68
7.1.	GERAL.....	68

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

7.2.	SOLDAGEM ELÉTRICA.....	68
7.2.1	Normas de Projeto.....	68
7.2.2	Procedimentos de Soldagem.....	68
7.2.3	Preparação para Soldagem.....	69
7.2.4	Qualificação de Soldadores.....	69
7.2.5	Qualidade das Soldas.....	70
7.2.6	União Soldadas.....	71
7.2.7	Consumíveis de Solda.....	71
7.2.8	Alívio de Tensões.....	71
7.3.	ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS.....	71
7.3.1	Geral.....	71
7.3.2	Inspeção Visual.....	72
7.3.3	Exame por ultrassom.....	72
7.3.4	Outros Ensaios Não Destrutivos.....	72
7.4.	BRASAGEM.....	72
7.4.1	Procedimentos de Soldagem.....	72
7.4.2	Qualificação de Soldadores e Operadores.....	73
7.4.3	Qualidade das Juntas Brasadas.....	73
7.5.	CRITÉRIOS DE PROJETO PARA SOLDAS NA OBRA.....	73
7.5.1	Objetivo.....	73
7.5.2	Geral.....	74
7.5.3	Superfícies que serão Soldadas na Obra.....	74
7.5.4	Tubulações que serão Soldadas na Obra.....	74
7.5.5	Acabamento e Limpeza.....	74
7.6.	ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS.....	74
7.7.	REPAROS.....	74
7.8.	MATERIAIS E EQUIPAMENTOS PARA BRASAGEM E SOLDAS POR ARCO SUBMERSO.....	74
7.9.	PRÉ-AQUECIMENTO DAS CHAPAS.....	75
8.	PROTEÇÃO ANTICORROSIVA.....	75
8.1.	NORMAS.....	75
8.2.	PREPARAÇÃO DAS SUPERFÍCIES.....	75
8.3.	PROCEDIMENTOS DE LIMPEZA.....	75
8.3.1	Jateamento em Aço Carbono.....	76
8.3.2	Limpeza com Solvente.....	76
8.4.	APLICAÇÃO DE MATERIAIS DE PINTURA.....	76
8.5.	PINTURA E ACABAMENTO NA FÁBRICA.....	77
8.5.1	Superfícies Embutidas.....	77
8.5.2	Superfícies Usinadas que não Receberam Pintura em Fábrica.....	77
8.5.3	Superfícies sem Pintura.....	78
8.5.4	Superfícies Zincadas.....	78

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

8.5.5	Parafusos, Porcas e Arruelas .....	78
8.5.6	Materiais inoxidáveis, Não-Ferrosos, Usinados .....	78
8.5.7	Componentes de Painéis, Cubículos e Afins .....	78
8.5.8	Tratamento de Superfícies .....	79
8.5.9	Pintura - Aplicação das Tintas .....	80
8.5.10	Cuidados com as Superfícies Pintadas .....	80
8.6.	RETOQUES E PINTURA DE ACABAMENTO FINAL NA OBRA.....	81
8.6.1	Qualidade das Tintas e Responsabilidades.....	81
8.6.2	Superfícies de emendas que serão soldadas na Obra.....	82
8.6.3	Transporte e Manuseio após a Pintura.....	82
8.7.	CORES E ESQUEMAS DE PINTURA .....	82
8.7.1	Superfícies Expostas à Água .....	82
8.7.2	Superfícies Expostas ao Ar seco.....	82
8.7.3	Superfícies Expostas ao Ar e Alta Umidade .....	83
8.7.4	Superfícies de Içamento .....	83
8.7.5	Superfícies Expostas ao Óleo .....	84
8.7.6	Painéis Elétricos .....	84
8.7.7	Juntas de Solda.....	85
8.7.8	Superfícies Usinadas .....	85
8.7.9	Superfícies de Aço Inoxidável .....	86
8.7.10	Superfícies Zincadas por Metalização/Aspersão Térmica/Projeção de Zinco Fundido .....	86
8.7.11	Superfícies Zincadas por Imersão à Quente/Zincagem a Fogo.....	87
8.7.12	Superfícies de Aço Patinável.....	87
8.7.13	Tabela de Cores .....	87
8.8.	GARANTIA DA PINTURA NA FÁBRICA E NO FORNECIMENTO DE TINTAS .....	90
8.9.	TESTE DE ADERÊNCIA .....	90
8.10.	SUPERFÍCIES COM REVESTIMENTO DE ZINCO .....	90
8.10.1	Pintura de Superfícies Zincadas.....	90
8.11.	PINTURAS DE OBRA .....	90
8.12.	AÇOS PATINÁVEIS (COR-TEN).....	91
8.12.1	Características e Aplicação.....	91
8.13.	PROTEÇÃO ANTICORROSIVA COM ZINCO .....	92
8.13.1	Objetivo .....	92
8.13.2	Preparo de Superfícies .....	92
8.13.3	Zincagem por Imersão à Quente .....	92
8.13.4	Metalização .....	92
8.13.5	Zincagem Eletrolítica.....	93
8.14.	INSPEÇÕES .....	93
8.14.1	Geral .....	93
8.14.2	Verificação da Espessura.....	93

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

8.14.3	Defeitos Não Aceitos.....	93
8.14.4	Disposições Gerais.....	95
8.15.	PROCEDIMENTOS PARA DECAPAGENS INTERNAS DAS TUBULAÇÕES HIDRÁULICAS.....	95
8.15.1	Introdução.....	95
8.15.2	Execução.....	95
8.15.3	Esquema de Tratamento.....	95
8.15.4	Verificação.....	96
8.15.5	Cuidados.....	96
8.15.6	Esquema.....	96
9.	INSPEÇÕES, TESTES E QUALIDADE.....	96
9.1.	DIRETRIZES GERAIS.....	96
9.2.	ENSAIO DE TIPO.....	98
9.3.	DESCRIÇÃO DOS TESTES E ENSAIOS EXIGIDOS DA PARTE MECÂNICA.....	98
9.4.	INSPEÇÕES E TESTES ELÉTRICOS E MECÂNICOS.....	102
9.4.1	Geral.....	102
9.4.2	Componentes Estruturais.....	102
9.4.3	Componentes Básicos.....	102
9.5.	PROCEDIMENTO PARA NÃO-CONFORMIDADES.....	106
9.6.	RELATÓRIOS.....	106
9.7.	PRÉ-MONTAGEM E INSPEÇÃO FINAL NA FÁBRICA.....	107
9.8.	MONTAGEM E INSPEÇÃO NA OBRA.....	107
10.	REVESTIMENTOS ELÁSTICOS.....	108
10.1.	INTRODUÇÃO.....	108
10.2.	DESCRIÇÃO SUCINTA.....	108
10.3.	CRITÉRIOS DE PROJETO.....	108
10.3.1	Generalidades.....	108
11.	TRANSPORTE, MONTAGEM E COMISSONAMENTO EM OBRA.....	109
11.1.	EMBALAGEM E TRANSPORTE.....	109
11.1.1	Identificação dos Componentes.....	109
11.1.2	Embalagem.....	110
11.1.3	Lista de Embarque.....	110
11.1.4	Armazenagem na Fábrica.....	110
11.1.5	Armazenagem na Obra.....	110
11.1.6	Transporte.....	111
11.2.	MONTAGEM.....	111
11.2.1	Geral.....	111
11.2.2	Ferramentas Especiais.....	111
11.3.	COMISSONAMENTO.....	112
11.4.	OPERAÇÃO ASSISTIDA.....	113
12.	SOBRESSALENTES.....	113

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

12.1. CRITÉRIOS BÁSICOS DE FORNECIMENTO .....	113
13. DOCUMENTAÇÃO .....	113
13.1. CRONOGRAMA DO FORNECIMENTO .....	113
13.1.1 De Fabricação e Transporte.....	114
13.1.2 De Montagem .....	114
13.2. DOCUMENTAÇÃO ESPECÍFICA DAS UNIDADES FUNCIONAIS .....	114
14. TREINAMENTO E GARANTIAS .....	115
14.1. TREINAMENTO .....	115
14.2. GARANTIAS .....	115

## BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU

### ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DOS EQUIPAMENTOS ELETROMECAÑICOS

#### 1. OBJETIVO

Esta Especificação Técnica define as condições básicas e gerais que devem ser atendidas pela CONTRATADA para o fornecimento completo dos equipamentos e sistemas eletromecânicos para a Barragem dos Imigrantes.

Os requisitos gerais desta Especificação Técnica devem ser considerados, no que se aplicar, em conjunto ou complementar, com os requisitos específicos de cada uma das Folhas de Dados correspondentes de cada equipamento ou sistema, de forma a constituir o conjunto completo de requisitos técnicos que devem ser atendidos pela CONTRATADA para o referido equipamento ou sistema.

Este documento aplica-se genericamente a todos os equipamentos e sistemas eletromecânicos destinados a Barragem dos Imigrantes, localizada no rio Jucu, no estado do Espírito Santo, englobando os requisitos gerais que devem ser obedecidos no projeto, fabricação, inspeções e testes de aceitação em fábrica, embalagem para transporte, supervisão de montagem, comissionamento, ensaios de desempenho dos equipamentos e instalações, bem como elaboração dos desenhos "como construído" e memórias técnicas.

Em caso de divergência entre este documento e as Folhas de Dados Específicas correspondentes de cada equipamento ou sistema, prevalecem estas últimas.

#### 2. NORMAS TÉCNICAS

Os equipamentos e sistemas mecânicos deverão ser projetados, fabricados, ensaiados, testados, montados e postos em operação de acordo com as últimas edições das Normas nacionais e/ou internacionais listadas nesta seção.

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- AGMA - *American Gear Manufacturers Association.*
- ABMA - *American Bearing Manufacturers Association.*
- AFNOR - *Association Française de Normalisation.*
- AISE - *Association for Iron and Steel Engineers.*
- AISI - *American Iron and Steel Institute.*
- AISC - *American Institute of Steel Construction.*
- ANSI - *American National Standards Institute.*
- API - *American Petroleum Institute.*
- ASCE - *American Society of Civil Engineers.*
- ASME - *American Society of Mechanical Engineers.*
- ASTM - *American Society for Testing and Materials.*
- ASE - *Association Suisse des Electriciens.*
- ASHRAE - *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.*

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

- AWS - *American Welding Society.*
- AWWA - *American Water Works Association.*
- USBR - *U. S. Bureau of Reclamation (U.S. Department of the Interior).*
- CECT - *Comité Européen de la Chaudronnerie et de la Tuyauterie.*
- CAGI - *Compressed Air and Gas Institute.*
- DEMA - *Diesel Engine Manufacturers Association.*
- DIN - *Deutsches Institute für Normung.*
- EIA - *Electronic Industries Association.*
- FEM - *Federation Européenne de la Manutention.*
- HI (USA) - *Hydraulic Institute.*
- IEC - *International Electrotechnical Commission.*
- IEEE - *Institute of Electrical and Electronics Engineers.*
- ISA - *Instrument Society of America.*
- ISO - *International Organization for Standardization.*
- NEMA - *National Electrical Manufacturers Association.*
- NFC - *National Fire Code.*
- NFPA - *National Fire Protection Association.*
- SAE - *Society of Automotive Engineers.*
- SHF - *Société Hydrotechnique de France.*
- SIS - *Swedish Corrosion Institute*
- SMACNA - *Sheet Metal and Air Conditioning Contractors' National Association.*
- SSPC - *The Society for Protective Coatings.*
- TEMA - *Tubular Exchanger Manufacturers Association.*
- VDE - *Verband Deutscher Elektrotechniker.*
- VDI - *Verband Deutscher Ingenieur.*

**3. REQUISITOS GERAIS****3.1. GERAL**

Os equipamentos, materiais e componentes fornecidos deverão ser novos, normalizados, da melhor qualidade e convenientemente apropriados ao fim a que se destinam e em conformidade com os requisitos definidos nesta Especificação.

Os equipamentos deverão ser projetados, fabricados e montados segundo as mais modernas técnicas de engenharia. Com relação ao desempenho, deverão ser adequados para as condições de funcionamento a que serão submetidos, desde que obedecidas as recomendações do fabricante, relativas à operação e manutenção.

O fabricante deverá conservar, durante um prazo de 5 (cinco) anos para dispositivos e 10 (dez) anos para o projeto, a partir da data de entrega, do equipamento completo, sem ônus para a CONTRATANTE, todos os projetos e dispositivos de fabricação e todas

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

as informações de projeto que poderão ser utilizados na eventual execução de reparos ou em eventuais substituições de peças no referido equipamento.

Os equipamentos e seus sistemas associados deverão ser concebidos para conferirem adequadas condições de segurança, qualidade, confiabilidade, disponibilidade e estabilidade operacional durante toda a vida útil da Barragem, não se restringindo, portanto ao período de garantia estabelecido.

Os sistemas de gerenciamento da qualidade e de normas de garantia de qualidade deverão ser regidos pela série 9000 da norma ISO, desde a fase de qualificação do fabricante até as fases de especificações, propostas, projetos, aquisição de materiais, fabricação, montagem e comissionamento, incluindo a documentação técnica do fornecimento (documentos: “como construído”, memórias técnicas e arquivos técnicos).

**3.2. CONDIÇÕES DO LOCAL DE INSTALAÇÃO**

**3.2.1 Condições ambientais**

As seguintes condições ambientais devem ser consideradas no Projeto Executivo da CONTRATADA:

a) Altitude acima do nível do mar:

- Estrutura de tomada do Desvio:..... 120,00 m
- Vertedouro:..... 120,00 m

**3.2.2 Tropicalização**

Os equipamentos deste fornecimento deverão ser apropriados para instalação abrigada em ambientes não climatizados e adequados para serviço e armazenagem sob condição tropical de alta temperatura, alta umidade e ambiente propício a mofo e fungos.

Um verniz resistente a fungos e à umidade deverá ser aplicado nas partes sujeitas ou que favoreçam a formação de culturas de fungos devido à presença ou depósito de substâncias nutrientes.

**3.3. INTERCAMBIABILIDADE**

Os equipamentos fornecidos em quantidade igual ou maior do que dois (2) deverão ser idênticos, e as tolerâncias dimensionais das partes individuais deverão ser tais que permitam a intercambiabilidade entre os seus componentes similares.

As peças sobressalentes deverão ser do mesmo material e qualidade das peças originais dos equipamentos.

**3.4. MATERIAIS**

A CONTRATADA deverá fornecer todos os materiais e equipamentos necessários para o mais completo atendimento às Especificações Técnicas.

Todos os materiais e componentes incorporados aos equipamentos objeto deste fornecimento deverão ser novos, comerciais, de primeira qualidade, normalmente utilizados para esses equipamentos, considerando-se resistência mecânica, durabilidade, melhor prática de engenharia e o serviço aos quais os equipamentos estarão sujeitos, livres de defeitos e imperfeições, de fabricação recente e sem uso, e nas classificações e graus designados.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

Se a CONTRATADA, por qualquer motivo, desejar desviar-se ou utilizar materiais não cobertos pelas normas relacionadas, ela deverá descrever a natureza exata e o grau de desvio ou exceção, submetendo à aprovação da CONTRATANTE as especificações completas dos materiais que propõe utilizar.

A CONTRATADA deverá submeter à aprovação da CONTRATANTE uma lista relacionando as principais peças ou elementos dos equipamentos, indicando o tipo e características dos materiais previstos para fabricação dos mesmos, conforme normas ASTM, EN ou ABNT. Esta lista deverá ser submetida à aprovação, antes da encomenda dos materiais.

A CONTRATADA deverá submeter à aprovação da CONTRATANTE os nomes dos fabricantes, especificações e catálogos de todos os equipamentos, materiais e dispositivos que ela se propõe a utilizar no fornecimento. Desenhos e listas de materiais submetidos à aprovação deverão indicar claramente o tipo e a qualidade do material. Amostras de tais equipamentos, materiais e dispositivos deverão ser submetidas à aprovação da CONTRATANTE, quando solicitadas. Equipamentos, materiais e dispositivos utilizados ou instalados sem tal aprovação poderão ser rejeitados pela CONTRATANTE. Os equipamentos, materiais e dispositivos utilizados para serviços similares ou idênticos deverão ser do mesmo tipo, marca e fabricante, e deverão ser intercambiáveis.

**3.5. TENSÕES DE TRABALHO**

Todas as partes dos equipamentos deverão ser calculadas com base nas condições mais desfavoráveis a que estiverem sujeitas, seja durante a operação, montagem, ensaios de campo, ou transporte.

A análise de tensões deverá ser feita para todos os equipamentos, suportes ou bases, e seus componentes, sob cada condição de carga de projeto, considerando-se o seguinte:

- Níveis de tensão máxima e distribuição de tensões, com indicação dos picos de tensão em pontos críticos e pressões de contato.
- Deformações e deflexões.
- Segurança contra ressonância entre a frequência natural e a induzida, em partes da estrutura.
- Segurança contra fadiga.
- Tensões Admissíveis.

A tensão combinada deverá ser determinada pelo critério do trabalho máximo de deformação.

A CONTRATANTE poderá, a seu critério, aceitar tensões localizadas superiores aos valores máximos admissíveis indicados a seguir, dependendo das hipóteses e do método de cálculo adotado para cada parte da estrutura. As tensões localizadas deverão ser analisadas conforme os procedimentos recomendados pela ASME.

O critério de manutenção da rigidez requerida em algumas partes da estrutura do equipamento deverá prevalecer sobre o das tensões máximas admissíveis, onde aplicável.

Quando o critério de dimensionamento não for baseado em uma norma específica ou método de cálculo mencionado nestas Especificações Técnicas Gerais, ou nas Especificações Técnicas do Equipamento, deverão ser adotados os seguintes valores de tensões admissíveis para o caso de carga normal:

Tabela 3.1

	TENSÃO MÁXIMA ADMISSÍVEL	
	CARGAS ESTÁTICAS	CARGAS DINÂMICAS
Ferro Fundido	0,15 TR (tração) 100 MPa (compressão)	0,10 TR (tração) 70 MPa (compressão)
Ferro Fundido Nodular	0,25 TR ou 0,40 TE	0,17 TR ou 0,25 TE
Aço Fundido ou Forjado	0,25 TR ou 0,50 TE	0,20 TR ou 0,33 TE
Chapa de Aço Laminado (Parte Estrutural)	0,33 TR ou 0,55 TE	0,25 TR ou 0,40 TE
Aço Laminado (Parte Mecânica)	0,20 TR ou 0,40 TE	0,15 TR ou 0,30 TE

LEGENDA:

TR - Tensão de ruptura do material

TE - Tensão de escoamento do material

Na tabela acima, onde estiverem indicadas duas tensões de tração admissíveis, uma em função de TR e a outra em função de TE, deverá ser considerada a menor delas.

A tensão de cisalhamento admissível deverá ser limitada a 0,58 da tensão admissível a tração.

A CONTRATADA deverá justificar nos memoriais de cálculo, por ocasião do projeto executivo, os coeficientes de segurança adotados para as partes sujeitas às solicitações cíclicas ou de impacto.

Para buchas e arruelas de bronze, a tensão de compressão média não deverá ultrapassar os valores usuais.

As tensões máximas admissíveis de cisalhamento (TS) serão:

- $TS \leq 21 \text{ MPa}$  ( $214 \text{ kgf/cm}^2$ ) para ferro fundido.
- $TS \leq 0,58 \text{ TT}$  para os demais materiais, exceto para o material do eixo da unidade, sujeito à tensão de cisalhamento devido à torção, onde  $TS \leq 0,50 \text{ TT}$ .

Onde:

TT - Tensão de Tração Admissível

TS - Tensão de Cisalhamento Admissível

A pré-tensão nos parafusos de alta resistência não deverá ultrapassar a 0,67 TE.

A CONTRATADA também deverá justificar nos memoriais de cálculo o valor da pressão da água adotado para o cálculo das partes do equipamento sujeitas a este tipo de carregamento. Serão considerados os regimes permanente, transitório e a unidade parada.

Quando o critério de dimensionamento não for baseado em uma norma específica, as tensões provenientes do máximo torque motor em equipamentos bloqueados não deverão exceder a 80% do limite de resistência de escoamento do material empregado.

As tensões máximas de compressão transmitidas ao concreto pelas peças de fixação dos equipamentos não poderá ultrapassar o valor de 0,7 MPA.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

**3.6. FORÇA DE ATRITO**

As forças de atrito deverão ser determinadas a partir dos valores constantes em normas ou nas especificações dos fornecedores. No entanto, deverão ser considerados, para os coeficientes de atrito, no mínimo, os seguintes valores:

Coeficiente de atrito entre borracha de vedação e superfícies de vedação:

- na partida ..... = 1,00
- em movimento ..... = 0,70

Coeficiente de atrito entre borracha de vedação revestida com fluorocarbono e superfícies de vedação:

- na partida ..... = 0,10
- em movimento ..... = 0,10

Coeficiente de atrito de deslizamento entre aço e aço (sem lubrificação):

- na partida ..... = 0,40
- em movimento ..... = 0,20

Coeficiente de atrito de deslizamento para mancal de bucha de bronze:

- na partida ..... = 0,20
- em movimento ..... = 0,15

Coeficiente de atrito de deslizamento para mancal de bucha autolubrificante:

- na partida ..... = 0,15
- em movimento ..... = 0,10

Coeficiente de atrito de deslizamento para mancal de rolamento:

- na partida ..... = 0,010
- em movimento ..... = 0,005

Coeficiente de atrito de deslizamento para braço de resistência ao rolamento:

- na partida ..... = 0,10
- em movimento ..... = 0,05

**3.7. CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS**

As peças ou partes que necessitem de manutenção preventiva ou substituição periódica deverão ser facilmente acessíveis e projetadas de modo a facilitar ao máximo essas operações.

Todas as peças que, pelas suas dimensões, forma, etc., tornem necessária a utilização de meios que facilitem a movimentação das mesmas nas operações de transporte, montagem e desmontagem, deverão ser providas de alças de levantamento, orifícios roscados para anel de levantamento, suportes etc. A CONTRATADA deverá prever a utilização de dispositivos especiais, tais como pinos de guia e gabaritos, para que sejam atendidas as condições particulares de transporte, montagem e desmontagem, incluindo-os no fornecimento dos equipamentos correspondentes.

A variedade dentro de cada tipo de componente padronizado deverá ser mínima, inclusive para os componentes comerciais.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU****3.8. ESFORÇOS DE VIBRAÇÕES**

Os dispositivos e equipamentos de controle e proteção estarão sujeitos a esforços de vibração, portanto o projeto deverá considerar aspectos referentes à suportabilidade aos esforços de vibração.

Destacam-se os blocos estruturais da tomada d'água, vertedouro e estrutura de desvio, onde se esperam razoáveis índices de vibração em baixa frequência. Os critérios e limites de aceitação para as vibrações induzidas e suas respostas dinâmicas deverão ser estabelecidos conforme normas aplicáveis.

**3.9. PADRONIZAÇÃO**

Com a finalidade de limitar o estoque de sobressalentes, facilitar a manutenção e de se melhorar a apresentação dos equipamentos, os componentes de equipamentos usados com frequência em todas as instalações da Barragem, deverão ser padronizados.

A seleção de componentes deverá ser padronizada, tanto para equipamentos mecânicos como elétricos e evidenciada pela CONTRATADA, nas listas de materiais. A variedade de componentes padronizados deverá ser mínima, inclusive em relação aos componentes de linha normal de fabricação.

Na determinação de dados nominais de componentes não padronizados por normas, deverão ser adotadas as recomendações da DIN-323.

**3.10. DESMONTAGEM E ACESSO**

A CONTRATADA proverá dispositivos auxiliares para movimentação de componentes de equipamento, incorporados a estrutura civil da Barragem, tais como olhais, placas de apoio, ganchos, dispositivos de desmontagem etc.

A facilidade e segurança de acesso aos equipamentos e de desmontagem dos mesmos, para fins de manutenção preventiva ou de eventuais reparos, deverão ser consideradas no projeto dos referidos equipamentos.

As peças ou partes que necessitem de manutenção preventiva ou substituição periódica deverão ser facilmente acessíveis e projetadas de modo a facilitar ao máximo essas operações.

O acesso e a desmontagem dos equipamentos elétricos deverão ser permitidos, na medida do possível, sem que haja necessidade de interrupção no funcionamento de equipamentos adjacentes.

A desmontagem, para acesso às partes mais sujeitas a desgaste, deverá ser mínima.

Todas as peças que, pelas suas dimensões, forma, etc., torne necessária a utilização de meios que facilitem a movimentação das mesmas nas operações de transporte, montagem e desmontagem, deverão ser providas de alças de levantamento, orifícios rosqueados para anel de levantamento, suportes, etc. A CONTRATADA deverá prever a utilização de dispositivos especiais, tais como pinos de guia e gabaritos, para que sejam atendidas as condições particulares de transporte, montagem e desmontagem, incluindo-os no fornecimento dos equipamentos correspondentes.

**3.11. LUBRIFICAÇÃO**

Os sistemas de lubrificação devem ser eficientes e seguros. Sempre que possível, devem ser utilizados sistemas autolubrificantes ou rolamentos blindados.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

Os rolamentos, acoplamentos e outras partes aplicáveis, deverão ser lubrificados de acordo com as recomendações dos fabricantes de cada parte, em função do tipo de serviço e velocidade nominal especificados, exceto no caso de rolamentos blindados. Os mancais de deslizamento com buchas de bronze, sem aplicação de grafite, deverão ter sulcos usinados nas mesmas, para uma distribuição eficiente do lubrificante.

Todos os mancais, pinos de articulação e mecanismos, desde que não sejam equipados com material autolubrificante, deverão ser providos de dispositivos de lubrificação.

A lubrificação dos pontos de difícil acesso deverá ser feita através de extensões a eles ligados. Tais extensões deverão possuir engraxadeiras de lubrificação, que deverão ser agrupadas em pontos facilmente acessíveis pelos passadiços.

As extensões deverão ser com tubulações de cobre ou de aço sem costura e, nas partes móveis ou sujeitas a deslocamentos e vibrações, deverão ser usadas tubulações flexíveis para alta pressão.

Sempre que o tipo de equipamento o permitir e a dificuldade ou inconveniência da lubrificação executada ponto por ponto tornar-se evidente, deverá ser incluído no fornecimento um sistema de lubrificação centralizada.

Os equipamentos auxiliares deverão ser providos de dispositivos para enchimento de óleo, respiro, drenagem e indicação de nível de óleo.

As engraxadeiras e pontos de lubrificação deverão ser providas de prolongamentos de tubulação, onde necessário, para conveniência de manutenção, e painéis de inspeção facilmente removíveis deverão ser instalados, de maneira que seja possível a inspeção visual. As engraxadeiras deverão ser do tipo padrão, de cabeça redonda.

Onde aplicável, todas as engraxadeiras deverão ser cobertas com tampas de borracha, a fim de ser evitada a penetração de sujeira. Quando praticável, as vedações deverão ser projetadas de maneira a ser evitado o escapamento de óleo ou graxa. Caso contrário, deverão ser instaladas bandejas coletoras de lubrificantes.

Para cada equipamento, deverá existir um plano de lubrificação descrito no Manual de Operação e Manutenção, com características, denominações comerciais e equivalências dos lubrificantes.

**3.12. SOLICITAÇÕES NO CONCRETO**

O valor final do cálculo da pressão máxima de compressão no concreto, devido aos equipamentos apoiados ou fixados sobre a superfície de transmissão de esforços, deverá ser conforme com o indicado na Norma da ACI 318 - Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado.

Deve ser previsto o emprego de concreto com resistência característica à compressão  $F_{ck} = 20,0$  MPa nas estruturas de concreto armado em contato com a água em alta velocidade (maior ou igual a 12 m/s), e com  $F_{ck} = 18$  MPa nas estruturas de concreto armado expostas em contato ou não com a água.

A pressão de contato entre as peças do equipamento e o concreto não será superior a uma tensão de comparação igual a 7,0 MPa. A pressão de contato será calculada considerando as peças implicadas como vigas apoiadas em fundação elástica. Nos pontos particulares onde houver necessidade de ultrapassar esta pressão máxima será sempre feita solicitação por escrito à projetista que deverá emitir parecer favorável ou não.

A tensão máxima de aderência de chumbadores ao concreto será de 0,6 MPa.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

**4. REQUISITOS ELÉTRICOS GERAIS**

**4.1. GERAL**

Os requisitos técnicos apresentados neste capítulo deverão ser aplicados para todo o fornecimento dos equipamentos e componentes elétricos e mecânicos a serem instalados na Barragem, sob a responsabilidade da CONTRATADA.

Todos os componentes aqui relacionados, bem como outros que venham a fazer parte do escopo do fornecimento deverão ser identificados de acordo com a nomenclatura adotada nos desenhos e manuais do Projeto.

Os itens a seguir apresentam as características principais da instrumentação utilizada para supervisão e controle de processos. Outras características comprovadamente adequadas, sob consulta, poderão ser utilizadas.

Cada sistema/equipamento com interface, interligação ou protocolo com o Sistema Digital de Supervisão e Controle (SDSC) dependerá de solução compatível com a concepção e projeto do integrador do SDSC.

Os dispositivos a serem fornecidos para supervisão dos equipamentos atenderão a todas as funções descritas para o SDSC.

**4.2. TENSÕES DE ALIMENTAÇÃO**

No desenvolvimento do projeto executivo das instalações elétricas deverão ser observadas as recomendações da norma IEC 60038 – “IEC Standard Voltages”.

Definições:

- **Tensão Nominal do Sistema:** tensão eficaz entre fases para a designação e identificação de um sistema e equipamentos associados;
- **Tensão Máxima do Sistema:** máxima tensão eficaz durante as condições normais de operação, em qualquer ponto do sistema;
- **Tensão de Utilização:** tensão eficaz entre fases ou fase-neutro nos terminais das cargas.

As tensões de alimentação dos sistemas elétricos auxiliares serão as seguintes:

- Fonte de alimentação principal (transformadores e gerador de emergência):
  - Tensão nominal: ..... 380/220 V
  - Tensão de operação máxima: ..... 400/231 V
  - Fases: ..... trifásico
  - Configuração: ..... 4 fios (ABCN)
  - Neutro: ..... aterrado
- Painéis de distribuição BT:
  - Tensão nominal: ..... 380/220 V
  - Tensão de operação máxima: ..... 400/231 V
  - Fases: ..... trifásico
  - Configuração: ..... 4 fios (ABCN)
  - Tensão de utilização, nos terminais de entrada: .....  $V_n \pm 10\%$

## BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU

- Equipamentos e cargas consumidoras principais:
  - Tensão nominal: .....  $V_n = 380\text{ V}$
  - Fases: ..... trifásico
  - Configuração: ..... 3 fios (ABC)
  - Tensão de utilização, nos terminais da carga: .....  $V_n \pm 10\%$
- Circuitos e cargas auxiliares:
  - Tensão nominal dos componentes: .....  $V_n = 220\text{ V}$
  - Fases: ..... monofásico
  - Configuração: ..... 2 fios (FN)
  - Tensão de utilização, nos terminais de entrada dos circuitos auxiliares ou terminais das cargas: .....  $V_n \pm 10\%$

Características a serem atendidas:

- Todos os equipamentos a serem fornecidos deverão estar de acordo com a presente especificação, com a tensão terminal entre os valores máximos e mínimos indicados acima, correspondente a sua faixa de operação normal;
- Deverão ser previstos nos sistemas todos os dispositivos necessários para proteger e garantir o perfeito funcionamento dos equipamentos elétricos e eletrônicos contra interferências e surtos de tensão que possam ocorrer em suas fontes de alimentação.

### 4.3. ATERRAMENTO

#### 4.3.1 Requisitos Gerais

Nos equipamentos e sistemas deverão ser empregadas técnicas eficazes de aterramento de modo a eliminar ou reduzir as interferências que possam prejudicar o seu funcionamento.

As recomendações dos fabricantes de instrumentos deverão ser cuidadosamente observadas quanto ao aterramento.

Todos os cabos de alimentação e de sinal deverão ser adequadamente aterrados, bem como os meios físicos de instalação dos mesmos, tais como eletrodutos, eletrocalhas e leitos para cabos.

Todos os painéis e quadros em que forem instalados equipamentos eletrônicos deverão manter seu grau de proteção contra interferências eletromagnéticas, mesmo operando com as portas abertas.

As técnicas de aterramento sugeridas a seguir deverão ser cuidadosamente analisadas no projeto de equipamentos e sistemas no sentido de empregá-las em sua totalidade ou melhoradas, de acordo com a experiência do fabricante em implantação de sistemas eletrônicos.

#### 4.3.2 Vias de Cabos

A instalação de eletrodutos e caixas de passagem deverão formar um sistema eletricamente contínuo, o qual deverá ser adequadamente ligado ao sistema de aterramento da Barragem.

O sistema de leitos e eletrocalhas deverão ter a continuidade elétrica garantida.

---

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU****4.3.3 Blindagem dos Cabos de Controle e de Instrumentação**

Deverá ser utilizada blindagem metálica, somente coletiva (caso dos cabos de controle) ou coletiva e individual (caso dos cabos de instrumentação), de modo a reduzir os efeitos de interferências eletromagnéticas.

A continuidade da blindagem deverá ser mantida ao longo de todo o percurso do cabo, inclusive nas caixas de passagem ou de junção e internamente aos painéis até os bornes dos dispositivos.

A blindagem coletiva dos cabos de controle deve ser aterrada em um único ponto. Caso o sinal transmitido por esse cabo seja aterrado, o ponto de aterramento da blindagem coletiva deverá ser na extremidade onde é aterrado o sinal. Caso o sinal não seja aterrado, o ponto de aterramento da blindagem deverá ser junto ao quadro onde será requisitado o sinal.

As blindagens individuais, dos pares ou trios, deverão ser aterradas em um único ponto, sendo este ponto na extremidade correspondente ao aterramento do sinal.

Blindagens coletivas deverão ser aterradas sempre na entrada do painel e não deverão entrar no mesmo.

Nos quadros de controle a blindagem coletiva dos cabos de controle e de instrumentação deverá ser aterrada na barra de aterramento na entrada do quadro e as blindagens individuais dos pares / trios deverão ser aterradas próximo aos bornes da régua terminal onde é conectado o par / trio. A distância entre os bornes de conexão do par / trio e o ponto de aterramento da blindagem individual deve ser da ordem de 5 cm.

**4.3.4 Blindagem de Módulos**

Os módulos eletrônicos sensíveis a interferências eletromagnéticas deverão ser blindados individualmente mediante planos de terra nos circuitos impressos e coberturas laminares metálicas, ou de outra maneira equivalente, de forma a torná-los compatíveis com os níveis dos campos a que estarão submetidos.

Também os módulos e componentes geradores de campos eletromagnéticos, tais como: osciladores, transformadores, bobinas, capacitores e fontes de alimentação deverão ser adequadamente blindados, com a finalidade de reduzir os níveis de emissão.

Todas as placas eletrônicas deverão possuir filtragem local protetora contra a propagação de ruídos pelas linhas de alimentação devido a variações abruptas de consumos de energia e presença de cargas reativas. Os filtros deverão ser passivos, implementados por meio de indutâncias em série e capacitores derivação e não deverão introduzir resistências nas linhas de alimentação que comprometam a estabilidade das tensões de alimentação.

**4.3.5 Painéis e Quadros**

O aterramento de painéis e quadros deverá seguir as especificações indicadas no item 4.8.5.

**4.3.6 Outros Equipamentos**

Todas as partes metálicas de equipamentos não sujeitas a potencial elétrico deverão constituir um caminho elétrico eficaz a terra. Os equipamentos, bases e suportes deverão ser fornecidos com conectores de aterramento adequados para cabo de cobre nu com seção de 16 a 95 mm<sup>2</sup>.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU****4.4. COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA**

Os requisitos desta Especificação serão avaliados no projeto dos equipamentos, sendo definidos requisitos adicionais, considerados necessários à garantia da compatibilidade eletromagnética dos equipamentos, no que se refere principalmente a:

- Nível de suportabilidade dos equipamentos às interferências eletromagnéticas no local de instalação;
- Tipo e características dos cabos de interligação à instrumentação de campo;
- Percurso dos cabos, tanto da fiação interna aos quadros, quanto de sua interligação a dispositivos no campo;
- Características de blindagem e aterramento dos equipamentos.

**4.5. EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS – CONDIÇÕES AMBIENTAIS****4.5.1 Classificação Quanto aos Ambientes de Instalação e Uso.**

Os equipamentos eletrônicos deverão ser projetados considerando as condições do ambiente de sua instalação e uso. Para este fim, deverão ser classificados segundo os critérios abaixo.

Equipamentos para Instalação Abrigada em Ambientes Ventilados

Estes locais de instalação compreendem os ambientes abrigados, com ventilação natural ou forçada, que mantêm as condições ambientes com temperatura e umidade dentro de uma faixa pré-estabelecida.

Para estes ambientes deverá ser considerada a classe B3 (faixa de temperatura de 5 a 40°C, gradiente máximo de variação 10°C/h e umidade relativa na faixa de 5 a 95%), conforme IEC 60870-2-2.

Equipamentos para Instalação Abrigada em Ambientes Confinados

Os ambientes abrigados e confinados são caracterizados por elevados valores de umidade e quando existe, ventilação natural.

Para tais ambientes deve ser considerada a classe Cn (temperatura de - 5 a +40°C, gradiente máximo de variação de 10°C/h e umidade relativa na faixa de 5 a 100%), conforme IEC 60870-2-2.

Equipamentos para Instalação ao Tempo

Nesta classificação se enquadram os equipamentos expostos às condições atmosféricas externas. Tais equipamentos deverão se adequar à classe Dn (faixa de temperatura de -5 a 50°C, taxa máxima de variação de 20°C/h e umidade relativa de 5 a 100%), conforme IEC 60870-2-2. O grau de proteção provido pelo invólucro destes equipamentos deverá ser IP-65, conforme IEC-60529.

Suportabilidade a Vibrações

Os locais onde se prevê a ocorrência de vibrações de baixa frequência são os blocos estruturais da tomada d'água, vertedouro, estrutura de desvio e os locais próximos à motobombas e compressores de alta capacidade.

Os equipamentos a serem instalados nestes locais, deverão ter suportabilidade a vibrações de acordo com IEC 60870-2-2, como segue:

**Tabela 4.1 – Suportabilidade a Vibração**

Aspecto	Classe
Vibrações em Baixa Frequência	VL3
Vibrações em Alta Frequência	VH1
Severidade Vibracional	VS2
Classe de Tempo	VT1

Suportabilidade a Choques Mecânicos

Para os equipamentos destinados a este empreendimento a maior possibilidade de ocorrência de choques mecânicos ocorre durante o transporte, carga e descarga, em situações de operação e manutenção em bancada e em equipamentos sujeitos a manuseios portáteis. Requer-se para os equipamentos em questão e respectivas embalagens a adequabilidade às classes previstas no item 4.3 da IEC 60870-2-2.

4.5.2 Classificação Quanto à Influência da Fonte de Alimentação

Os equipamentos digitais deverão ser enquadrados nas seguintes classes, conforme a norma IEC 60870-2-1.

**Tabela 4.2 – Classificação Quanto a Influência da Fonte de Alimentação**

TOLERÂNCIAS	CLASSES	
	FONTE CA	FONTE CC
Em relação ao Valor da Tensão	AC3	DC3
Em Relação ao Valor da Frequência	F3	-
Em Relação à Presença de Harmônicos	H4	-
Em Relação à Tensão de Ripple	-	VR3
Em Relação à Interrupção de Fonte	VI3	VI3

4.5.3 Classificação Quanto à Suportabilidade a Fenômenos Eletromagnéticos

Os DPSs (dispositivos de proteção contra surtos) deverão proteger eficazmente todos os equipamentos dos quadros em que estão instalados, sendo observados os valores máximos de suportabilidade e em especificações técnicas dos fabricantes de tais equipamentos e instrumentos.

- Suportabilidade à Tensão de Frequência Nominal Industrial

A suportabilidade dos equipamentos a sobretensões de modo comum à frequência industrial deverá ser a da classe VW3 (tensão de teste de 2,5 kV eficaz), conforme a IEC 60870-2-1. Os módulos eletrônicos com tensão nominal de isolamento de 60 V ou menor deverão atender à classe VW1 (tensão de teste de 500 V eficaz) da mesma norma. Especificamente para sistemas de relés, os equipamentos deverão ser compatíveis com a IEC 60255-5, série C.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

- Suportabilidade à Tensão de Impulso

A suportabilidade dos equipamentos a sobretensões elevadas de curta duração deverá ser a da classe VW3 e VW1 respectivamente, de acordo com a IEC 60870-2-1. Especificamente para sistemas de relés, os equipamentos deverão ser compatíveis com a IEC 60255-5, com tensão de impulso com valor de crista de 5 kV.

- Suportabilidade a Transitórios Rápidos Repetitivos

A suportabilidade dos equipamentos submetidos a transitórios de tensão rápidos repetitivos (como os originados por interrupção de cargas indutivas e repique de contatos de relés) deverá ser a estabelecida na IEC 61000-4-4, nível de severidade 2 para equipamentos instalados na Sala de Controle, e nível de severidade 4 para os equipamentos instalados nos demais ambientes. Especificamente para sistemas de relés, os equipamentos deverão ser compatíveis com a IEC 60255-22-4, classe IV.

- Suportabilidade a Ondas Oscilatórias

A suportabilidade dos equipamentos expostos a ondas oscilatórias amortecidas (como as induzidas por descargas atmosféricas, ou resultantes de chaveamentos com reacendimento de arcos em média e alta tensão) deverá ser compatível com o estabelecido na IEC 61000-4-12, nível de severidade 1 tanto para o ensaio de "ring wave" como para o ensaio de onda oscilatória amortecida. Os equipamentos instalados em ambientes pouco expostos deverão ser compatíveis com o nível de severidade 4 e 3, da referida norma, respectivamente para os ensaios de "ring wave" e onda oscilatória amortecida. Especificamente para sistemas de relés, os equipamentos deverão ser compatíveis com a IEC 60255-22-1, classe III.

- Suportabilidade a Descargas Eletrostáticas

A suportabilidade dos equipamentos às descargas eletrostáticas provocadas pelo contato de operadores, deverá ser classe 3 (8 kV para descarga no ar e 6 kV para descarga por contato nas condições especificadas), definida na IEC 61000-4-2. Especificamente para sistemas de relés, os equipamentos deverão ser compatíveis com a IEC 60255-22-2, classe III.

- Suportabilidade à Radiação Eletromagnética

A suportabilidade dos equipamentos submetidos à influência de campos eletromagnéticos irradiados por emissores de comunicações deverá ser a do nível de severidade 3 (intensidade de campo de 10 V/m), definido na IEC 61000-4-3. Especificamente para sistemas de relés, os equipamentos deverão ser compatíveis com a IEC 60255-22-3, classe III.

- Suportabilidade a Campos Magnéticos

A suportabilidade dos equipamentos sujeitos a efeitos dos campos magnéticos deverá ser o de nível de severidade 2 (3 A/m para campo contínuo), de acordo com a IEC 61000-4-8.

- Suportabilidade a Campos Elétricos

A suportabilidade dos equipamentos sujeitos a efeitos de campos elétricos deverá ser adequada para operação em ambientes onde os níveis dos campos elétricos poderão atingir até 5 kV/m.

---

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU****4.6. INTERLIGAÇÃO ENTRE EQUIPAMENTOS****4.6.1 Geral**

Não poderão ser utilizados condutores emendados. As interligações, onde necessárias, deverão ser executadas dentro de caixas metálicas de passagem ou derivação. Se houver acúmulo de cabos, deverão ser utilizados dutos metálicos ou leitos para cabos.

As tubulações elétricas, dutos e leito para cabos deverão ser instalados de modo que não seja necessária sua remoção na desmontagem de qualquer equipamento.

**4.6.2 Percurso dos Cabos**

Na escolha dos cabos de controle e de instrumentação, bem como dos meios físicos de sua instalação entre os instrumentos ou sensores no campo e os equipamentos a que se destinam, deverão ser adotadas técnicas para a redução ou eliminação de ruídos causados pela presença de campos elétricos e magnéticos e diferenças de potencial de terra.

Os requisitos a seguir deverão ser observados.

Na definição do percurso manter afastamentos seguros de geradores de interferências tais como transformadores, motores, equipamentos de manobra, etc.

Nas ligações entre caixas de junção e quadros deverá ser evitado transmissão de sinais com níveis de tensão diferentes no mesmo eletroduto.

Quando houver necessidade de cruzamento entre vias de cabos de energia e de sinal, este deverá ser, tanto quanto possível, em ângulo reto.

Para efeito de agrupamento de cabos de sinal estes devem ser classificados em níveis baixo e alto, de energia.

Para as entradas digitais, os condutores de sinal e de retorno deverão corresponder ao mesmo par. Não será aceito retorno comum para grupo de entradas digitais.

**4.7. AUTOMATISMOS E INTERTRAVAMENTOS****4.7.1 Requisitos Gerais**

Os automatismos e intertravamentos deverão ser executados com lógicas e equipamentos de alta qualidade.

**4.7.2 Automatismos**

Todos os automatismos deverão ser preferencialmente executados com a utilização de equipamentos digitais programáveis. Os automatismos deverão ser executados utilizando lógica positiva.

**4.7.3 Intertravamentos Elétricos**

Os intertravamentos elétricos deverão ser executados entre equipamentos comandados eletricamente e nos quais certas posições relativas são proibidas. Este tipo de intertravamento deverá ser executado utilizando sempre pelo menos duas condições de confirmação, normalmente tensão e posição de equipamento.

O intertravamento elétrico deverá ser de forma que, no caso de disjuntores, se seu fechamento for eletricamente proibido, o fechamento momentâneo também será impedido, mesmo com a utilização dos comandos mecânicos e manuais. Os intertravamentos elétricos nunca poderão inibir a abertura de disjuntores.

## BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU

### 4.7.4 Intertravamentos Mecânicos

Os intertravamentos mecânicos serão utilizados quando os equipamentos estiverem fisicamente próximos, possibilitando sua execução.

O princípio do sistema de intertravamento tipo “kirk” utilizado para segurança operacional, é que a chave utilizada só poderá ser retirada se o dispositivo acionado estiver em determinadas posições. O bloqueio “kirk” não deverá inibir a abertura de disjuntores.

### 4.7.5 Bloqueios

Para os elementos extraíveis dos dispositivos de manobra, deverão ser previstos os seguintes bloqueios:

- O elemento não pode ser movimentado da posição inserido, extraído ou teste se estiver com os contatos principais fechados. A movimentação eventual deverá causar abertura imediata.
- O elemento não pode ser fechado enquanto estiver fora das posições teste, inserido ou extraído.
- O elemento não pode ser movimentado da posição teste a menos que seja atuado manualmente um dispositivo mecânico de liberação.
- O elemento não pode ser fechado a menos que os seus contatos principais estejam totalmente inseridos, ou totalmente extraídos.
- Os disjuntores extraíveis deverão ter meios que impeçam sua extração ou sua inserção com os contatos principais fechados.

## 4.8. ASPECTOS GERAIS DOS QUADROS E PAINÉIS ELÉTRICOS

### 4.8.1 Construção

Os conjuntos de manobra e painéis de média tensão e seus componentes associados deverão ser projetados, fabricados, testados, montados e comissionados de acordo com esta Especificação Técnica e com as mais recentes edições das Normas técnicas da ABNT, IEC ou IEEE, nos casos onde forem aplicáveis, incluindo a NBR IEC 62271-200 – Conjunto de manobra e controle de média tensão e IEC 62271-200 – *High-voltage switchgear and controlgear – Part 200: AC metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltage above 1 kV and up to and including 52 kV*.

Os conjuntos de baixa tensão deverão ser construídos de acordo com a norma NBR IEC 60439-1. Painéis de distribuição principais deverão apresentar compartimentos independentes para dispositivos de manobra, para circuitos de saída e para componentes auxiliares. Painéis de distribuição auxiliares poderão apresentar os circuitos de saída agrupados em um compartimento único.

Os quadros, quando forem do tipo autoportante, serão fabricados com chapas de aço dobradas de espessura mínima 2,65 mm (12 MSG) para as estruturas suporte e chapas de aço de espessura mínima 1,9 mm (14 MSG) para o invólucro (chapas de cobertura e porta) constituindo uma estrutura auto-sustentável para montagem, apoiado no piso. Outros quadros para instalação de sobrepor ou montados junto a outros equipamentos poderão ser fabricados com chapas de espessura mínima de 1,5 mm (16 MSG).

Em qualquer aspecto do projeto, a intercambiabilidade dos componentes será considerada uma condição fundamental. Deverá se procurar uniformizar tanto quanto

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

possível as características dos componentes, mesmo que isto resulte eventualmente em superdimensionamento de parte dos componentes.

As dobradiças de todas as portas dos compartimentos deverão ser embutidas e permitir que as portas abram em ângulo não inferior a 105° com relação à posição fechada. As dobradiças, assim como outras partes móveis em que a pintura esteja sujeita a descascar ou ser arranhada, deverão ser de metal não ferroso, como latão, bronze ou aço inoxidável. Os pinos e arruelas das dobradiças deverão ser de aço inoxidável ou bicromatizado.

No topo dos quadros deverão ser previstos olhais ou dispositivos similares para seu levantamento, adequados para facilitar o transporte e a montagem.

Os quadros deverão ser projetados e dimensionados para garantir ao conjunto rigidez e capacidade de absorção de vibrações mecânicas, as que estarão submetidos no transporte e no local de operação, e facilidade de acesso aos componentes internos.

Os painéis de média tensão deverão ser do tipo compartimentado, com divisórias metálicas e os quadros de baixa tensão deverão ser do tipo compartimentos com gavetas fixas ou extraíveis conforme indicado nos diagramas unifilares de cada quadro, também deverão ser construídos em seções, de modo a possibilitar a sua separação para transporte e acesso ao local de instalação. Após a montagem, o alinhamento entre as seções deverá ser perfeito.

As portas deverão proporcionar fácil acesso aos equipamentos de cada seção.

As gavetas, projetadas de acordo com as dimensões dos cartões de circuito impresso, deverão ser montadas nos bastidores e permitir o fácil acesso. Todas as gavetas deverão ser devidamente identificadas. O acesso normal aos módulos funcionais deverá se dar pela parte frontal.

No piso ou no teto de cada seção do quadro, deverão ser previstas duas tampas removíveis, de celeron, provida de vedação adequada. Uma das chapas receberá os cabos de força e a outra os cabos de controle e instrumentação. O fabricante deverá dedicar especial atenção ao dimensionamento da área do quadro dedicada à passagem dos cabos externos, de forma a evitar o acúmulo de cabos sobre uma seção do quadro.

Cada seção para transporte do quadro deverá possuir dispositivos que permitam o içamento, para fins de carga e descarga, e uma base de fixação em perfil U ou chapa dobrada. Esta base deverá receber pintura resistente a abrasão e a impactos. Os dispositivos para fixação dos quadros ao piso ou parede deverão estar incluídos no Fornecimento.

#### 4.8.2 Projeto e Montagem

O projeto e o sistema de montagem dos quadros deverão permitir ampliações do sistema e acesso para manutenção de forma ampla a todos seus componentes e compartimentos.

Se o quadro possuir equipamentos de potência e de controle, estes deverão ser separados entre si, definindo uma seção para cada finalidade (potência ou controle), sendo que os circuitos da corrente alternada deverão ser sempre o mais separado possível. Não serão aceitas conexões entre condutores através de bornes com aperto feito por parafuso pontiagudo sobre o próprio condutor. Com este objetivo, circuitos de automatismo, intertravamento, proteção, alarme, sinalização, medição e outros do gênero, deverão ocupar seções distintas dos circuitos de potência. Os equipamentos destes circuitos deverão ser montados em chassis e a posição de cada dispositivo definida por coordenadas que deverão constar nos projetos de arranjo dos quadros.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

Deverão ser fornecidos os desenhos dos detalhes de disposição e fixação dos equipamentos e cortes dos quadros.

**4.8.3 Invólucros**

De modo geral, exceto onde especificado ou onde as condições de instalações exigirem outros requisitos, os quadros deverão apresentar os seguintes graus de proteção de acordo com a norma IEC-60529, como mínimo:

- Quadros de média tensão – uso externo: .....IP-64
- Quadros de média tensão – uso interno: .....IP-54
- Quadros de baixa tensão – uso externo: .....IP-64
- Quadros de baixa tensão – uso interno: .....IP-42
- Quadros de baixa tensão – uso interno, próximos a tubulações hidráulicas: ....IP-44

**4.8.4 Barramentos**

Os barramentos deverão ser executados em cobre eletrolítico, de seção compatível com a corrente nominal e de curto circuito do quadro. Deverão ser fixados firmemente por meio de suportes isolantes do tipo anti-higroscópico de modo a suportar os esforços térmicos e dinâmicos resultantes da máxima corrente de curto circuito. A densidade de corrente dos barramentos não deverá ser superior a 1,55 A/mm<sup>2</sup>.

As correntes admissíveis para os barramentos deverão ser definidas de maneira que as temperaturas máximas não ultrapassem as estipuladas pelas normas IEC 60439-1 e IEC 62271-1.

A elevação máxima de temperatura permitida para barras e conexões em regime permanente é de 65°C no ponto mais quente, com uma temperatura ambiente de 40°C. Durante a ocorrência de um curto-circuito a temperatura nas barras não deverá ultrapassar 200°C. As capas isolantes e os isoladores suporte deverão ser adequados para as máximas temperaturas permitidas para as barras.

As barras deverão estar fixadas em suportes isoladores tipo pedestal ou tipo passamuro.

Os suportes das barras deverão ser de material não higroscópico, de elevada rigidez dielétrica e resistência mecânica, desenhados de modo a possuir uma distância de escoamento compatível com as exigências da instalação.

A designação das fases e das ligações deverá ser feita pelas letras A, B, C e N, para circuitos de corrente alternada, ordenadas da esquerda para direita, de cima para baixo e de frente para trás, vistas de frente dos quadros. Todos os instrumentos, barramentos e equipamentos envolvendo circuitos trifásicos deverão ser instalados com esta disposição. Dispositivos similares deverão ter sua fiação desta forma.

As barras devem ser identificadas com as cores das fases ou polos através de fitas coloridas colocadas em pontos de fácil acesso e visualização, de acordo com o seguinte padrão:

- Fase A: .....azul
- Fase B: ..... branco
- Fase C: .....vermelho
- Neutro N: ..... azul-claro

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

O barramento de neutro deverá possuir a mesma capacidade daqueles das fases e ser isolado da estrutura metálica do quadro.

Todas as conexões ou derivações deverão ser parafusadas e ter suas superfícies estanhadas ou prateadas.

As etiquetas de identificação internas e externas (com exceção da placa de identificação do painel) deverão ser em resina fenólica rebitadas com fundo preto e letras brancas.

**4.8.5 Aterramento**

O projeto 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. As recomendações dos fabricantes dos instrumentos deverão ser cuidadosamente observadas quanto à localização do ponto de aterramento.

Cada quadro e cubículo deverá ser provido com uma barra de aterramento feita de cobre eletrolítico para aterramento, com dimensões não inferiores a 25,4 x 6,3 mm (1" x ¼"), provida de conectores em ambas as extremidades para ligação de cabo de cobre nu de bitola compatível com o nível de curto definido no Projeto Executivo.

Os quadros contendo equipamentos de informática deverão ser acrescidos de uma barra de aterramento de sinal de características idênticas à barra de aterramento, devendo ser isolada da carcaça do quadro e conectada em um único ponto à barra de aterramento.

Todo o aterramento de carcaça dos equipamentos, chapas de separação entre os compartimentos e dos circuitos de corrente e de potencial deverá ser feito na barra de aterramento dos próprios cubículos. Não se admite a execução de aterramento diretamente na estrutura dos mesmos. Todas as carcaças metálicas dos equipamentos elétricos deverão ser adequadamente aterradas, de forma a eliminar a possibilidade de choque elétrico às pessoas.

Todas as partes metálicas que compõem os equipamentos (compartimentos, perfis de sustentação, chapas de instalação, portas etc.) e componentes como relés, luminárias, eletrodutos, caixas de ligação não sujeitas a potencial deverão ser arranjadas de forma a proporcionar um caminho elétrico eficaz para a terra.

**4.8.6 Fiação, Conectores e Bornes Terminais**

A fiação interna deverá ser executada, verificada e testada na fábrica antes do transporte ao site.

Os condutores utilizados na fiação interna devem ser de cobre eletrolítico, do tipo extra-flexível com classe de encordoamento 4 ou 5, isolados com material termoplástico para tensão de 750 V e temperatura de operação de 70°C.

Os condutores deverão possuir isolamento do tipo não propagadora de chama, com baixa emissão de fumaça tóxica e de gases halogênicos.

A fiação interna de força e controle deverá ser executada respeitando-se as seguintes bitolas mínimas:

- Circuitos de controle digital..... 1,0 mm<sup>2</sup>
- Circuitos de controle em geral ..... 1,5 mm<sup>2</sup>
- Circuitos de TP's..... 2,5 mm<sup>2</sup>
- Circuitos de TC's..... 2,5 mm<sup>2</sup>

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

- Circuitos de força e auxiliares ..... 2,5 mm<sup>2</sup>

De maneira particular, os cabos de interligação de circuitos de corrente, auxiliares CA e circuitos de força BT deverão ter sua bitola mínima determinada em função das correntes permanentes e das máximas correntes de curto-circuito esperadas em cada circuito.

Os condutores destinados a grandezas analógicas com baixo nível de tensão e/ou corrente deverão ser blindados.

Todos os cabos de interligação deverão utilizar terminais tipo compressão em suas extremidades. As pontas dos cabos não poderão ser estanhadas para formar terminais de ligação aos equipamentos.

Os terminais para os cabos deverão ser fabricados em cobre eletrolítico estanhados interna e externamente, de alta condutibilidade, resistentes à corrosão e pré-isolados.

Para a fiação de circuitos de transformadores de corrente (TC's) deverão ser utilizados terminais do tipo olhal, com fixação nos componentes e réguas de bornes por meio de parafuso passante. As conexões para os circuitos de tensão (TP's), de comando e de instrumentação deverão ser feitas com terminais tipo tubular ou tipo olhal. Nos terminais dos componentes e em réguas de bornes deverão ser fixados no máximo dois condutores.

A fiação deverá ser acomodada, sempre que possível, dentro de canaletas plásticas de PVC rígido, com tampa facilmente removível. Cabos fora de canaletas deverão ser agrupados em chicotes e fixados com materiais facilmente removíveis e reaproveitáveis. Os condutores que interligam partes fixas a partes móveis, como em portas e disjuntores extraíveis, deverão formar chicotes protegidos e ter comprimento suficiente para permitir o afastamento da parte móvel.

Não serão aceitas emendas ou avarias nos condutores, devendo todas as ligações ser feitas em réguas terminais ou em terminais de dispositivos.

A fiação de circuitos auxiliares e de comando entre colunas adjacentes separadas para transporte deverá ser conectada a réguas de bornes de interligação.

**4.8.7 Proteção dos Circuitos**

Toda alimentação auxiliar externa ao quadro deverá ser protegida por fusíveis ou mini disjuntores, dimensionados de acordo com a carga a alimentar.

Os circuitos de comando e proteção deverão possuir um relé auxiliar, normalmente energizado, para alarme em caso que ocorra abertura do disjuntor, interrupção da alimentação ou da fiação interna do quadro.

**4.8.8 Iluminação Interna, Tomadas e Resistores de Aquecimento**

Todos os quadros deverão possuir meios adequados de ventilação e desumidificação, de modo que a temperatura interna de operação se mantenha dentro da faixa pretendida, evitando condensação e de modo que os equipamentos operem corretamente nas condições ambientais especificadas.

Deverá ser prevista iluminação interna, comandada por um microinterruptor acionado ao abrir a porta. Os receptáculos para lâmpadas deverão ser reforçadas e ter base e rosca Edson E-27 e tomadas monofásicas de três pólos, padrão ABNT (o pólo terra conectado à barra geral de aterramento), 20 A em regime permanente e serem classe 250 V.

As tomadas deverão ser identificadas de maneira indelével e imperdível.

## BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU

Os quadros deverão também possuir resistores de aquecimento blindados, 230 V, com superfície de dissipação suficiente para a emissão térmica requerida, sem sobreaquecimento para proteção contra umidade, localizados na parte inferior dos mesmos. Cada resistor de aquecimento deverá ser protegido por um mini disjuntor em caixa moldada e provido de um termostato, ajustável entre 20 e 40 °C, para controle de temperatura, localizado na parte superior do quadro ou cubículo.

### 4.8.9 Sinalização Luminosa

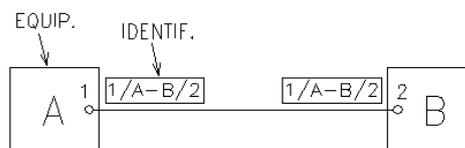
A sinalização luminosa utilizada em todos os quadros deverá obedecer ao padrão definido no item “Sinalizadores Luminosos”.

### 4.8.10 Identificação dos Condutores

Todos os condutores deverão ser identificados nas duas extremidades com anilhas de plástico com inscrições pretas em fundo branco de gravação indelével, com a mesma designação utilizada nos diagramas de fiação interna. As anilhas deverão ser montadas no interior de tubos plásticos transparentes, e estes sobre os cabos, não sendo aceito o tipo de fixação por simples engate.

Para identificação completa do condutor deverá estar incluído (em cada extremidade do condutor) número do terminal e código do componente, seguido do número do terminal e nome do equipamento onde é conectada a outra extremidade.

Exemplo de identificação:



### 4.8.11 Identificação dos Equipamentos

Cada conjunto ou painel individual deverá ter uma placa contendo as características principais do equipamento e os dados do fabricante. Esta placa deverá ser confeccionada em alumínio ou aço inoxidável e rebitada ou parafusada na porta frontal do painel. As placas deverão incluir, sem se limitar às seguintes informações:

- Nome do fabricante.
- Tipo e designação do quadro.
- Ano de fabricação.
- Tensão nominal do circuito principal (V).
- Frequência nominal (Hz).
- Capacidade de curto-circuito (kA).
- Tensão nominal do circuito de comando (V cc ou V ca).
- Grau de proteção.

Cada painel deverá possuir uma plaqueta que identifique o conjunto com a mesma designação (*tag*) utilizada nos desenhos aprovados. O tamanho da plaqueta e das letras da gravação deverão ser tais que permitam uma fácil visualização.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

Cada coluna deverá possuir placa de identificação contendo seu número sequencial. Em painéis autoportantes multicolumnas deverá ser instalada placa de identificação na parte frontal e placa idêntica na parte traseira de cada coluna.

Componentes instalados nas portas externas dos painéis deverão possuir plaquetas para identificação da função desses componentes. Estas plaquetas deverão ser confeccionadas em acrílico ou material similar, com letras brancas em fundo preto e deverão ser fixadas por meio de fita adesiva dupla-face. Em painéis de uso ao tempo as plaquetas deverão ser confeccionadas em alumínio ou aço inoxidável e fixadas por meio de rebites ou parafusos.

Cada dispositivo ou componente utilizado deverá ser identificado por uma plaqueta que conterá o código do componente conforme os desenhos de projeto e listas de materiais. As plaquetas deverão ser confeccionadas em acrílico ou material similar e coladas ao lado dos componentes na parte interna dos painéis. Estas plaquetas deverão ser sempre localizadas de forma a permitir uma fácil visualização. No caso de equipamentos extraíveis, exceto fusíveis, deverão ser providas duas plaquetas, uma localizada no quadro e outra no equipamento. A primeira deverá ser localizada em posição tal que seja visível mesmo com o equipamento inserido.

**4.8.12 Proteção Contra Corrosão e Pintura de Acabamento**

Para esquemas de pintura e cores, ver item 8

**4.9. DISJUNTORES DE BAIXA TENSÃO****4.9.1 Disjuntores para Corrente Alternada**

Exceto quando especificado em contrário, os disjuntores de baixa tensão deverão ser em caixa moldada, do tipo industrial, classe de isolamento 600 V, com mecanismo de operação tipo mola carregada, de operação simultânea em todas as fases, tanto na abertura como no fechamento, com velocidade independente da ação do operador, de comando manual ou motorizado, como indicado nos unifilares adequadamente selecionados para os serviços a que se destinam e deverão atender as determinações da norma IEC-60947-2.

Os disjuntores deverão ser de acionamento manual frontal, providos de disparadores térmicos e magnéticos, ou relés eletrônicos micro processados, para proteção contra sobrecargas e curto circuitos, com compensação para temperatura ambiente e possibilidade de rearme manual.

As correntes nominais em regime contínuo e as características dos disparadores térmicos e magnéticos deverão ser determinadas pela CONTRATADA em função das cargas dos circuitos onde os mesmos serão aplicados. Onde aplicável, todos os ajustes deverão ser possíveis sem necessidade de desmontagem do equipamento. A capacidade de interrupção dos disjuntores será definida no Projeto Executivo.

Os disjuntores em caixa moldada deverão ser fornecidos com um contato reversível, para indicação da posição dos contatos principais e outro contato reversível, para indicação de disparo por ação da proteção.

O disjuntor instalado em quadro ou painel que tem o acionamento na parte externa deste deverá ter prevista a sinalização “aberto/fechado” indicada pela posição da manopla. Esta deverá ser acionada pelo lado de fora, sem necessidade de abertura da porta do compartimento e deverá permitir travamento com o disjuntor na posição “aberto”.

Os disjuntores em caixa moldada devem ser fornecidos com 2 (dois) contatos eletricamente independentes, sendo 1 (um) normalmente aberto e 1 (um) normalmente

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

fechado, para indicação da posição dos contatos principais e 1 (um) contato de alarme reversível (NAF) para indicação de disparo por ação da proteção.

**4.9.2 Mini Disjuntores (Mini Circuit Breakers – MCB)**

Será aceita a utilização de mini disjuntores somente na proteção de circuitos de controle internos de quadros e nos circuitos de iluminação. Em todas estas aplicações os disjuntores deverão estar de acordo com a norma IEC-60898 e limitados a circuitos em 400/230 V em corrente alternada. A capacidade de interrupção de curto-circuito será adequada ao local em que os MCBs serão instalados.

**4.10. TRANSFORMADORES DE COMANDO**

Os transformadores de comando deverão possuir potência nominal adequada à carga total dos dispositivos instalados no demarrador e à carga dos dispositivos de comando remotos. As características dos transformadores de comando deverão garantir um nível de tensão adequado nos componentes secundários, inclusive durante a energização desses componentes de maneira simultânea com as maiores quedas de tensão previstas para o circuito principal.

Os transformadores de comando deverão ser do tipo seco, classe de temperatura B, protegidos por disjuntor.

Os terminais de ligação deverão ser levados a blocos terminais com proteção contra contato acidental.

**4.11. TRANSFORMADORES DE POTENCIAL**

Os transformadores de potencial de média e de baixa tensão deverão ser secos e possuir blindagem eletrostática entre os enrolamentos. A carga nominal dos transformadores de potencial deverá ser claramente indicada. Os fusíveis primários deverão ser do tipo limitador de corrente, capazes de suportar a máxima corrente de excitação e de interromper o circuito em caso de curto circuito no secundário dos transformadores. Deverão ser providos mini-disjuntores ou fusíveis para proteção secundária.

**4.12. TRANSFORMADORES DE CORRENTE**

Os transformadores de corrente de média e de baixa tensão deverão ser secos. A fiação secundária dos transformadores de corrente sempre deverá ser levada a bornes terminais curto-circuitáveis, os quais deverão ser localizados de forma tal que curto circuitem o terminal secundário sem exigir acesso ao compartimento das barras primárias. Estes bornes deverão ser adequados para terminais do tipo parafuso ou pino passante.

A carga nominal dos transformadores de corrente deverá ser claramente indicada. Os transformadores de corrente tipo janela ou de bucha deverão estar de acordo com os requisitos da classe de isolamento do circuito onde estão instalados e de teste de tensão aplicada entre as barras e os terminais secundários dos transformadores.

Todos os transformadores de corrente deverão ser adequados para operação contínua a plena tensão e corrente nominal, na frequência de 60 Hz. Os transformadores de corrente deverão ser dimensionados para suportar, sem danos, os esforços térmicos e dinâmicos resultantes das correntes de curto circuito onde serão instalados. Deverão ser apresentadas as memórias de cálculo realizadas para a definição das características dos transformadores de corrente.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU****4.13. CONTADORES MAGNÉTICOS**

Os contadores magnéticos deverão ser dos tamanhos indicados pela NEMA para os requisitos da carga e/ou serviços indicados e deverão estar de acordo com a IEC-60947-4-1. A capacidade, desempenho e características de serviço deverão estar de acordo com os requisitos da publicação ICS das normas NEMA para contadores fixos. Os contadores para demarradores de motores deverão ser dimensionados para partida a plena tensão (classe A) de motores de indução de velocidade única, tipo gaiola de esquilo, categoria de utilização AC3.

Os contadores deverão ser do tipo com operação elétrica e retenção magnética. Os contadores tripolares deverão ser da classe de 600 V, 60 Hz. Os contadores deverão ser adequados para operação sob carga nominal, sem necessidade de manutenção além da de rotina. Os contadores deverão ser equipados com câmaras de extinção de arco, ou outro dispositivo adequado para minimizar os danos provenientes de um arco elétrico. As câmaras (se providas) deverão ser de fácil remoção e substituição, sem necessidade de remoção do contator. A vida mecânica dos contadores não deverá ser inferior a 10 milhões de manobras, e a vida elétrica deverá suportar 400.000 manobras, interrompendo a corrente de partida do motor associado ou 2,5 vezes a corrente nominal, o que seja maior.

Todos os contatos condutores de corrente deverão ser prateados, ou de outro material adequado, para prevenir a formação de óxidos de alta resistência. Os contatos deverão ser facilmente substituíveis. Cada contator deverá ser equipado com no mínimo quatro (4) contatos auxiliares, facilmente conversíveis de NA para NF e vice-versa.

Os contadores deverão ser tripolares, secos, devendo operar sem vibração e ruídos perceptíveis além de permitir a troca de bobinas e contatos sem necessidade de que sejam removidos dos compartimentos onde forem instalados. As bobinas deverão ser adequadas para operação contínua e serem capazes de manter o contator fechado com 75% da tensão nominal.

Deverão possuir contatos auxiliares eletricamente independentes. A capacidade de condução de corrente dos contatos auxiliares deverá ser compatível com os circuitos onde estejam sendo utilizado, mas não poderá ser inferior a 10 A em 230 V, corrente alternada.

Todos os contadores deverão ser equipados com relés de sobrecarga, dotados de proteção contra falta de fase, compensação de temperatura ambiente e rearme manual. Os relés de sobrecarga deverão atender os requisitos da norma NBR 60947-4-1, classe de utilização AC3. O rearme dos relés deverá ser feito da parte externa dos quadros, sem necessidade de acesso ao interior do compartimento onde está instalado o relé. Para proteção de motores com cargas de alto momento de inércia, poderão ser utilizados relés de sobrecarga eletrônicos.

Para motores de menores ou iguais a 22 cv, o relé de sobrecarga (térmico ou eletrônico) deverá estar incorporado ao disjuntor caixa moldada (disjuntor-motor).

**4.14. RELÉS TÉRMICOS**

Os relés térmicos deverão ser instalados junto com os contadores, adequados para o tipo de trabalho a que se destinam e construídos e testados de acordo com a NBR 60947-4-1. Deverão ser ajustáveis, possuindo, pelo menos, um contato de atuação do tipo reversível (NAF), com rearme manual, para atuação e alarme. Deverão ainda ser providos de dispositivo de proteção contra falta de fase. Os relés térmicos deverão ter compensação da temperatura ambiente.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU****4.15. MOTORES ELÉTRICOS**

Os motores elétricos deverão ser especificamente projetados para os serviços a que se destinam e deverão obedecer aos requisitos da última edição da norma IEC- 60034 - Rotating electrical machines:

Salvo casos particulares onde exigências específicas tenham que ser consideradas, nas aplicações que requeiram motores assíncronos de indução, deverão ser empregados motores trifásicos, com rotor de gaiola, atendendo a seguinte especificação:

- Tensão e Freqüência: 380 V trifásico ou 220 V monofásico, 60 Hz;
- Proteção: IP-54 (IEC-60529);
- Enrolamento duplamente impregnado, com verniz à base de poliéster a partir das carcaças 225 a 355;
- Pintura anticorrosiva alquídica externa;
- Elementos da montagem zincados;
- Retentores de vedação entre o eixo e as tampas;
- Caixa de ligação vedada com junta de borracha;
- Terminal para conexão do aterramento no interior da caixa de ligação;
- Prensa cabo de latão na saída da caixa de ligação;
- Placa de bornes;
- Espuma auto-extingüível na saída dos cabos da carcaça para a caixa de ligação;
- Drenos automáticos de saída de água condensada do interior do motor;
- Sistema de relubrificação (graxeira) para expurgar o excesso de graxa;
- Mancais: rolamentos de esferas;
- Tipo: totalmente fechado, com ventilador externo;
- Ventilador de material não faiscante.

A classe de isolamento dos motores de ventiladores e exaustores deverá ser "F". Porém, durante o seu funcionamento, não deverão ultrapassar os limites estabelecidos para a classe "B", com protetores internos (termorresistores, termistores, termostatos, etc.) para os enrolamentos de cada fase e resistência interna desumidificadora. Caso necessário, o motor deverá ser de categoria H ou D (alto conjugado de partida e corrente de partida normal).

Para aplicações em bombas, compressores e talhas os motores serão providos com isolamento Classe F; pintura e impregnação a base de resina epóxi, resistência interna desumidificadora, sondas térmicas bimetálicas em motores acionados por conversores estáticos.

Para motores controlados por inversores de freqüência, estes deverão possuir as seguintes características adicionais mínimas, às quais poderão ser acrescentadas outras que o fabricante do inversor julgue necessárias:

- As bobinas deverão receber dupla camada de isolamento contra a massa e entre camadas das ranhuras e nas cabeças das bobinas;
- A isolamento será completa entre bobinas nas cabeças do primeiro grupo e do último grupo de cada fase;

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

- Os fios utilizados no enrolamento deverão ter isolamento constituído no mínimo, por dupla camada de verniz;
- A impregnação de verniz será dupla e executada por gotejamento ou imersão;
- Será previsto um reforço com espaguete de fibra de vidro nos cabos de ligação do motor entre as emendas da cabeça da bobina até a parte interna da caixa de ligação;
- Obrigatoriamente para motores de potência acima de 7,5 kW, deverão ser previstos termoprotetores internos (termorresistores, termistores, termostatos, etc.) para os enrolamentos de cada fase.

Considerando a possibilidade de acionamento com baixas rotações, caso necessário, o motor deverá possuir ventilação externa motorizada.

Os motores deverão sempre ser trifásicos, projetados para a tensão e frequência nominais do serviço auxiliar principal AC da Barragem. Quando a potência for inferior a 1 kW e não existir fabricação comercial do mesmo, o motor poderá ser monofásico, projetado para a tensão e frequência nominal de 220 V, 60 Hz.

Os motores elétricos deverão ser obrigatoriamente providos de olhal de içamento (caso seu peso seja superior a 490 N ou quando instalado em local de difícil acesso) e de mancais de rolamentos adequados para suportar os esforços normais do rotor e demais solicitações da carga.

Os motores deverão ser fornecidos com conectores de aterramento mecânicos com parafuso de aperto, sem solda, de bronze-silício ou bronze estanhado, adequados para conexão a cabos de cobre nu, de bitola compatível com o nível de curto definido no Projeto Executivo.

Todos os motores deverão ser submetidos aos ensaios de rotina e deverão ser apresentados todos os certificados de ensaios de tipo. O rendimento deverá ser medido em 100, 75 e 50 por cento da potência nominal. Para motores de potências nominais maiores do que 18,5 kW, o fator de potência deve ser verificado em 100, 75 e 60 por cento da potência nominal.

A critério da CONTRATADA, os motores trifásicos poderão ser acionados por conversores estáticos (Inversor de Frequência ou Softstarter). As características nominais e a tecnologia de conversão serão definidas em função do tipo de carga acionada.

Os níveis de vibração dos motores elétricos instalados em sua base definitiva na Barragem e operando a plena capacidade, deverão atender o critério de julgamento adequado conforme a norma VDE 2056.

Os motores deverão ser adequados para a partida à plena tensão. Todos os motores deverão ser de alto rendimento.

Os motores deverão ser instalados de tal modo que haja espaço e facilidade de acesso para permitir operação e manutenção seguras.

Todos os motores devem ser fornecidos com a respectiva folha de dados preenchida.

**4.16. SISTEMAS DE CONTROLE DE VELOCIDADE**

Para os equipamentos de içamento todos os movimentos de elevação, direção e de translação, deverão ter o controle de variação de velocidade apoiados na utilização de inversores de frequência, instalados em quadros com ventilação natural ou forçada por meio de ventiladores de extração motorizados.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU****4.17. RELÉS****4.17.1 Relés de Proteção**

Todos os relés de proteção deverão ser do tipo digital numérico e deverão atender ao especificado para os sistemas eletrônicos.

Todos os relés de proteção deverão ser adequados para conexão aos secundários de 5 A dos transformadores de corrente e de 115 V dos transformadores de potencial, ou ainda, à saída de transdutores de corrente e de tensão de campo.

Os ajustes dos relés de proteção deverão ser feitos pela parte frontal dos mesmos, não se admitindo a remoção do relé para executar tal operação. Os dispositivos de ajuste deverão ser facilmente acessíveis e claramente identificados.

A operação de cada elemento do relé deverá ser identificada por um LED (Diodo Emissor de Luz). Os LED's deverão ser coordenados com o projeto do circuito, para garantir operação correta quando um ou mais elementos do relé atuarem simultaneamente. Para fins de supervisão os relés digitais de proteção deverão sinalizar, através de contatos secos independentes, a atuação da função de proteção específica.

Os contatos de saída dos relés deverão ser de material à prova de corrosão e de vibração. Cada relé deverá ser provido de pelo menos dois contatos eletricamente independentes para cada tipo de saída.

As bobinas dos relés de saída, ou de quaisquer outros relés, deverão ser providas de dispositivos supressores de surtos.

O local de instalação dos relés de proteção estará sujeito a vibrações provocadas por grandes máquinas rotativas, bem como a poeira de ambientes altamente poluídos. O fabricante deverá adequar o projeto dos relés para que os mesmos operem dentro das garantias estabelecidas no ambiente acima descrito.

**4.17.2 Relés de Bloqueio**

Os relés de bloqueio deverão ser de alta velocidade, rearme manual local com a opção de rearme elétrico. Os relés deverão ser fornecidos com número suficiente de contatos NA e contatos NF para cumprir sua função. Não serão aceitos relés multiplicadores de contatos.

Os contatos dos relés de bloqueio deverão ter capacidade de condução contínua de 20 A, sem exceder o limite de elevação de temperatura de 30°C. A capacidade de interrupção das cargas indutivas deverá ser de no mínimo 10 A em 125 V, corrente alternada.

As bobinas dos relés de bloqueio deverão ser adequadas para operação em 220 V ca e deverão ser equipadas com proteção contra surtos de tensão (filtros RC ou supressor de surtos).

**4.17.3 Relés Auxiliares**

Os relés auxiliares deverão ser extraíveis ("plug-in") e deverão operar corretamente mesmo quando submetidos a vibração.

As bobinas deverão ser tropicalizadas, resistentes a óleo, umidade e fungos, sem resistências em série para redução da tensão. Deverão operar à tensão de 220 V ca, conforme requerido, ser equipadas com proteção contra os surtos de tensão (filtros RC ou supressor de surtos) e deverão suportar as flutuações de tensão do circuito de comando.

## BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU

Os relés auxiliares, para multiplicação de contatos, devem considerar os seguintes critérios:

- Contatos disponíveis ..... mínimo de 4, em diversas combinações, de NA e NF
- Tempo de operação ..... menor que 50 ms
- Regime ..... contínuo
- Vida mecânica .....  $10 \times 10^6$  operações

Proteção:

- Relé ..... IP 30
- Terminais ..... IP 10

Contatos para uso geral conforme indicado a seguir.

Os relés para monitoração de circuitos e sinalização deverão considerar os seguintes requisitos:

- Contatos disponíveis ..... mínimo de 2 reversíveis
- Tempo de operação ..... menor que 10ms
- Regime de operação ..... contínuo
- Vida mecânica .....  $10 \times 10^6$  operações

Proteção:

- Relé ..... IP 30
- Terminais ..... IP 10

### 4.17.4 Relés de Tempo

Os relés auxiliares temporizados deverão ser do tipo estático, providos de temporização na energização ou na desenergização, conforme requerido pelo circuito e deverão atender às mesmas recomendações especificadas para os relés auxiliares, e a tolerâncias especificadas a seguir:

- Repetibilidade, melhor que .....  $\pm 2\%$
- Desvio para  $U_n$  variando de 80 a 110% .....  $< 2\%$
- Desvio para variação da temperatura .....  $< 1\%$

Todos os seus componentes deverão ser de estado sólido. O dispositivo de ajuste de tempo deverá ser um dial calibrado, externo à caixa do relé.

## 4.18. TRANSDUTORES

### 4.18.1 Geral

Os transdutores deverão ser utilizados para converter sinais analógicos diversos em sinais analógicos padrão de 4 a 20 mA. Os transdutores deverão ser eletrônicos, dotados de separação galvânica entre os circuitos de alimentação, entrada e saída de sinal, sem partes móveis e não deverão requerer manutenção.

Os transdutores deverão ser adequados para o sinal analógico a ser convertido, resistentes à umidade, ao choque, protegidos contra surtos, correntes parasitas, campos magnéticos, e deverão poder operar sem sofrer danos, com o circuito de saída aberto (sem carga).

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

Os transdutores deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Tensão auxiliar ..... 220 V ca
- Classe de isolamento ..... 600 V ca
- Classe de exatidão mínima.....  $\pm 0,25\%$
- Resistência máxima de saída ..... 1 kOhm
- Sinal de saída ..... 4 a 20 mA
- Ondulação dos sinais de saída (“ripple”) .....  $\leq 1\%$  do valor nominal de saída
- Impedância da carga .....  $\leq 500$  Ohms
- Erro de linearidade .....  $< 1,0\%$
- Influência da temperatura (menor ou igual) .....  $\leq 0,005\%/10$  °C
- Tempo de resposta .....  $\leq 500$  ms
- Sensibilidade (valor final do campo de medição) ..... 0,05%
- Sobrecarga de tensão (5 s) .....  $1,5 \times V_n$
- Sobrecarga de corrente (5 s) .....  $10 \times I_n$

Opcionalmente os transdutores convencionais poderão ser substituídos por transdutores digitais ligados diretamente aos secundários dos TPs e TCs, que medem continuamente as grandezas elétricas de determinado circuito. Deverão possuir a capacidade de indicação local das grandezas medidas. A saída dos dados medidos deverá estar disponível via porta de comunicações RS-485 utilizando protocolo ModBus.

**4.18.2 Características Específicas**

- Transdutores de Tensão

Os transdutores de tensão deverão ser adequados para ligação aos secundários de transformadores de potencial de 115 V ca ou  $115/\sqrt{3}$  V ca.

- Transdutores de Corrente

Os transdutores de corrente deverão ser adequados para ligação aos secundários de transformadores de corrente de 5 A e deverão ser providos com bornes adequados para terminais tipo olhal.

- Transdutores de Potência Ativa

Estes transdutores serão utilizados para medição de potência ativa trifásica de sistema desequilibrado com neutro (4 fios) e deverão ser adequados para ligação aos secundários de transformadores de potencial de 115 V ca e transformadores de corrente de 5 A.

- Transdutores de Potência Reativa

Estes transdutores serão utilizados para medição de potência reativa trifásico de um sistema desequilibrado com neutro (4 fios) e deverão ser adequados para ligação aos secundários de transformadores de potencial de 115 V ca e transformadores de corrente de 5 A.

- Transdutores de Frequência

Estes transdutores serão utilizados para a supervisão de freqüência nos barramentos e nas unidades geradoras e deverão ser adequados para ligar aos secundários de transformadores de potencial de 115 V ca.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

- Transdutores de Temperatura

Os transdutores de temperatura deverão incluir uma supervisão interna para alarme e bloqueio em caso de abertura do circuito do elemento de medição. Deverão ser adequados para ligação a elementos do tipo detectores de temperatura resistivos (RTD) e responder linearmente à mudança de temperatura. Deverão ser providos com transmissores, para execução das funções requeridas nas Especificações Técnicas.

- Transdutores de Pressão

Os transdutores de pressão deverão ser do tipo extensométrico e/ou piezométricos, conexão para quatro fios, e com previsão para ajuste do valor de início de escala e indicação de zero. Deverão ser providos com transmissores, para execução das funções requeridas nas Especificações Técnicas.

- Transdutores de Vazão

Os transdutores de vazão deverão ser semelhantes às unidades de pressão, exceto que a extração da raiz quadrada deverá ser incluída e deverão ser providos com terminais de teste para verificação da raiz quadrada extraída e não extraída, dos valores de saída. Deverão ser providos com transmissores, para execução das funções requeridas nas Especificações Técnicas.

- Transdutores de Nível

Os transdutores de nível deverão possuir sensores do tipo capacitivo, piezoresistivo de alta qualidade, não sensíveis ao meio submerso. Deverão permitir ajuste tanto de zero (início de escala) como de ganho (fim de escala). Deverão ser providos com transmissores, para execução das funções requeridas nas Especificações Técnicas.

**4.19. INSTRUMENTOS INDICADORES**

Os instrumentos indicadores deverão ser digitais e adequados para montagem semi-embutida em painéis, com visibilidade clara e amplo ângulo de leitura. As caixas dos instrumentos deverão ter grau de proteção IP-54, conforme a norma IEC-60529 e o vidro de proteção deverá ser do tipo antiofuscante.

Os instrumentos não poderão ser montados nos painéis em altura inferior a 1,50 m e superior a 1,90 m do solo.

Os instrumentos deverão ser microprocessados, com mostrador (display) de alta visibilidade, 3½ ou 4½ dígitos, com as seguintes características, conforme a norma IEC-60255-5:

- Classe de exatidão: .....  $\pm 0,25\% \pm 1$  dígito menos significativo (DMS)
- Erro de linearidade: .....  $\leq 0,20\%$
- Influência da temperatura ambiente: .....  $\leq 0,05\% / ^\circ\text{C}$
- Sensibilidade a campos magnéticos (0,4 kA/m): .....  $\leq 0,05\%$
- Tempo de Resposta: .....  $\leq 500\text{ms}$
- Estabilidade: .....  $\pm 0,02\% / ^\circ\text{C}$
- Tensão de alimentação: ..... 115 V ca
- Tensão de ensaio: ..... 2,5 kV

Os instrumentos deverão ser graduados em unidades do Sistema Internacional de Unidades (SI), exceto onde especificado ao contrário.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

Os instrumentos deverão ser imunes a ruídos tais como surtos, campos eletromagnéticos, bem como possuir isolamento galvânica entre entrada, saída e alimentação e deverão atender ao especificado para as unidades de aquisição de dados e controle (UAC's), onde aplicável.

Os indicadores digitais poderão também desempenhar as funções de monitor de valores limite para grandezas analógicas. Neste caso os sinais digitais de saída serão na forma de contatos secos, livres de tensão.

A exatidão dos instrumentos indicadores deverá ser de 1,5% da plena escala, ou melhor.

Os instrumentos para corrente alternada deverão ser projetados para circuitos de 60 Hz, e deverão ser adequados e calibrados para conexão a secundários de transformadores de potencial de 115 V ou  $115/\sqrt{3}$ V, e/ou a secundários de transformadores de corrente de 5 A.

Os instrumentos indicadores para ligação a transdutores deverão ser adequados para sinal de 4 a 20 mA.

**4.20. COMPONENTES E DISPOSITIVOS DE SUPERVISÃO E PROTEÇÃO****4.20.1 Requisitos Gerais**

Deverão ser fornecidos todos os componentes e dispositivos de supervisão e controle, tais como manômetros, detectores de temperatura, medidores de vazão, pressostatos e outros do gênero, necessários para o completo atendimento as Especificações Técnicas.

Todos os componentes e dispositivos deverão ser adequados para instalação em ambiente úmido e adequados para suportar as condições de temperatura e de vibrações locais e estar em conformidade com as normas aplicáveis.

Deverão ser determinadas as escalas apropriadas para as condições normais de operação e o ponto normal de operação deverá se localizar no terço médio da escala.

Todos os instrumentos ou dispositivos deverão ter conectores para fiação de seção adequada, porém não inferior a 1 mm<sup>2</sup>.

Os contatos elétricos de todos os componentes e dispositivos de supervisão e proteção deverão operar à tensão de 220 V ca e ter capacidade de condução de 0,5 A.

Todos os dispositivos de supervisão com atuação para disparo deverão ser providos de dois contatos de saída, eletricamente independentes, do tipo normalmente aberto.

**4.20.2 Manômetros**

Os manômetros deverão ter escala dupla, graduadas em quilopascal (kPa) e quilograma-força por centímetro quadrado (kgf/cm<sup>2</sup>). Os instrumentos utilizados para pressões negativas (vácuo) deverão ter suas escalas graduadas em pascal (Pa) e grama-força por centímetro quadrado (gf/cm<sup>2</sup>).

Os manômetros deverão ser adequados para a pressão de serviço a que se destinar ter grau de proteção mínimo IP-44, conforme a norma IEC-60529 ou NEMA 1, classe de precisão A ou melhor e serem fabricados em conformidade com a norma ANSI B-40.100 (Pressure Gauges and Gauge Attachments). Deverão ter escala adequada para 150% da pressão normal de operação, com o elemento sensível em tubo Bourdon de bronze ou aço inox, com exatidão de 1,5% ou melhor. Também deverão ter dial com diâmetro mínimo de 100 mm (4").

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

Deverão ser fornecidos registros em todos os indicadores e nos pontos onde a tubulação do manômetro é conectada ao equipamento principal. Válvulas de alívio e registros de esgotamento deverão ser fornecidos em conjunto com o manômetro. Os manômetros deverão ser providos de amortecedor de pulsação.

**4.20.3 Pressostatos**

Os pressostatos deverão ser adequados para a pressão de serviço a que se destinarem. Deverão ser providos de chaves de microswitch (contato comutador), sem diferencial intencional entre as pressões de ajuste, de estabelecimento diferencial fixo e não superior a 5% do ponto de operação, ajuste simples, trava para o ajuste, elemento sensível em tubo Bourdon de bronze ou aço inox, com grau de proteção IP-44 conforme a norma IEC-60529 ou NEMA 1. Os pressostatos deverão ser fornecidos com os mesmos acessórios requeridos para os manômetros.

**4.20.4 Dispositivos de Supervisão de Temperatura**

As supervisões de temperatura deverão ser feitas através de detectores de temperatura resistivos (RTDs) do tipo simples ou duplo, de platina 100 Ohms a 0°C, ligação a três fios, precisão classe A, calibração pela IEC-60751, faixa de medição de 100,00 a 157,32 Ohms, correspondendo de 0°C e a 150°C, respectivamente. Deverão ter classe de isolamento de 1 kV, conforme a norma IEC-60255-5, não-indutiva, para uso em ambientes onde poderá haver ruídos como: surtos, campos eletromagnéticos e vibrações mecânicas (em torno de 5 m/s). Os fios de ligação do RTD ao bloco de ligações no interior do tubo, deverão ser separados por isoladores cerâmicos. Deverão ser intercambiáveis, construídos e instalados de acordo com os requisitos da IEEE-119. O elemento sensor deverá ser conectado a cabo blindado de 3 (três) condutores, torcidos, com capa externa resistente a óleo, umidade e calor. Os condutores dos detectores deverão ser extraflexíveis para facilitar desmontagens repetidas sem romper.

Deverão ser fornecidos todos os cabos para ligação dos detectores de temperatura aos blocos terminais. As conexões soldadas deverão ser feitas com solda de prata.

Os indicadores remotos de temperatura deverão ser digitais, microprocessados dotados de saídas com contatos reversíveis (SPDT) independentes e ajustáveis, para uso com RTD's.

**4.20.5 Termômetro de Linha**

Os termômetros de linha deverão ser do tipo bimetálico helicoidal, possuir mostrador de fundo branco com gravação preta, tolerância de + 1% do total da faixa em toda a escala, haste em aço inox, conexão com o poço através de rosca ½" NPT; os poços deverão ser de aço usinado com conexão rosqueada (NPT) ou flangeada ao processo; o comprimento da haste deverá ser compatível com as características da linha.

**4.20.6 Medidores de Vazão**

Os medidores de vazão deverão ser do tipo diferencial de pressão em placa de orifício, tipo NEMA 4, ter exatidão de 1,5% do valor final da escala. Os medidores deverão ser fornecidos completos com todas as conexões, tubulações, registros, mostrador local, placa de orifício e flanges com tomada de pressão etc.

As placas de orifício deverão ser localizadas de maneira que as medições não sejam influenciadas por curvas, válvulas ou derivações. No projeto do equipamento serão definidos os locais mais apropriados para instalação das placas e pelo fornecimento de acessórios para estabilização do fluxo onde necessário. As escalas dos medidores de

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

vazão deverão ser graduadas em metros cúbicos por segundo ou metros cúbicos por hora ( $m^3/s$ , ou  $m^3/h$ ).

Os pontos para interligação entre instrumentos, medidores e transdutores deverão ser fixados por meio de suportes especiais para tubos e protegidos contra danos mecânicos e os efeitos de vibração.

**4.20.7 Chaves de Nível**

As chaves de nível poderão ser do tipo sonda piezométrica ou sensor capacitivo, eletrodo, deslocador ou bóia, providas de um ou mais contatos eletricamente independentes. Quando necessário supervisionar nível alto e baixo, deverá ser fornecida uma chave para cada nível. No caso de chave tipo bóia a mesma deverá ser de material não poroso, quimicamente inerte em relação ao líquido em que opera, ajustável em toda a escala, e seu curso deverá ser protegido por um tubo. A variação de nível requerida para rearme de chave não deverá ser maior que 2% da variação normal do nível.

**4.20.8 Chaves Fim-de-Curso**

As chaves de fim – de – curso deverão ser alojadas em caixas à prova de tempo, grau de proteção IP-65. Para as comportas o grau de proteção deverá ser maior que IP-65. Conforme a norma IEC-60529, as chaves deverão ser operadas mecanicamente e ter molas de retorno, possuir dois contatos reversíveis e eletricamente independentes. Os contatos deverão ser de operação rápida, com uma capacidade mínima de 10 A em 220 V ca, facilmente substituíveis para manutenção.

As chaves deverão ser adequadas para serviço pesado, com vida mecânica de 15 milhões de manobras em condições tropicais e expostas ao tempo.

**4.21. CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS**

Os Controladores Lógicos Programáveis (CLP) deverão ser basicamente constituídos por:

- Unidade central de processamento com capacidade adequada para processar o número de entradas/saídas (I/O) necessárias.
- Fontes de alimentação, preferencialmente redundantes, adequadas ao CLP.
- Cartões de entradas/saídas em quantidades adequadas para atender as funções especificadas.
- Blocos terminais para os pontos de entrada e saída externos.
- Interface serial para comunicação com microcomputador tipo IBM-PC externo, quando necessário.
- Cabos e componentes necessários ao bom funcionamento do controlador.

Os CLP's deverão atender às seguintes características:

- Capacidade para processar a lógica necessária ao desempenho do equipamento conforme já detalhada;
- Entradas e saídas com proteções de ruídos e separação galvânica;
- Linguagem de programação através de diagramas lógicos;
- Recursos mínimos de programação: contadores; temporizadores; comparadores; memorizações; resultados de operações lógicas; operações de carga, de

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

transferência e de “jumpers”; chamadas de bloco e outras funções necessárias para execução do programa;

- Programação “off-line” e parametrização “off/on-line”;
- Ser compatível com microcomputador tipo IBM PC na configuração WINDOWS;
- Memória de programa.
- Sinalização local e/ou remota através de contatos livres de potencial (contatos secos) ou via rede de comunicação das seguintes ocorrências:
  - Estados das entradas e saídas;
  - CPU com defeito;
  - Desligamento/falha de alimentação;
  - Saídas providas com fusíveis, com capacidade para alimentar carga de até 2 A com proteção de sobre tensão incluída;
  - Tempo de ciclo menor ou igual a 20 ms por 1 k de instruções;
  - Temperatura ambiente permissível para operação; 0°C a 55°C;
  - Memória de programa - deverá ser definida e informada pelo fabricante;
  - Capacidade da CPU com 30 % de reserva para permitir futuras expansões.

Deverão ser fornecidos todos os cabos de conexão necessários, CDs (ou outra forma de armazenamento) contendo o software de programação (sistema operacional do CLP) e o software de comunicação e acessórios auxiliares necessários para programação do CLP.

**4.22. INSTRUMENTAÇÃO DE COMPORTA**

Os instrumentos digitais e chaves fim de curso deverão sinalizar no SDSC a sua abertura e seu status e devem atender os requisitos do item 4.21.1.

**4.22.1 COMPORTA VAGÃO**

As chaves fim de curso ou sensores indutivos deverão ser do tipo intermitente, totalmente fechada, para impedir a entrada de materiais estranhos, lubrificadas a graxa, de bronze ou aço inoxidável capaz de acionar a parada da comporta em conforme a necessidade do equipamento, sendo aberta, fechada e se necessário em posições parciais. Com contato PNP normalmente fechado disponível e IP68 fornecidos com cabo para conexão elétrica.

Os enconders devem ser do tipo absoluto com pelo menos 2 canais.

**4.23. CHAVES SELETORAS E DE COMANDO****4.23.1 Geral**

Todas as chaves seletoras e de comando deverão atender aos requisitos da norma IEC-60947 e ser do tipo rotativa para montagem em quadros. As chaves deverão ter punho de cor preta, montado na parte frontal, mecanismo de operação na parte posterior e vida mecânica não inferior a 1 milhão de manobras. As chaves deverão ser parafusadas aos quadros com parafusos de cabeça preta. Cada chave deverá ter estágios de operação separados por no mínimo 30° e cames em arranjo tal que permita cumprir suas funções. Os contatos de todas as chaves deverão ser auto-ajustáveis e deverão operar sob a ação de molas. Deverá ser previsto um dispositivo adequado para manter a pressão nos

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

contatos quando os mesmos estão fechados, e as molas de compressão não poderão ser elementos condutores de corrente. Todas as chaves seletoras e de comando deverão ser adequadas para 600 V, corrente alternada e ter grau de proteção IP-54, conforme a norma IEC-60529.

Todas as chaves deverão suportar satisfatoriamente o teste de 10 mil operações, com corrente nominal. As chaves deverão ser previstas para operação contínua sob corrente de 20 A, sem exceder um aumento de temperatura de 30 °C. A capacidade de interrupção de cargas indutivas deverá ser de no mínimo 10 A em corrente alternada.

O sentido de rotação das chaves seletoras e de comando deverá obedecer a seguinte tabela.

**Tabela 4.3 – Chaves de Comando**

SENTIDO	
ANTI-HORÁRIO	HORÁRIO
Abrir	Fechar
Desligar	Ligar
Parar	Partir
Teste	Normal
Local	Remoto
Manual	Automático
Secundária	Principal
Diminuir	Aumentar

Cada chave seletora e de comando deverá ser provida de um espelho, marcado clara e indelevelmente com as posições de operação.

**4.23.2 Chaves Seletoras**

As chaves seletoras deverão ter o número de posições requerido pelo circuito, contatos estáveis e punhos tipo “knob”.

As chaves seletoras para voltímetros deverão ter quatro posições DESL-AB-BC-CA.

As chaves seletoras, quando usadas para transferência de comando, deverão ter duas posições: LOCAL e REMOTO. Estas chaves deverão ser providas de bloqueio que permitirá a extração do punho somente na posição REMOTO.

Não serão aceitas chaves seletoras para amperímetros.

**4.23.3 Chaves de Comando**

As chaves de comando tipo partida-parada serão de três posições, com retorno por mola à posição central, e punho tipo “knob”.

As chaves de comando tipo liga-desliga serão de quatro posições, sendo duas estáveis, com retorno por mola às posições centrais, punho tipo pistola, e memória da última operação.

As chaves de comando deverão ter sinalização de discrepância entre a posição da chave e a do equipamento comandado, quando aplicável.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

4.24. BOTOEIRAS DE COMANDO

4.24.1 Geral

As botoeiras de comando deverão atender aos requisitos da norma IEC-60947, ser do tipo pulsante, com blocos de contatos facilmente permutáveis e vida mecânica não inferior a 1 milhão de manobras. Todos os botões deverão ser redondos, com 22,5 mm de diâmetro, aro preto, classe de isolamento 600 V, corrente alternada, contatos com capacidade de conduzir 20 A em corrente alternada, sem exceder uma elevação de temperatura de 30°C e ter grau de proteção IP-54, conforme a norma IEC-60529. Todas as botoeiras deverão possuir pelo menos um par de contatos (um NA e um NF) de reserva.

Sinaleiros deverão possuir lâmpada do tipo led. As lâmpadas devem ser facilmente substituídas pela parte frontal do sinaleiro.

Os botões de comando e sinalizadores luminosos devem estar na disposição mostrada na figura abaixo. O botão “desliga” deve ficar à esquerda do botão “liga”. A sinalização luminosa “ligado” deve estar acima do botão “desliga” e o sinal “desligado” deve estar acima do botão “liga”.



Onde necessário, deverão ser previstas botoeiras de emergência com tampa para prevenir atuação acidental. Poderão ser aceitas duas botoeiras no mesmo alinhamento que devem ser premidas concomitantemente para esta função.

4.24.2 Cores

Todos os botões de comando deverão ter as cores conforme estipulado abaixo, porém os botões de uma mesma cor não poderão ter variações de tonalidade:

**Tabela 4.4 - Cores**

COR	FUNÇÃO
Vermelha	Ligar ou fechar
Verde	Desligar, abrir ou parar
Preta	Reposição, teste
Azul ou Cinza	Rearme

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

4.25. SINALIZADORES LUMINOSOS

4.25.1 Geral

Toda a sinalização de estado deverá ser feita através de LED's (Diodos Emissores de Luz de alto brilho) montados em armações com cores apropriadas.

As armações para sinalização deverão ser próprias para montagem em quadro, com lentes apropriadamente coloridas. As lentes deverão ser de material que não sofra deformações ou mudança de cor com o tempo. As armações de sinalização e os LED's deverão formar um conjunto que indique claramente se estão acesas ou não, mesmo quando sujeitas à incidência direta da luz solar.

4.25.2 Cores

Todas as armações de sinalização deverão ter as cores indicadas abaixo. As armações de uma mesma cor não poderão ter variação de tonalidade:

**Tabela 4.5 - Posição de Equipamento de Manobra**

<b>COR</b>	<b>FUNÇÃO</b>
Verde	Aberto
Vermelha	Fechado
Branca	Em teste
Branca	Mola carregada
Azul	Em manutenção
Amarela (âmbar)	Porta aberta

**Tabela 4.6 - Geral**

<b>COR</b>	<b>FUNÇÃO</b>
Amarela	Condição anormal
Azul	Posição/estado
Vermelha	Equipamento energizado (ligado)
Verde	Equipamento desenergizado (desligado)
Verde	Carregador/bateria em flutuação
Vermelha	Carregador/bateria em carga
Amarela	Carregador/bateria fim de carga
Branca	Posição chave seletora
Branca	Relé de bloqueio armado (normal)
Branca	Supervisão de bobina (normal)
Branca (intermitente)	Discrepância
Vermelha	Bomba principal

Tabela 4.7 - Válvulas

COR	FUNÇÃO
Vermelha	Aberta
Verde	Fechada
Amarela	Em movimento
Azul	Em manutenção

4.26. TERMINAIS DE CABOS

4.26.1 Cabos de Potência de Baixa Tensão

Os terminais para os cabos de potência de baixa tensão deverão ser do tipo olhal, de pressão, adequadas para cabos de cobre. No caso de cabos que chegam diretamente aos terminais dos equipamentos, o fabricante deverá prever meios para fixá-los ao longo de todo o percurso, internamente ao quadro e o terminal do cabo deverá estar situado no terminal do equipamento, porém em situação tal que permita uma fácil instalação e posterior manutenção.

As furações nos terminais dos equipamentos, bem como os conectores utilizados, deverão ser conforme padrão NEMA, com a seguinte configuração:

- Terminais para cabos de seção até 70 mm<sup>2</sup>: ..... 1 furo
- Terminais para cabos de seção a partir de 95 mm<sup>2</sup>: ..... 2 furos

4.26.2 Cabos de Potência de Média Tensão

Os terminais para os cabos de potência de média tensão deverão ser do tipo polimérico, adequados para uso em condutores isolados em composto termofixo de borracha etileno propileno (XLPE/EPR) compatível com a tensão de aplicação.

Os terminais poliméricos devem ser do tipo “moldado a frio”, podendo ser do tipo “camisa” ou “contrátil a frio” em corpo único. Não serão aceitos terminais poliméricos que necessitem aquecedores ou chama para sua instalação nem terminais poliméricos modulares.

Os terminais poliméricos devem ser próprios para utilização com conectores terminais torquimétricos e instalação em abraçadeiras para condutores isolados, aplicados em ambiente externo.

Todos os elementos necessários para a montagem dos terminais poliméricos devem ser fornecidos em quantidades suficientes para instalação e devem estar acondicionados na embalagem individual de cada terminal acompanhados de detalhada instrução de montagem em português.

4.26.3 Cabos de Controle e Instrumentação

Os terminais para condutores com seção igual ou menor que 6 mm<sup>2</sup> deverão ser de compressão anular, fabricados em cobre eletrolítico, estanhados e pré-isolados.

Todas as ligações dos condutores deverão ser feitas por meio de terminais adequados à seção do condutor, adotando-se os critérios a seguir:

- Tipo pino: conexão por grampo-parafuso de pressão indireta, permitindo a ligação de um único terminal.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

- Tipo anel: conexão a terminal tipo parafuso ou pino passante, permitindo ligação de no máximo 2 (dois) terminais em um mesmo ponto.
- Tipo macho-fêmea (slip-on): conexão a terminação de equipamentos, bases de relés, etc., que possuam a característica de receber este tipo de terminal.

**4.27. CHAVES DE AFERIÇÃO OU BLOCOS DE TESTES**

As chaves de aferição ou blocos de testes deverão possuir terminais curto-circuitáveis que permitam a abertura de circuitos amperimétricos e voltimétricos para a calibração dos instrumentos de medição, sem a necessidade de interrupção de serviço dos quadros ou do sistema elétrico.

Deverão ser de conexão traseira, montagem semi-embutida em quadro, dotados de tampa frontal fixa por parafusos imperdíveis. As caixas dos blocos de testes deverão ser a prova de pó e dotadas de identificação imperdível e indelével do circuito a que pertencem. Os blocos de testes deverão ser da classe 600 V, capacidade de condução mínima de 20 A, continuamente, sem exceder o limite de elevação de temperatura de 30°C.

O fabricante deverá fornecer todos os plugues compatíveis com os blocos de testes fornecidos.

**4.28. FUSÍVEIS DE PROTEÇÃO PARA OS CIRCUITOS DE CONTROLE**

Os fusíveis de baixa tensão para os circuitos controle deverão satisfazer os requisitos da norma IEC-60269-1 e serem limitadores de corrente, com alta capacidade de ruptura e adequados para proteção dos circuitos em que serão utilizados. Deverão ser próprios para instalação interna em quadros e montados em local de fácil acesso, para inspeção e manutenção e deverão ser providos de dispositivos de extração, se necessário.

A aplicação de fusíveis em circuitos de força deverá ser limitada aos casos em que for impraticável a utilização de disjuntores. Nestes casos, deverão ser utilizados fusíveis do tipo "NH". Para circuitos de controle poderão ser empregados fusíveis do tipo "DIAZED" ou NEMA tipos J ou L.

**4.29. ELETRODUTOS PARA PROTEÇÃO DE CONDUTORES ELÉTRICOS****4.29.1 Eletroduto Metálico Rígido**

Os eletrodutos, luvas, curvas e niples que se destinam as instalações elétricas aparentes ou embutidas deverão ser fabricados com tubos de aço-carbono, classe pesada, rosca cônica segundo as especificações "BSP" e de acordo com a norma NM ISO-7-1.

Os eletrodutos deverão ser fornecidos com rebarba interna removida, galvanizados pelo processo de imersão a quente, em zinco fundido, a superfície interna deverá ser isenta de arestas cortantes, e o tamanho nominal mínimo deverá ser de 20 mm.

**4.29.2 Eletroduto Metálico Flexível**

Os eletrodutos metálicos flexíveis deverão ser fabricados com uma espiral com fita de aço zincado, pelo processo de imersão a quente e revestido interna e externamente com uma camada de PVC extrudado com característica de auto-extinção e não propagação de fogo.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

Os conectores utilizados para os eletrodutos metálicos flexíveis deverão ser de latão zincado eletroliticamente e rosca cônica segundo as especificações “BSP” conforme a norma NM ISO 7-1.

**4.29.3 Eletroduto de PVC Rígido**

Os eletrodutos, luvas curvas e niples de PVC rígido que se destinam as instalações elétricas aparentes ou embutidas deverão ser fabricados em composto termoplástico de cloreto de polivinila, ser do tipo pesado, com características de auto-extinguível, do tipo roscáveis.

Os eletrodutos deverão ser fornecidos com superfícies interna e externa isentas de irregularidades, reentrâncias, saliências e não devem apresentar bolhas e nem vazios. O tamanho nominal mínimo de 20 mm.

**4.30. TOMADAS E PLUGUES**

As tomadas de serviço serão para 220 V, isoladas para 250 V, 10 A, 3 pinos, padrão brasileiro de acordo com a NBR 14136.

Estas tomadas deverão ser instaladas em caixas redondas de alumínio fundido, a prova de tempo, dotadas de junta vedadora de neoprene, tampa-mola, orelhas de fixação, quatro entradas com rosca BSP paralela ISO R-228 de 20 mm (3/4”) e três bujões seladores. As caixas deverão ser esmaltadas em estufa, na cor alumínio. As tomadas em áreas de escritórios e nas salas de comando e de telecomunicações serão instaladas em caixas embutidas ou similares.

Os plugues correspondentes deverão ser com capa de borracha e prensa-cabos adequados.

**4.31. CABOS DE INTERLIGAÇÃO**

O dimensionamento de todos os condutores será realizado considerando-se a corrente de regime prevista para o circuito, a suportabilidade às correntes de curto circuito, os limites de queda de tensão e as condições das instalações.

Os cabos alimentadores de motores serão dimensionados para conduzir 125% da corrente nominal do motor, de acordo com as recomendações do NFPA 70 - National Electrical Code (NEC).

**4.31.1 Cabos de Força de Média Tensão**

Os circuitos de força em média tensão deverão utilizar cabos unipolares, com condutores de cobre eletrolítico recozido, isolamento mínimo para 8,7/15 kV, em EPR ou XLPE com temperatura de operação contínua 105°C, com cobertura de PVC, encordoamento classe 2, e blindagem do isolamento.

**4.31.2 Cabos de Força para Baixa Tensão**

Os circuitos de força em baixa tensão deverão utilizar cabos com condutores unipolares ou multipolares de cobre eletrolítico recozido, isolamento 0,6/1 kV, em material termofixo com temperatura de operação contínua de 90°C, cobertura em PVC, e encordoamento classe 4 ou 5. A seção nominal não deverá ser inferior a 2,5 mm<sup>2</sup> nem superior a 300 mm<sup>2</sup>.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

**4.31.3 Condutores de Iluminação**

Os cabos para os circuitos de iluminação até as caixas de ligação deverão ser condutores de cobre eletrolítico recozido, isolamento para 750 V, seção circular maciça de cobre eletrolítico, nu, têmpera mole, isolação na cor preta, constituído por uma camada sólida extrudada de PVC, com características de auto-extinção e não propagação do fogo. Os cabos deverão ser adequados para operação a 70°C em regime contínuo. A seção nominal não deverá ser inferior a 2,5 mm<sup>2</sup>.

**4.31.4 Cabos de Controle**

Cabos para condução de sinais analógicos de baixa tensão, como TCs (0 a 5 A) e TP's (115 V ca), sinais aquisitados por cartões de entradas digitais de PLCs, contatos de relés convencionais e de proteção, são denominados "cabos de controle".

Os condutores utilizados na fiação externa de conexão entre os quadros e equipamentos deverão ser multipolares, constituídos de condutores de cobre eletrolítico, classe de tensão 750 V para seções até 1,5 mm<sup>2</sup> e 0,6/1 kV para seções superiores, têmpera mole, compactados ou não, encordoamento classe 5, isolação com composto termoplástico de PVC com características de auto-extinção e não propagação de fogo. Os condutores deverão ser adequados para operação contínua a 70°C, blindagem metálica, quando aplicável, feita por fita de cobre ou alumínio/poliéster e capa externa de PVC na cor preta. A identificação das veias deverá ser pelo sistema numérico.

Cabos para TP's e TC's

Para circuitos de TC's e TP's deverão ser utilizados cabos de controle multipolares com blindagem coletiva e seção mínima de:

- TP's..... 4 mm<sup>2</sup>
- TC's ..... 4 mm<sup>2</sup>

**4.31.5 Cabos de Instrumentação**

Os cabos para a condução de sinais analógicos de extra baixa tensão, como transmissores ou transdutores (4 a 20 mA) e RTDs, são denominados de "cabos de instrumentação".

Os cabos de instrumentação deverão ser constituídos por fios de cobre eletrolítico têmpera mole, encordoamento classe 5, classe de tensão 300 V, multi-cabos formados por pares ou trios torcidos. Os cabos deverão ter isolação com características de auto-extinção e não propagação de fogo, com o condutor isolado com PVC. Deverão ser com blindagem individual para o par ou trio constituída de fita poliéster-alumínio com fio de dreno formado por fios de cobre estanhados, blindagem coletiva constituída de fita poliéster-alumínio com fio de dreno formado por fios de cobre estanhados e capa externa de PVC na cor preta. Os cabos deverão ser adequados para operação a 90°C, em regime contínuo. A identificação dos pares ou trios deverá ser pelo sistema numérico. A seção nominal dos condutores não deverá ser inferior a 1 mm<sup>2</sup>.

**4.31.6 Cabos de Fibra Óptica**

Os cabos de fibra óptica serão do tipo multimodo ou monomodo, conforme aplicação, totalmente dielétricos, dotados de capa externa com boa resistência mecânica e à abrasão.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU****4.31.7 Cabos flexíveis para equipamentos de levantamento e transporte**

Para uso em cortinas os cabos deverão ser do tipo SO-M, constituídos de condutores flexíveis formados por fios de cobre eletrolítico, nu, têmpera mole, encordoamento classe 5, isolamento em composto termofixo à base de borracha etileno propileno (EPR) para 750 V. Amarração com fita têxtil. Cobertura em composto elastomérico termofixo (SE5) na cor preta. Os cabos deverão ser adequados para operação a 90°C em regime contínuo.

Para uso em enroladores os cabos deverão ser do tipo WM, constituídos de condutores flexíveis formados por fios de cobre eletrolítico, nu, têmpera mole, encordoamento classe 5, isolamento em composto termofixo à base de borracha etileno propileno (EPR) para 750 V. Amarração com fita têxtil. Capa interna em composto elastomérico termofixo. Trança aberta de fios de nylon, para reforço. Cobertura em composto elastomérico termofixo (SE6) na cor preta. Os cabos deverão ser adequados para operação a 90°C em regime contínuo.

**5. REQUISITOS MECÂNICOS GERAIS**

Todos os equipamentos, materiais e componentes fornecidos deverão ser, novos, normalizados, da melhor qualidade e convenientemente apropriados ao fim a que se destinam e em conformidade com as Especificações Técnicas Específicas e os Requisitos de Projeto.

**5.1. MATERIAIS**

Os materiais utilizados nos equipamentos a serem fornecidos, deverão ser selecionados com base nas últimas edições das normas DIN e ASTM, especialmente as relacionadas a seguir.

Quando forem utilizados materiais não normalizados pela DIN ou ASTM poderá ser solicitada a comprovação da equivalência ou superioridade do material em relação ao similar especificado.

De um modo geral, todo o material será detalhadamente especificado e suas propriedades mecânicas e composição química deverão ser comprovadas.

Os materiais utilizados deverão ser ensaiados, salvo determinação em contrário, de acordo com a ASTM ou, na ausência desta, com o melhor método comercial aplicável ao tipo e classe específica de trabalho. Deverão ser apresentadas evidências satisfatórias de que os materiais estão em conformidade com as exigências descritas e aplicáveis, através de relatórios certificados de ensaios de central das chapas e perfis.

O projeto estrutural deverá contemplar o tipo de tratamento anticorrosivo que será feito, para evitar que ocorram empenamentos em peças galvanizadas. Também deverão ser previstas furações e outros meios que permitam o escoamento de zinco e tintas.

**5.1.1 Chapas e Perfis Laminados**

As chapas e os perfis laminados deverão ter propriedades físicas e químicas de acordo com as normas ASTM, ou equivalentes, como segue:

- Chapas de aço carbono, destinadas a peças importantes submetidas a altas tensões: ASTM A285, "Specification for Pressure Vessel Plates, Carbon Steel, Low and Intermediate Tensile Strength" grau B ou C (para chapas com 50 mm de espessura ou menos), ASTM A516, "Specification for Pressure Vessel Plates, Carbon Steel, for Moderate and Lower Temperature Service" - grau 60 (para chapas

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

com espessura superior a 50 mm), ASTM A537, "Specification for Pressure Vessel Plates, Heat-Treated, Carbon-Manganese-Silicon Steel", ASTM A517, "Specification for Pressure Vessel Plates, Alloy Steel, High-Strength, Quenched and Tempered", a ser utilizado apenas para soldagem na fábrica;

- Chapas e perfis de aço carbono, de uso estrutural: ASTM A36, "Specification for Structural Steel";
- Chapas de aço carbono, de baixa liga, alta resistência mecânica, de uso estrutural: ASTM A572, "Specification for High-Strength Low-Alloy Columbium-Vanadium Steels of Structural Quality", ASTM A633, "Specification for Normalized High-Strength Low-Alloy Structural Steel Plates";
- Chapas sem função estrutural: ASTM A283, "Specification for Low and Intermediate Tensile Strength Carbon - Steel Plates of Structural Quality, grau B ou C, ou A 285, grau A ou B;
- Tubulações: ASTM A53, "Specification for Welded and Seamless Steel Pipe", Grau A.

As chapas empregadas deverão ter suas propriedades mecânicas e composição química comprovadas por certificados de qualidade de material, emitidos pelo fabricante das chapas. Nesse certificado deverão estar identificadas as corridas, que devem ser as mesmas das chapas utilizadas. Todas as chapas com espessura igual ou superior a 19 mm deverão ser submetidas a ensaios de ultra-som, de acordo com o estabelecido na norma ASTM A 435.

As chapas de aço normalizadas deverão ser testadas com ensaio de "Charpy" conforme Norma ASTM A20/A20M-97a – "Standard Specification for General Requirement for Steel Blades for Pressure Vessel", sempre que os requisitos de projeto do equipamento assim o determinarem.

O afastamento inferior permissível na espessura de chapas grossas deverá ser em qualquer caso, de 0,25 mm.

### 5.1.2 Peças Fundidas

As peças fundidas deverão ter propriedades físicas e químicas de acordo com as normas ASTM, ou equivalentes, como segue:

- Aço carbono fundido: ASTM A27, "Specification for Mild to Medium-strength Carbon Steel Castings for General Application", grau 63-35, grau 70-36 e grau 70-40; ASTM A352, "Specification for Steel Castings, Ferritic and Martensitic for Pressure-Containing Parts Suitable for Low-Temperature Service", grau LCC;
- Aço fundido de baixa liga: ASTM A148, "Specification for High-Strength Steel Castings for Structural Purposes", grau 80-50;
- Aços resistentes à corrosão: ASTM A296, "Specification for Corrosion-Resistant Iron-Chromium, Iron-Chromium-Nickel and Nickel Alloy Castings for General Application", grau CA-15 e grau CF-8; ASTM A743, "Specification for Casting Iron-Chromium, Iron-Chromium-Nickel Corrosion Resistant for General Application" – grau CA 6-NM;
- Ferro fundido: ASTM A48. "Specification for Gray Iron Castings", classe 30.

Antes da execução dos trabalhos de fundição, deverão ser definidas no roteiro básico para inspeção as peças principais que deverão ser submetidas a ensaios físicos e químicos e que serão inspecionadas pelo representante da CONTRATANTE.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

Se o corpo de prova for fundido junto com a respectiva peça, no desenho desta deverá estar indicado o local de onde o mesmo será retirado.

Será aceita a alternativa de serem fundidos dois corpos de prova por corrida, separadamente das peças, sendo feita a identificação dos corpos de prova com as peças por análise química, devendo a CONTRATADA informar a CONTRATANTE a data em que serão executadas as corridas para que a mesma possa presenciá-las. A CONTRATADA deverá inspecionar as peças antes da usinagem.

Os defeitos que se revelarem quando da limpeza das peças fundidas, ou durante uma operação de usinagem, deverão ser cuidadosamente eliminados até ser atingido o metal são, antes de qualquer trabalho posterior.

Não deverá ser feito nenhum reparo nas peças fundidas de responsabilidade sem que seja previamente aprovado pela CONTRATANTE o correspondente procedimento de reparo, exceto nos casos de pequenas inclusões ou defeitos que não comprometam as características mecânicas da peça, podendo a CONTRATANTE aceitar ou não as peças reparadas.

O enchimento de falhas de fundição deverá ser 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, deverá ser submetida a novo tratamento de recozimento, salvo indicações em contrário.

A variação de espessura, bem como de outras dimensões da peça fundida, poderá ser admitida desde que a resistência da peça seja tal que dito desvio seja justificado e que as tensões calculadas com as dimensões reais não excedam as tensões admissíveis adotadas no projeto.

As peças fundidas não deverão sofrer nem deformações nem distorções e suas dimensões não deverão ser diferentes daquelas previstas no projeto. A estrutura das peças fundidas deverá ser homogênea e isenta de quaisquer impurezas e defeitos.

### 5.1.3 Peças Forjadas

As peças forjadas deverão ter propriedades físicas e químicas definidas nas normas ASTM, ou equivalentes, como segue:

- Forjados de aço: ASTM A668, "Specification for Steel Forgings, Carbon and Alloy, for General Industrial Use"; AISI 1522, 1524, 5132, 4140H, 4140T, 4340T e 4150H.
- Forjados de aço carbono para rodas: ASTM A504, "Wrought Carbon Steel for Wheels" grau C.
- Forjados de aço carbono para flanges, conexões, válvulas e componentes para serviços gerais: ASTM A181, "Specification for Forged or Rolled Steel Pipe Flanges, Forged Fittings, Valves and Parts for General Service"; ASTM A182, "Specification for Forged or Rolled Alloy-Steel Pipe Flanges, Forged Fittings, Valves and Parts for High-Temperature Service"; ASTM A105, "Specification for Carbon Steel Forgings for Piping Application".

Todas as peças forjadas deverão estar isentas de defeitos que possam afetar sua resistência, inclusive emendas, bolsas, bolhas, fraturas, lascas, saliências, porosidades, inserções excessivas não metálicas e segregações.

Todas as peças forjadas deverão ser submetidas a um processo uniforme de deformação durante o forjamento, de modo a se produzirem peças que sejam conforme os requisitos das especificações. As peças forjadas deverão ser recozidas ou normalizadas.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

Não deverá ser feito nenhum reparo nas peças forjadas de responsabilidade sem que o correspondente procedimento de reparo seja aprovado pela CONTRATANTE, conforme o estipulado nestas especificações.

**5.1.4 Aços Inoxidáveis**

Os aços inoxidáveis deverão ter propriedades físicas e químicas definidas nas normas ASTM, ou equivalentes, como segue:

- Chapas de aço resistentes a corrosão: ASTM A167 "Specification for corrosion - Resisting Chromium-Nickel Steel Plate, Sheet and Strip", tipos 304 e 316 ou ASTM A176, "Specification for Stainless and Heat Resisting Chromium Steel Plate, Sheet, and Strip", tipos 405 e 410 ou ASTM A240, "Specification for Heat-Resisting Chromium and Chromium-Nickel Stainless Steel Plate, and Strip for Fusion-Welded Unfired Pressure Vessels", tipos 347, 405, 410, 415, 304 e 316;
- Barras de aço resistentes a corrosão: ASTM A276 "Specification for Stainless and Heat Resisting Steel Bars and Shapes"; ASTM A473, "Specification for Stainless Steel Forgings"; ASTM A479, "Specification for Stainless and Heat Resisting Chromium Steel Plate, Sheet and Strip".

**5.1.5 Metais não Ferrosos**

Os metais não ferrosos deverão ter propriedades físicas e químicas definidas nas normas ASTM ou equivalentes, como segue:

- Bronze para mancais, buchas, chapas de desgaste, etc.: ASTM B584, "Specification for Cooper-Alloy Sand Casting for General Applications, Alloy 903, 923, 932 ou 937";
- As buchas e arruelas de bronze auto-lubrificantes deverão ser do tipo "Lubrite - Alloy 424", conforme a norma ASTM B22 - C86300 ou equivalente.

**5.2. DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS****5.2.1 Materiais e Normas**

Os materiais de aço a serem utilizados para comporem as estruturas e partes metálicas, deverão ser da melhor qualidade comercial, de fabricação recente, sem uso, isentos de defeitos e imperfeições e, onde indicado, das classes e qualidade designadas. Todos os materiais aqui abrangidos, especificados ou não, deverão ser apropriados aos fins a que se destinam e deverão, tanto quanto possível, atender às últimas revisões das normas da "American Society for Testing and Materials (ASTM)".

Os equipamentos, componentes e acessórios deverão ser projetados, fabricados, testados, montados e comissionados de acordo com as mais recentes edições das normas técnicas e regulamentadoras, sem prejuízo das demais citadas nestes Requisitos de Projeto.

Normas diferentes destas aqui definidas deverão ser submetidas previamente à aceitação da CONTRATANTE.

As normas aplicáveis aos materiais de uso comum estão indicadas nestes Requisitos de Projeto, sendo possível a utilização de outros materiais comprovadamente de uso corrente para a aplicação a que se destinam e que sejam equivalentes.

**5.2.2 Fabricação**

O padrão técnico de fabricação deverá ser de acordo com a melhor prática de engenharia de fabricação comumente utilizada. A qualidade de fabricação deverá estar

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

de acordo com o exigido neste Requisito Técnico e nos Requisitos Técnicos específicos para cada equipamento.

Tanto quanto praticável, os cortes e traçados de chapas deverão assegurar adequada concordância das superfícies adjacentes. Onde houver uma discrepância substancial entre superfícies não acabadas adjacentes, elas deverão ser desbastadas e esmerilhadas, ou usinadas, para garantir um adequado alinhamento. As superfícies sem acabamento deverão respeitar os contornos e dimensões mostrados nos desenhos e deverão ter todas as saliências e rebarbas desbastadas e esmerilhadas. As depressões ou furos que não afetem a resistência ou utilização das peças, poderão ser cheias de maneira aprovada.

Todos os cortes, chanfros e outras preparações no metal, necessários para as conexões na obra, deverão ser feitos nas instalações do FORNECEDOR. Deverão ser fornecidos adequadas conexões aparafusadas, suportes e reforços, para prender rigidamente os conjuntos em alinhamento apropriado, durante a instalação e concretagem na obra.

Todas as peças com peso maior que 500 N e que pelas suas dimensões, forma ou outra razão, necessitem de recursos que facilitem o seu manuseio nas operações de transporte, montagem e desmontagem, deverão ser providas de alças de levantamento, orifícios rosqueados para anel de levantamento, suportes ou outros dispositivos adequados.

Deverá ser observado para que o processo de fabricação utilizado preserve o aspecto visual do produto final, ou seja, que após o tratamento anticorrosivo, as superfícies não tenham imperfeições que prejudiquem a sua aparência.

Todas as tolerâncias e ajustes de peças deverão seguir as normas DIN e ISO aplicáveis.

De maneira geral, as tolerâncias dimensionais das estruturas deverão estar isentas de empenamentos ou outros desvios do plano das superfícies, devendo obedecer às tolerâncias dimensionais da norma DIN 8570, Grau B ou D.

Conforme indicado nos desenhos as partes que compõem conjuntos e peças em geral deverão ser pré-montadas na fábrica antes do embarque. Todas as peças deverão ser convenientemente marcadas na fábrica segundo um esquema de identificação claro e que facilite a montagem final no campo. Durante a fase de pré-montagem, as principais dimensões do equipamento deverão ser levantadas e registradas, podendo variar dentro da faixa de tolerâncias estabelecidas nos desenhos aprovados, nas Especificações ou em Normas de Fabricação.

Conforme indicado nos desenhos e em adição aos requisitos aplicáveis, deverão ser executados os testes não destrutivos e para os quais é adotada a seguinte nomenclatura:

- Ultra-som: US
- Líquido Penetrante: LP
- Partículas Magnéticas: PM (em alternativa ao Líquido Penetrante)
- Gama e/ou Radiografia: RD
- Inspeção Visual: IV
- Ensaio de impacto: “Charpy”

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU****5.3. COMPONENTES MECÂNICOS**

Em caso de divergência entre este documento com as Especificações Técnicas Específicas e os Requisitos de Projeto dos Equipamentos, Sistemas e das Instalações Eletromecânicas prevalecem estes últimos.

**5.3.1 Mancais de Deslizamento**

Os mancais de deslizamento deverão ser, de um modo geral, empregados somente para equipar órgãos mecânicos sujeitos a pequenos deslocamentos angulares e outros que, pela sua natureza, tenham um desempenho aceitável nestas condições.

Os mancais de deslizamento deverão ser projetados para atender às condições de serviço especificados para cada um deles e deverão atender aos critérios estabelecidos nas normas AGMA, AFBMA e ASME.

As buchas empregadas nos mancais de deslizamento deverão ser do tipo auto-lubrificante, ou de bronze, correspondentes às ligas nº 937 ou 932 da Especificação ASTM B584, devidamente dotadas de ranhuras para a perfeita distribuição do lubrificante.

A pressão diametral média nas buchas de bronze não deverá ultrapassar 14 MPa (140 kgf/cm<sup>2</sup>) e nas buchas auto-lubrificadas, ou sujeitas a pequenos deslocamentos, não deverá ultrapassar 45 MPa (450 kgf/cm<sup>2</sup>).

Em casos gerais o corpo do mancal deverá ser do tipo bipartido, autocompensado, lubrificado e equipado com tampas e gaxetas apropriadas ao tipo de trabalho a que se destina.

As especificações, ajustes e tolerâncias, deverão ser regidos pelos padrões estabelecidos na AFBMA, ou equivalente aprovado.

**5.3.2 Mancais de Rolamento**

Os tipos de mancais de rolamento deverão ser empregados para equipar órgãos mecânicos sujeitos a grandes esforços, altas e baixas rotações, em serviços contínuos ou intermitentes e suas dimensões, ajustes e tolerâncias deverão ser projetados atendendo aos critérios estabelecidos na AFBMA, ou equivalente aprovado. Todos os mancais deverão ter vida útil não inferior de 60.000 horas de uso.

Os mancais de rolamento deverão ser sempre devidamente lubrificados e munidos de retentores apropriados às condições de trabalho. Quando utilizadas caixas de rolamento padronizadas, as mesmas poderão ser bipartidas ou inteiriças, dependendo do rolamento empregado. A face de apoio das caixas de rolamento deverá ser de acabamento usinado e deverá se apoiar sobre uma superfície igualmente usinada.

Os mancais de rolamento utilizados deverão ser preferencialmente do tipo blindado, com dimensões no sistema métrico e de fabricantes reconhecidamente capazes quanto à qualidade e o desempenho do produto.

**5.3.3 Acoplamentos**

A capacidade do acoplamento deverá ser determinada com base na capacidade nominal do fabricante, dividida por um fator de serviço adequado, não inferior a 1,5.

O tipo de acoplamento deverá ser determinado de acordo com a sua aplicação específica e suas características deverão ser justificadas nos memoriais de cálculo.

A união entre dois eixos deverá ser normalmente feita por meio de acoplamento flexível. Somente será permitido o uso de acoplamentos rígidos nas uniões de eixos que estejam

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

entre mancais com mais de 2 m (dois metros) de distância, excetuando a ligação do eixo dos motores aos respectivos mecanismos, que deverá ser sempre feita com acoplamento flexível.

Quando aplicável, os acoplamentos de motores com redutores deverão ser do tipo flexível e poderão ter a função de polia de freio, desde que o tipo utilizado não permita oscilações da mesma.

Os acoplamentos deverão ser metálicos, flangeados, totalmente fechados, e vedados para reter o lubrificante, devendo ser estanques sob condições operacionais estáticas ou dinâmicas.

Os acoplamentos entre redutores e eixos de transmissão, e rodas ou pinhões de acionamento das rodas, deverão ser do tipo flexível ou semi-flexível.

Os acoplamentos rígidos deverão ser de aço forjado ou fundido, do tipo aprovado pela CONTRATANTE.

De uma maneira geral, os acoplamentos deverão ser balanceados e as condições de montagem deverão atender às recomendações do Fabricante.

**5.3.4 Eixos e Pinos**

Exceto quando especificado em contrário, os eixos destinados à transmissão de movimento deverão atender aos requisitos de projeto da ASME B106.1M. Os efeitos de concentração de tensões deverão ser levados em conta.

A rigidez e a deflexão deverão ser determinadas, caso contrário, deverão prevalecer as seguintes regras empíricas:

- Rigidez: igual 0,25 graus por metro, com 125% do torque do motor a plena carga, para eixos de sincronização, ou igual a 0,50 graus por metro, com 150% do torque do motor a plena carga, para eixos de comando.
- Deflexão: 0,75 mm por metro de comprimento.

Para eixos de alta rotação ( $n > 1500$  rpm), será verificada a rotação crítica do mesmo, a qual deverá ser, no mínimo, igual a 110% da rotação de regime.

A distância em centímetros entre dois mancais que servem de apoio a um mesmo eixo não excederá cem vezes a raiz quadrada do diâmetro do eixo em centímetros.

Os eixos de transmissão deverão ser dotados de mancais situados o mais próximo possível de cada um dos lados dos acoplamentos, a fim de evitar vibrações nos eixos.

Os eixos dos moitões de equipamentos de levantamento serão de aço inoxidável para moitões que trabalhem submersos em água.

Os eixos das rodas principais, dos rodetes guia, dos rodetes de contra-guia das comportas hidráulicas e os das vigas pescadoras deverão ser de aço inoxidável.

Os eixos e pinos menores deverão ser feitos de aço forjado ou laminado, com características mecânicas coerentes com o dimensionamento.

Os eixos e pinos das polias fixas superiores e polias compensadoras possuirão ranhuras e furo axial com pino graxeiro que permitam uma lubrificação eficiente.

Os eixos submetidos a esforços alternados e principalmente aos de flexo-torção, deverão ser confeccionados em aço especial e submetidos a tratamento térmico de beneficiamento para endurecimento superficial.

Todos os eixos, com exceção dos eixos de sincronização, deverão ter acabamento condizente com sua função.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

Imperfeições superficiais, tais como marcas deixadas por ferramentas em forma de sulcos e defeitos superficiais diversos, que possam atuar como pontos de concentração de tensões e focos de propagação de trincas por fadiga, poderão ser motivos para a rejeição da peça. Deverão ser realizados ensaios não destrutivos a fim de avaliar os defeitos internos e superficiais das peças e, a critério da CONTRATANTE, serão aceitos ou não.

**5.3.5 Rodas**

As rodas deverão ser construídas em aço forjado, com qualidades mínimas iguais às exigidas nas normas ASTM A504 grau C, ou em aço fundido ASTM A148 grau 115-95, com tratamento térmico na banda de rodagem. Não poderão ser usadas rodas em ferro fundido nodular.

A pressão de contato roda-trilho deverá ser justificada nos memoriais de cálculo e deverão ser determinadas as durezas mínimas exigidas para os materiais envolvidos.

O contato roda-trilho não deverá ser prejudicado em consequência da flecha da estrutura e deverá ser tal que o valor da pressão máxima de contato constante nos memoriais de cálculo seja respeitada.

Para efeito de determinação da carga média atuante nas rodas, deverá ser considerado estar o equipamento sempre portando a carga de trabalho.

Todas as rodas dos equipamentos de movimentação deverão ser duplamente flangeadas e as larguras internas entre flanges deverão ser suficientemente maiores que as larguras dos boletos dos trilhos, a fim de compensar as influências de dilatações térmicas, das deformações da estrutura em função das cargas e das variações do vão no alinhamento dos trilhos.

As rodas e os trilhos deverão ser projetados para suportar a máxima carga nominal sob todas as condições, sem desgaste indevido. A diferença máxima entre os diâmetros das faixas de rolamento de quaisquer das rodas motoras será limitada a 0,5 mm.

As rodas deverão ser montadas sobre os eixos com ajustes à pressão e chavetas, ou montadas sobre eixos fixos, por meio de rolamentos embutidos nos cubos das mesmas. Os eixos das rodas deverão ser equipados com mancais de rolamento auto-compensadores de rolos.

As rodas das comportas deverão ser de aço inoxidável fundido, de acordo com as normas ASTM A148 ou equivalente, ou de aço carbono forjado de acordo com as normas ASTM A504, A668, ou equivalentes.

A diferença entre a dureza das bandas de rodagem da roda e do trilho deve ser maior que 50 HB, sendo que a dureza mínima das rodas será de 320 HB.

**5.3.6 Redutores**

Preferencialmente as engrenagens deverão estar contidas em redutores ou em caixas fechadas, com suportes rígidos. Todas as caixas e redutores deverão ser estanques ao óleo, vedados com juntas ou um composto equivalente.

As caixas de engrenagens e redutores poderão ser construídas em ferro fundido ou de construção soldada em chapa de aço estrutural e deverão ser tratadas termicamente antes de sua usinagem, para alívio de tensões.

Para a montagem das caixas de engrenagens e redutores, deverão ser bipartidas, com montagem utilizando pinos de guia e parafusos apropriados. Todas as caixas e redutores deverão possuir respiros, bujões de enchimento e drenagem do óleo com facilidade de acesso e indicadores do nível de óleo, em local de fácil acesso e

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

visualização, alças/olhais ou outro meio para içamento e transportes e abertura(s) estanque(s) parafusada(s) na parte superior para inspeção.

As bases das caixas de engrenagens e redutores deverão ser usinadas e deverão se apoiar em bases igualmente usinadas. Não deverão ser utilizados calços para a sua montagem. As caixas de redutores deverão ser pintadas internamente com tinta resistente ao óleo lubrificante.

Os mancais deverão preferencialmente ser de rolamentos autocompensadores.

Os redutores de montagem vertical, com mais de três eixos, deverão ser equipados com meios de lubrificação forçada.

Cada redutor deverá passar por um ciclo de amaciamento de, pelo menos, 8 horas, girando sem carga antes de ser montado no equipamento.

**5.3.7 Engrenagens**

Para as condições de funcionamento normal, o cálculo da resistência dos dentes de todas as engrenagens deverá ser feito considerando um fator de segurança não inferior a 5 (cinco), em relação à tensão de ruptura do material empregado.

Os métodos ou critérios de cálculo, não reconhecidos em normas não serão aceitos. As engrenagens deverão ser calculadas conforme AGMA ou equivalente.

As engrenagens deverão ter ângulo de pressão de 20° (vinte graus) e dentes com perfil envolvente, convenientemente “corrigida” para assegurar uma geometria de engrenamento equilibrada, além de um perfeito assentamento entre os flancos dos dentes. Número de dentes inferiores a 17 deverão ser evitados e, sempre que possível, os pares de engrenagens deverão ter o número de dentes primos entre si.

As engrenagens com velocidades tangenciais inferiores a 0,8 m/s deverão ser lubrificadas de preferência com graxa, de 0,8 a 12 m/s imersas em óleo ou graxa e, acima de 12 m/s, deverão ser imersas em óleo ou, se necessário, com óleo sob circulação forçada.

No dimensionamento das engrenagens, deverão ser respeitadas as normas de fabricação ISO, AGMA, DIN ou equivalente.

Todas as engrenagens deverão ser construídas de aço que proporcione uma adequada resistência e uma duração mínima compatível com a classificação do equipamento.

As engrenagens tipo pinhão, de diâmetro primitivo menor ou igual a 200 mm (duzentos milímetros), deverão ser solidárias aos respectivos eixos, sendo os dentes do pinhão usinados no próprio material do eixo.

Se forem utilizados engrenamento coroa-parafuso sem-fim, o material do parafuso sem-fim deverá ser aço cementado, temperado, retificado e polido. A coroa deverá ser de bronze fosforoso ou bronze alumínio, conforme as Normas SAE nº 65 ou 68, ou equivalentes.

Não poderão ser usadas engrenagens bi-partidas ou com eixos em balanço, sem a aprovação específica da CONTRATANTE.

Todas as engrenagens tipo pinhão de acionamento do tambor deverão ser sempre montadas entre 2 (dois) mancais. Não será aceita a montagem de pinhão em balanço.

As engrenagens não contidas em redutores ou em caixa de engrenagens deverão ter cobertura metálica, por segurança e para evitar o depósito de impurezas. Essas coberturas deverão ser construídas de modo a permitir a desmontagem de sua parte superior sem afetar as engrenagens e deverão possuir tampas de inspeção com alças

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

para permitir a lubrificação das engrenagens.

As engrenagens de construção soldada deverão ser recozidas para alívio de tensões antes de serem usinadas. Não serão aceitas engrenagens que tenham algum dente reparado por solda.

As engrenagens deverão ser projetadas para proporcionar um funcionamento, tanto quanto possível, silencioso.

**5.3.8 Freios**

As talhas deverão ser providas de freio mecânico, aplicado por mola e solto por dispositivo eletromagnético. O freio deverá ser automaticamente aplicado quando a energia elétrica do motor for desligada e deverá ser suficiente para desacelerar e imobilizar uma carga igual a 125% da capacidade nominal da talha e manter imóvel uma carga igual a 150% da capacidade nominal da talha.

Deverá ser capaz de pelo menos 15 operações por minuto, sem excesso de aquecimento. Deverá ser capaz de parar a carga nominal dentro de uma distância vertical, em metros, igual a 7% do número que expressa a velocidade nominal em metros por minuto, quando baixando à plena velocidade.

O sistema de translação deverá ser provido de um freio elétrico automático com uma capacidade mínima de 100% do conjugado de plena carga do motor de acionamento. O freio automático deverá ser aplicado quando o comando de translação estiver na posição "desligado" ou quando a alimentação elétrica estiver desligada ou em falta.

O projeto do freio da translação deverá permitir uma parada suave dentro de uma distância em metros igual a 10% do número que expressa a velocidade com carga nominal em metros por minuto, quando o movimento de translação se fizer com velocidade e carga nominais.

**5.3.9 Tambores**

Os tambores de içamento dos guinchos deverão ser feitos de aço de acordo com a NBR 11375, de suficiente resistência para suportar as cargas de esmagamento e de flexão, devidas à tração dos cabos sob todas as condições de operação. Cada tambor deverá ter ranhuras usinadas, esquerda e direita, para receber o cabo de içamento, devendo ser a profundidade da ranhura conforme norma de projeto. As bordas das ranhuras deverão ser arredondadas. Os tambores deverão ser projetados de modo que pelo menos duas voltas completas de cada perna do cabo de içamento permaneçam nas ranhuras quando o gancho estiver na posição mais baixa especificada, e de modo que não seja necessária a sobreposição dos cabos com o gancho na posição mais elevada. Deverão ser previstas guias de cabo para garantir que o mesmo seja corretamente encaixado nas ranhuras do tambor.

**5.3.10 Polias**

As polias para os cabos deverão ser de construção em aço fundido ou soldado com ranhuras torneadas para os cabos de acordo com a NBR 10980, com tolerância adequada no diâmetro da ranhura. Os eixos das polias deverão ser feitos de aço carbono ou aço liga recozidos e deverão prover ampla área de apoio para as polias. As polias do moitão deverão ter eixos de aço inoxidável, quando submersíveis em água. As polias deverão ser equipadas com mancais de rolamentos, excetuando as de compensação que poderão ser equipadas com buchas de bronze. Só serão permitidos balancins com terminais de cabos ou polias de compensação para equalizar a tensão no cabo de um mesmo moitão.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

Deverão ser providos meios para lubrificação com pressão de cada mancal de polia individualmente. Todas as polias deverão estar balanceadas. O ângulo máximo de inclinação dos cabos não deverá exceder 3,5° em relação ao eixo da ranhura, salvo se aprovado em contrário.

**5.3.11 Ganchos**

Os ganchos deverão ser de aço liga ou aço carbono forjado, recozido e esmerilhado, e deverão girar livremente em mancais de rolamento. Deverão ser efetuados testes de ultrassom e inspeção por líquido penetrante e/ou por partículas magnéticas, para determinar a aceitabilidade dos ganchos. Os mancais deverão ser totalmente fechados, a prova de pó e construídos de modo a impedir vazamento de graxa.

Os ganchos deverão atender principalmente a NBR 10070 e NBR 11326. Para os itens não abrangidos pela norma brasileira, deverão estar de acordo com a norma DIN 15401, para gancho simples, ou com a norma DIN 15402, para gancho duplo, e deverá ser dotado de trava de segurança.

Cruzetas de aço forjado permitirão que o gancho se movimente no plano vertical. O gancho deverá ser removível sem desmontagem do moitão. O moitão deverá proteger os cabos e evitar que eles saiam das roldanas em qualquer condição de operação. O eixo das roldanas deverá ser de aço inoxidável e as roldanas deverão ter buchas de bronze, quando submersíveis em água.

**5.3.12 Moitões**

Os moitões deverão ser construídos de modo a proteger os cabos de içamento e impedir que saiam das polias sob condições de operação normal e com cabo frouxo. Os protetores deverão ser de aço fundido ou soldado, estanques a graxa e montados rente à periferia das polias. A capacidade nominal deverá ser indicada em cada lado da parte inferior de cada moitão.

**5.3.13 Cabo de Aço / Corrente**

Os cabos de aço deverão ter comprimento suficiente para permitir o levantamento total e duas voltas extras de cada perna em cada tambor. Além disso, deverão ser providos comprimentos adequados de cabos para fixação aos tambores. A escolha de todos os cabos de aço deverá ser feita com base em um fator de segurança, conforme a norma de projeto e classificação de serviço, em relação à resistência a tração. A tensão nos cabos deverá ser considerada no ponto de máximo desenrolamento e deverá incluir o rendimento global do moitão, do tambor e o peso da carga, gancho e polias. O cabo deverá ser de aço polido ou galvanizado, dependendo da aplicação da classificação 6 x 37 pré-formado, "Improved Plow Steel", com alma de aço ou sintética.

**5.3.14 Juntas e Fixadores**

Todas as faces das juntas deverão ser fabricadas com alinhamento preciso, de forma a manter a estanqueidade entre as faces da junta.

Deverão ser usados pinos de guia ou parafusos de ajuste, que assegurem a correta remontagem de peças correspondentes no local, sem que seja necessário o realinhamento.

Todos os elementos de fixação deverão ter proteção superficial adequada à sua aplicação.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU****5.3.15 Acionamento da Translação das Talhas**

O sistema de translação deverá ser projetado considerando-se os máximos esforços e as condições mais desfavoráveis de carga. Os movimentos deverão ser efetuados sem trancos, permitindo realizar manobras de aproximação com precisão.

A quantidade de rodas utilizadas deverá ser definida em função do desgaste roda-pista e da capacidade da monovia. A quantidade de rodas motoras deverá considerar as acelerações e frenagens máximas, sem haver escorregamento entre roda e pista. Pelo menos uma roda de cada lado da monovia deverá ser motora.

**5.3.16 Monovias**

As monovias empregadas para talhas elétricas deverão ser de construção soldada com emprego de chapas ou de perfis, de aço estrutural de boa qualidade, formando conjuntos suficientemente rígidos. Serão projetadas para suportar, com segurança, a plena carga nominal sem flexões laterais ou verticais, ou vibrações além do previsto.

As emendas de campo deverão ser soldadas e o seu espaçamento deverá levar em consideração requisitos de transporte e montagem no campo.

As monovias deverão ser sustentadas por meio de tirantes roscados, luvas de passagem e chapas de apoio e nivelamento. A fixação da monovia do Tubo de Sucção deverá ser através de suportes articulados, soldados através de tirantes nas placas de 1.º estágio embutidos no concreto.

**5.3.17 Acionamento do Pórtico e/ou Ponte Rolante**

Os mecanismos de translação e de controle deverão ser projetados e construídos de maneira que a translação seja firme e isenta de vibração ou trepidação em qualquer parte da estrutura, durante a movimentação, com qualquer carga e velocidade. Neste caso, o controle de translação do pórtico e/ou da ponte deverá prever partida e parada simultânea dos motores bem como velocidade uniforme dos mesmos. Cada motor de acionamento do pórtico e/ou ponte deverá ser provido com freio automático aplicado por molas e liberado eletricamente, tendo uma capacidade de frenagem em qualquer das direções de translação, de pelo menos 100% (cem por cento) do conjugado de plena carga dos motores de acionamento.

A quantidade de rodas motoras será dimensionada em função da necessidade e demonstrada através de memorial de cálculo.

Cada roda motriz será acionada através de um conjunto independente, montado diretamente no eixo da roda acionada. Cada conjunto será composto de 01 (um) moto-freio de indução de 4 ou 6 pólos, 01 (um) redutor de eixos axiais/lineares ou ortogonais do tipo planetário com flange para fixação do moto-freio e com eixo de saída oco, e a roda.

Os freios automáticos serão aplicados quando o comando de translação do pórtico e/ou ponte estiver na posição "desligado" ou quando a alimentação elétrica estiver desligada, e terão uma capacidade de frenagem em ambas as direções da translação, de pelo menos 100% (cem por cento) do conjugado de plena carga dos motores.

**5.3.18 Acionamento do Carro do Pórtico e/ou Ponte Rolante**

O acionamento do carro do pórtico e/ou da ponte deverá ser projetado de modo que a translação sob todas as condições seja firme e isenta de vibração ou trepidação em qualquer parte.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

Cada roda motriz será acionada através de um conjunto independente, montado diretamente no eixo da roda acionada. Cada conjunto será composto de 01 (um) moto-freio de indução de 4 ou 6 pólos, 01 (um) redutor de eixos axiais/lineares ou ortogonais do tipo planetário com flange para fixação do moto-freio e com eixo de saída oco, e a roda.

O sistema de translação do carro deverá ser provido de um freio elétrico automático com uma capacidade mínima de 100% (cem por cento) do conjugado de plena carga do motor de acionamento.

O freio automático será aplicado quando o comando de translação do carro estiver na posição "desligado", quando a alimentação elétrica estiver desligada ou quando o carro atingir a posição correspondente à operação de içamento de um painel de grade.

**5.4. PARAFUSOS, PORCAS, ARRUELAS E ACESSÓRIOS**

Os parafusos, porcas e arruelas deverão ter suas propriedades físicas e químicas conforme definido nas normas ASTM, ou equivalente, conforme abaixo:

- Parafusos, chumbadores, porcas, arruelas e prisioneiros comuns - ASTM A307-Grau B, "Carbon Steel Externally Threaded Standard Fasteners", e ASTM A563-Grau A;
- Parafusos de aço inoxidável - ASTM A473, ASTM F-593 - "Stainless Steel Bolts, Hex Cap Screws and Studs"; ASTM F-738 - "Stainless Steel Metric Bolts, Screws and Studs"; ASTM F-836 - "Stainless Steel Metric Nuts";
- Flanges e partes sob pressão: ASTM A-193 - "Alloy - steel and stainless steel bolting materials for high temperature service"; ASTM A-194 - "Carbon and alloy steel nuts for bolts for high - pressure and high - temperature service"; ASTM A-320 - "Alloy - steel bolting materials for low - temperature service";
- Parafusos, porcas e prisioneiros de alta resistência - ASTM A325 - "High-strength Bolts for Structural Steel Joints", ASTM A193 e ASTM A563-Grau C.

**5.5. VEDAÇÕES**

Todos os mancais, tubulações de óleo, água ou ar, bombas e outros componentes do Fornecimento, quando aplicável, deverão ser perfeitamente vedados.

As vedações deverão ser constituídas de materiais resistentes às condições climáticas locais, ao calor e às condições mecânicas de operação. Deverão ser providos meios no sentido de impedir que materiais elétricos sejam atingidos por pingos ou vapores de óleo. A condensação destes vapores deverá ser convenientemente coletada e drenada.

As borrachas para vedação das comportas deverão ser de Neoprene, ou de estireno-butadieno (SBR), resistentes a temperaturas tropicais elevadas, com as seguintes características:

- Resistência mínima à tração conforme ASTM D-412 ..... 21 MPa
- Alongamento mínimo até a ruptura conforme ASTM D-412 ..... 450%
- Módulo a 300% conforme ASTM D412 ..... 6,3 MPa
- Dureza Shore tipo A, conforme ASTM D-2240 ..... 60 a 70
- Absorção máxima de água em peso conforme ASTM D-471 ..... 2%
- Deformação permanente máxima conforme ASTM D-395 ..... 30%

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

- Queda máxima da resistência à tração após exposição ao ar (70 h, 100°C) conforme ASTM D-573 ..... 20%

**5.6. TUBULAÇÕES E VÁLVULAS E ACESSÓRIOS**

Todas as tubulações e acessórios incluídos no escopo do fornecimento deverão ser selecionadas visando principalmente a facilidade de montagem e desmontagem, a minimização de perdas de cargas e atendendo aos requisitos mínimos especificados neste item.

Todos os esforços oriundos das variações locais de temperatura, bem como golpes de aríete, serão considerados no dimensionamento.

Nos pontos mais elevados da tubulação de líquidos, deverão ser fornecidas válvulas para purga de ar. Os pontos mais baixos da mesma tubulação terão válvulas de dreno.

Nos pontos baixos de tubulação de ar comprimido, deverão ser fornecidos purgadores de condensado, bem como conexões apropriadas para pressurização durante os ensaios de pressão e estanqueidade. A tubulação de ar comprimido deverá ter caimento para possibilitar a remoção de água condensada através dos purgadores.

A espessura das paredes, a classe e os materiais das tubulações, conexões, flanges e válvulas, serão determinadas para a máxima pressão de operação do sistema. Os coeficientes de segurança e pressões de teste deverão atender a norma utilizada.

Para as tubulações de óleo sob pressão, deverá ser considerado que as velocidades do óleo não deverão exceder 1,2 m/s para as linhas de sucção e 6,0 m/s para as linhas de pressão.

Para todas as tubulações de óleo de alta pressão deverá ser utilizado o sistema "ERMETO".

As tubulações deverão ser preferencialmente pré-montadas na fábrica da CONTRATADA, prevendo-se sobrecomprimentos em alguns pontos para possibilitar ajustes no campo. Todos os tubos deverão ter dimensões padronizadas conforme ANSI B36.10.

Não se permitirão uniões soldadas em tubos de aço galvanizado salvo exceções justificadas as quais deverão ser aprovadas pela CONTRATANTE, neste caso a CONTRATADA deverá fornecer quantidade suficiente de material para galvanização a frio nas regiões submetidas à solda de campo.

Para fins de transporte e armazenagem, as tubulações deverão ser cuidadosamente limpas internamente. As tubulações para instrumentação e controle, inclusive as embutidas, deverão ser de aço inoxidável. Os tubos camisa, utilizados para instalação dos instrumentos tipo sondas, deverão ser de PVC rígido.

Todas as extremidades de tubulações, válvulas e acessórios, deverão receber tampas ou luvas de proteção durante o transporte e a montagem para evitar obstrução e/ou danos nas suas extremidades.

**5.7. TROCADORES DE CALOR**

A CONTRATADA deverá fornecer todos os trocadores de calor para óleo, água e ar, quando necessários à operação satisfatória do equipamento.

A quantidade e capacidade dos trocadores de calor deverá ser determinada pela CONTRATADA e deverá ser tal que permita a operação segura do equipamento em sua capacidade nominal, a temperatura da água de resfriamento de 25°C e considerando a

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

taxa de transferência de calor dos trocadores reduzida em 10% devido as incrustações externas e/ou internas dos tubos ou placas.

Cada sistema de resfriamento de água deverá ser projetado no sentido de evitar depósitos de sedimentos. Os trocadores de calor, tubulações e válvulas deverão ser previstos de forma a que cada seção permaneça cheia de água quando o fornecimento for interrompido. Os trocadores de calor deverão ser redundantes e permitir a remoção ou troca para manutenção e reparos, sem interferir com a operação dos trocadores restantes e do equipamento principal correspondente.

Trocadores de calor de água e óleo deverão ser de preferência do tipo de placas e deverão ser fabricadas de acordo com a ASME Seção - VIII - "Unfired Pressure Vessel Code". As placas deverão ser de aço inoxidável AISI 304L.

Os trocadores de calor deverão ser testados à pressão de 150% da pressão máxima de operação.

Cada trocador de calor deverá ser fornecido com os seguintes itens:

- uma conexão com válvula para eliminação de ar;
- uma conexão com válvula para permitir a drenagem completa;
- dispositivos para levantamento para facilitar o manuseio, pés e suportes.

Deverão ser previstas bandejas sob os trocadores para coletar o óleo e a água provenientes de eventuais vazamentos ou em sua manutenção.

Deverão ser previstas válvulas de isolamento tanto nas entradas quanto nas saídas de cada trocador de calor. As válvulas de isolamento, tanto na entrada quanto na saída de cada trocador de calor deverão ser preferencialmente do tipo gaveta. A válvula de saída do circuito de refrigeração deverá ser adequada para a regulação da vazão de água.

## 5.8. ESTRUTURAS DE PARTES METÁLICAS DIVERSAS

Este item define os requisitos e critérios técnicos gerais para as estruturas das partes metálicas necessárias para a instalação de equipamentos das unidades geradoras, para as instalações de estruturas como coberturas em aço para tomada d'água, vertedouro, barragem e demais locais, bem como dos componentes e acessórios tais como: quadros, tampas, plataformas, suportes em geral, cercas e portões, escadas, corrimãos, postes, caixas de passagem, estruturas em geral para subestações, dutos e acessórios para instalações de ventilação e ar condicionado; estruturas metálicas para edificações de pontes de serviço, acessos e demais construções metálicas definitivas.

### 5.8.1 Estruturas Metálicas

Antes de ser trabalhada de alguma maneira, a superfície do aço estrutural deverá estar limpa e sem torções, flexões, pregas, bolhas ou soldas não especificadas.

Após a execução de trabalhos em aço estrutural, se houver necessidade de desbaste ou soldagem, isto deverá ser feito de tal maneira que as propriedades originais do metal não sejam modificadas.

As chapas ou perfis deverão ser moldados a frio, na forma requerida, a menos que seja especificado em contrário nos desenhos de fabricação.

Não será permitida a execução de conformações ou curvamentos por meio da aplicação de chama ou de outras fontes de calor.

O cisalhamento e a remoção de aparas deverão ser feitos de acordo com as normas de execução e de maneira a se obter uma boa aparência e a precisão requerida. O

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

aplainamento ou acabamento de bordas cisalhadas ou cortadas, de maneira geral, não será necessário, a menos que seja indicado em contrário nas Especificações Técnicas dos Equipamentos ou nos desenhos de fabricação. Os cantos deverão estar no esquadro e nivelados, a menos que seja especificado em contrário no projeto.

A CONTRATADA deverá executar o alívio de tensões em componentes estruturais sujeitos a condições severas de carga ou vibrações.

As superfícies de contato de peças a serem parafusadas entre si deverão ser limpas antes que as mesmas sejam montadas. As referidas peças deverão ser ajustadas e alinhadas. Se, durante a montagem, ocorrer um desgarramento das partes a serem unidas, isto não deverá acarretar alargamento dos furos ou distorção do metal.

Quando necessário, as faces de contato das cabeças de parafuso ou porcas, em superfícies brutas ou inclinadas deverão ser escariadas.

**5.8.2 Escadas, Parapeitos, Plataformas e Guarda-corpos Metálicos**

Deverão ser incluídos no fornecimento escadas, passadiços, plataformas, parapeitos e guarda-corpos a fim de tornar cômodos e seguros os acessos para inspeção e manutenção.

Todos os guarda-corpos deverão estar de acordo com a norma NBR 14718 e NR 18.

As plataformas deverão permitir a circulação fácil ao redor das diversas partes dos equipamentos e como medida de proteção, deverão ser equipadas com parapeitos e rodapés.

Para fins de padronização, o projeto das escadas, parapeitos, passadiços, plataformas e proteções, deverão acompanhar os desenhos padronizados da CONTRATADA, sempre que possível. Na falta destes, poderá basear-se no grupo de normas citadas anteriormente ou nas publicações dos seguintes órgãos:

- U.S. Federal Government Regulation for Fixed Industrial Stairways;
- U.S. Federal Occupational Safety and Health Standards, órgão do U.S. Department of Labor.

Para o dimensionamento deverão ser consideradas as seguintes cargas concentradas:

- 2 kN/m<sup>2</sup> (200 kgf/m<sup>2</sup>) vertical para acessos e plataformas de manutenção, onde podem ser depositados materiais;
- 1,5 kN/m<sup>2</sup> (150 kgf/m<sup>2</sup>) vertical para acessos e passadiços destinados somente à passagem de pessoas;
- 2 kN/m (200 kgf/m) vertical ao longo de guarda-corpos na altura do corrimão;
- 0,8 kN/m (80 kgf/m) horizontal ao longo de guarda-corpos na altura do corrimão.

As cargas distribuídas não deverão ser inferiores a 2 kPa (0,2 t/m<sup>2</sup>) nos passadiços.

As escadas tipo marinho deverão ser construídas com degraus soldados aos corrimãos, a fim de impedir que os mesmos girem. Os corrimãos deverão estender-se 1,0 m (um metro) acima do local de chegada na parte superior, devendo começar na plataforma de chegada inferior.

As escadas tipo marinho, de comprimento superior a dois metros e meio, deverão ser providas de guarda-corpo tipo gaiola e seus degraus deverão ser de barras de seção circular. Para cada lance de 9,00 m (nove metros), deve existir um patamar intermediário de descanso, protegido por guarda-corpo e rodapé.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

Os passadiços deverão ter largura suficiente (mínimo 80 cm.), para tornar cômoda e segura a inspeção e conservação dos equipamentos e para dar passagem livre e segura. Deverão ser previstos passadiços ao longo de todas as vigas principais. Os passadiços deverão ser construídos de forma que, mesmo estando o equipamento em funcionamento, possa estar uma pessoa sobre o mesmo, com toda a segurança.

Deverão ser previstas, sempre que possível e praticável, escadas inclinadas com declive máximo de 50 (cinquenta) graus em relação à horizontal. Os pisos dos degraus não deverão ter menos de 250 mm (duzentos e cinquenta milímetros) de largura.

As escadas não solidárias ao equipamento serão fornecidas conforme limites de fornecimento indicados nos desenhos.

Todos os passadiços, corrimãos, escadas ou degraus deverão ser feitos ou montados de maneira a não interferirem com a remoção de qualquer componente do equipamento, para fins de manutenção, ou a não interferirem com a visão do operador durante a operação do equipamento.

Todos os pisos de plataformas e passadiços deverão ser construídos de chapa de aço do tipo xadrez antiderrapante.

Os corrimãos deverão ser feitos, de preferência, em aço estrutural, com altura não inferior a 1,0 m (um metro) e com um membro intermediário. Deverão ser uniformes em toda sua extensão e deverão ser previstas correntes de segurança nas aberturas e descontinuidades.

Todas as partes giratórias, tais como engrenagens, eixos, correias e correntes de transmissão etc., bem como o material elétrico sob tensão, deverão ser convenientemente abrigadas por proteções metálicas que deverão fazer parte do fornecimento.

Preferencialmente, as estruturas deverão ter suas fixações removíveis.

**6. MÃO DE OBRA****6.1. GERAL**

A mão-de-obra empregada deverá ser qualificada e utilizar as mais modernas técnicas de fabricação de equipamentos. Todo o trabalho, seja na fábrica ou na obra, deverá ser desenvolvido por pessoal especializado nas várias etapas de fabricação.

**6.2. QUALIFICAÇÃO DE SOLDADORES**

A CONTRATADA deverá ser responsável pela qualidade dos trabalhos de soldagem. Todos os soldadores designados para o serviço, inclusive os soldadores para reparos em peças fundidas, deverão ser qualificados ou submetidos aos testes de qualificação. A qualificação dos soldadores deverá atender aos processos previstos e aprovados no Manual de Qualidade. O certificado de qualificação não deverá ter menos de seis meses de vigência e será de responsabilidade da CONTRATANTE.

Todos os testes de qualificação de soldadores ou processos de soldagem deverão estar em conformidade com o descrito no item 7 destas Especificações.

**6.3. SUPERVISÃO DE MONTAGEM, DE ENSAIOS E TREINAMENTO**

A prestação de assistência à montagem, ajustes, ensaios e comissionamento dos sistemas e equipamentos e seus acessórios, bem como, treinamentos, para operação

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

do equipamento, deverá ser efetuada por técnicos credenciados, competentes e tecnicamente qualificados.

**7. SOLDAS****7.1. GERAL**

Os serviços de soldagem, na fábrica e na obra, deverão ser executados de acordo com as normas da AWS. Todas as soldas deverão ter cordão contínuo para uma proteção anticorrosiva, evitando-se frestas para dar mais segurança à estanqueidade.

O projeto e a construção das juntas soldadas sujeitas a pressão hidráulica deverão atender aos requisitos da norma ASME "Boiler and Pressure Vessel Code" - "Unifired Pressure Vessels" - Seção VIII. O projeto e construção das juntas soldadas não sujeitas à pressão hidráulica deverão atender, no mínimo, aos da norma AWS "Specifications for Welded Highway and Railway Bridges" - D.2.0.

**7.2. SOLDAGEM ELÉTRICA****7.2.1 Normas de Projeto**

Os equipamentos eletromecânicos e materiais associados deverão ser projetados, fabricados, testados, montados e comissionados de acordo as mais recentes edições das seguintes normas técnicas e regulamentadoras, sem prejuízo das demais citadas nestes Requisitos de Projeto:

- ASME Section VIII American Society of Mechanical Engineers;
- ASTM American Society for Testing and Materials;
- AWS American Welding Society;
- DIN Deutsche Institut für Normung;
- ISO International Organization for Standardization;
- SSPC Steel Structures Painting Council;
- ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas.

**7.2.2 Procedimentos de Soldagem**

Toda a soldagem deverá ser efetuada pelo método do arco elétrico, por um processo que impeça o contato do ar com o metal fundido, e onde praticável, utilizando máquinas automáticas.

Deverão ser submetidas para aprovação as Especificações de Procedimentos de Soldagem (EPS), devidamente acompanhadas pelos respectivos Registros de Qualificação de Procedimento (RQP) e pelos Planos de Soldagem (PS), considerando-se os requisitos quanto à resistência ao impacto -Charpy.

Tais Planos de Soldagem deverão conter a identificação da(s) solda(s) abrangida(s) pelo(s) EPS(s) e RQP(s), bem como informações adicionais aplicáveis, tais como classe de eficiência, ensaios não destrutivos, seqüências de soldagens, tratamentos térmicos e localização do cordão no respectivo componente.

Essa documentação deverá abranger as soldas estruturais e funcionalmente importantes de fábrica ou de execução realizada pela empreiteira de montagem.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

As qualificações dos procedimentos deverão ser executadas na presença de um inspetor devidamente autorizado, representando a CONTRATANTE, exceto quando dispensado pela CONTRATANTE.

Para efeito de aprovação do projeto será eventualmente admitida a submissão das EPSs e correspondentes Planos de Soldagem, antes da execução dos respectivos RQPs. Nesses casos, a aprovação final ficará condicionada à confirmação das características esperadas.

Todas as EPS e respectivos RQP deverão ser elaborados com base nos requisitos aplicáveis da Seção IX "Qualification Standard for Welding and Brazing Procedures, Welders, Brazers, and Welding Operators" do ASME "Boiler and Pressure Vessel Code".

Os serviços executados como auxílio à montagem, tais como em suportes provisórios, andaimes, estruturas de apoio e outros do gênero serão de responsabilidade do FORNECEDOR e sujeitos à aprovação da CONTRATANTE.

Toda e qualquer solda auxiliar de montagem que o Montador na Obra julgue necessário executar sobre equipamento permanente, somente poderá ser realizada após aprovação da CONTRATANTE.

Todas as soldas executadas na fabricação deverão estar de acordo e devidamente classificadas conforme os requisitos da norma ASME, Seção VIII, "Boiler and Pressure Vessel Code", parte UW.

**7.2.3 Preparação para Soldagem**

Partes a serem unidas por soldagem deverão ser cortadas no tamanho exato, com cantos chanfrados, cortados a chama, ou usinados de modo adequado ao tipo de solda requerida para as espessuras envolvidas e de modo a permitir boa fusão da solda com o metal de base.

As superfícies cortadas deverão estar livres de todo defeito visível, como laminações, defeitos de superfícies causados por operações de chanfragem ou cortes a chama, ou quaisquer outras descontinuidades inaceitáveis. As chapas a serem soldadas deverão estar livres de ferrugem, graxa e outras matérias estranhas ao longo das superfícies preparadas para soldagem.

As superfícies a serem embutidas no concreto, as superfícies de aço resistente à corrosão e as não ferrosas não receberão qualquer proteção anticorrosiva.

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

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

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

**7.2.4 Qualificação de Soldadores**

Para soldagem das peças principais, estrutural e funcionalmente importantes, os procedimentos para qualificação de soldadores consignados para este Fornecimento deverão estar em conformidade com os requisitos da Seção IX do Boiler and Pressure Vessel Code da ASME.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

Para soldagem de partes menos importantes, nos procedimentos para qualificação de soldadores, poderão ser utilizadas outras normas equivalentes, desde que aceitas pela CONTRATANTE.

Se em qualquer ocasião, na opinião da CONTRATANTE, o trabalho de qualquer soldador for julgado insatisfatório, tal soldador será requisitado a fazer testes adicionais de qualificação para determinar sua capacidade de executar o tipo de trabalho no qual está empenhado.

Todas as despesas relacionadas com a execução desses testes para soldadores deverão correr por conta do FORNECEDOR.

Deverá ser preparado um procedimento para qualificação de soldadores e operadores dentro dos critérios acima, que será incorporado ao Manual de Controle de Qualidade, a que serão submetidos os soldadores alocados ao Fornecimento.

A qualificação dos soldadores do FORNECEDOR deverá ser feita de acordo com os requisitos da Seção IX do "Boiler and Pressure Vessel Code" da American Society of Mechanical Engineers (ASME).

A qualificação de todos os soldadores é indispensável e deverá ser executada na presença de um inspetor devidamente autorizado, representando a CONTRATANTE, para aprovação, exceto quando dispensado pela mesma.

**7.2.5 Qualidade das Soldas**

O projeto das juntas soldadas e os procedimentos para as soldagens na fábrica e na obra, além da conformidade com os requisitos estabelecidos nos códigos aplicáveis e/ou nestas Especificações Técnicas deverão satisfazer aos seguintes requisitos:

Soldas de topo deverão ser levemente convexas, de altura uniforme e deverão ter penetração total, quando necessário.

Soldas filetadas deverão ser do tamanho especificado, com preenchimento total do chanfro e com pernas de igual comprimento.

Desbastes para reparo ou esmerilhamento de soldas deverão ser feitos de modo a não criar cavidades, sulcos ou reduzir a espessura do metal base.

Exames não destrutivos, tais como radiográficos, ultra-sônicos e por líquido penetrante das soldas serão requeridos onde indicados nestas Especificações Técnicas e/ou no Manual de Controle de Qualidade e quando, na opinião da CONTRATANTE, existirem dúvidas quanto à qualidade da solda. Nos casos em que essas dúvidas existirem, poderão ser exigidos ensaios adicionais, mesmo quando não originalmente previstos nestas Especificações Técnicas e/ou no Manual de Controle de Qualidade. Nessas eventualidades, se confirmada a existência de descontinuidades inaceitáveis, todas as despesas relativas à execução desses ensaios, bem como os subseqüentes reparos e/ou substituições, ficarão integralmente sob encargo do FORNECEDOR.

Após a execução das soldas deverão ser eliminados toda escória e respingos, devendo-se ter penetração completa e superfícies uniformes, lisas e isentas de descontinuidades.

As partes soldadas deverão ser lisas e uniformes e estar sem defeitos, tais como, inclusões, sulcos, dobras, etc., com espessura regular e sem mordeduras, escórias, porosidade, defeitos na raiz, defeitos de união e trincas, umidade, graxa ou outros fatores que possam afetar adversamente a qualidade e resistência da solda.

Todas as soldas defeituosas deverão ser reparadas através de sua remoção por esmerilhamento até o metal de base, seguidas de uma nova soldagem conforme especificado originalmente.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU****7.2.6 Uniões Soldadas**

Para garantir que o sistema de pintura seja eficiente, todas as chapas, vigas e estruturas metálicas em geral que sejam soldadas, ou mesmo em chapas justapostas ou apoiadas, devem possuir soldas contínuas em toda a extensão perimetral, a fim de evitar frestas ou abertura indesejáveis do ponto de vista anticorrosivo.

Assim, mesmo que no cálculo para as unidades soldadas não seja requerido cordões contínuos de soldas, o fornecedor deverá adotar o critério de soldas estanques, com cordões contínuos, para fins de prevenção contra a corrosão.

Conseqüentemente, não serão aceitos cordões de solda intermitente.

**7.2.7 Consumíveis de Solda**

Os consumíveis revestidos deverão ser, em geral, do tipo baixo hidrogênio, de classe aprovada e deverão estar de acordo com as especificações da última edição da norma AWS.

O FORNECEDOR de cada equipamento fornecerá os consumíveis, necessários para a fabricação e montagem permanente. Deverão ser fornecidos consumíveis de qualidade aprovada para as soldas de campo, perfazendo 125% do total calculado para todas as montagens permanentes no campo. Os consumíveis serão fornecidos em embalagens metálicas fechadas a vácuo, convenientemente marcadas com o tipo e tamanho do consumível. As embalagens dos consumíveis somente deverão ser abertas imediatamente antes da utilização. Os consumíveis deverão ser mantidos em estufas portáteis posicionadas perto dos soldadores. Nos intervalos dos trabalhos, os consumíveis cujas embalagens já tenham sido abertas deverão ser mantidos em estufas apropriadas. As instruções do fabricante dos consumíveis deverão ser seguidas pelo FORNECEDOR. A utilização dos vários tipos e tamanhos nas várias soldas a serem executadas será definida pelos Desenhos Executivos ou por Instruções de Montagem específicas. Os consumíveis para os suportes e reforços temporários, bem como todos os eletrodos para corte, deverão ser fornecidos pelo FORNECEDOR, sem ônus para a CONTRATANTE.

Em hipótese alguma poderão ser utilizados consumíveis com prazo de validade vencido.

Os consumíveis deverão ser adequados aos processos, aos metais base e as técnicas de deposição empregadas.

Para soldas bimetálicas, os consumíveis deverão ser selecionados de acordo com ensaios feitos com corpos de prova de materiais idênticos aos que serão soldados.

**7.2.8 Alívio de Tensões**

Nos equipamentos, em partes estruturalmente importantes, não será permitido alívio localizado de tensões, tanto nas soldadas na fábrica, quanto as soldadas na obra. Nos desenhos executivos deverá constar claramente quando uma parte ou peça deve ser submetida ao alívio de tensões. O processo de alívio de tensões deverá ser feito antes da usinagem final.

**7.3. ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS****7.3.1 Geral**

As soldas serão ensaiadas na Obra, de acordo com os critérios de aceitação definidos.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU****7.3.2 Inspeção Visual**

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

- As soldas de topo deverão ser ligeiramente convexas, de altura uniforme, e deverão ter penetração total. Conforme AWS D1.1 item 5.24.4 (reforço máximo 3 mm);
- As soldas de filete deverão ter as dimensões especificadas, com garganta cheia e com pernas de igual comprimento;
- Não deverão ocorrer descontinuidades inaceitáveis, tais como trincas, porosidades, mordeduras, inclusões de escória e demais ocorrências do gênero.

**7.3.3 Exame por ultrassom**

O exame ultrassônico deverá ser realizado conforme os requisitos do Código ASME.

As descontinuidades inaceitáveis reveladas deverão ser reparadas pelo FORNECEDOR de acordo com o mesmo Código e serão sucessivamente examinadas e reparadas até que a solda seja considerada aprovada. Nos casos em que o exame por ultrassom apresentar-se não conclusivo ou não aplicável, deverá ser realizado ensaio por raio-x ou outro aplicável.

**7.3.4 Outros Ensaio Não Destrutivos**

O FORNECEDOR deverá executar, sem ônus para a CONTRATANTE, todos os demais ensaios não destrutivos especificados em suas instruções, para as soldas, como ultrassom, líquido penetrante, partículas magnéticas e controles dimensionais.

Tais ensaios não destrutivos deverão ser efetuados e interpretados de acordo com as exigências do Código ASME e/ou dados de projeto. As descontinuidades inaceitáveis reveladas por meio destes ensaios deverão ser reparadas pelo FORNECEDOR de acordo com o Código da ASME e sucessivamente ensaiadas e reparadas até que a solda seja considerada aprovada.

**7.4. BRASAGEM****7.4.1 Procedimentos de Soldagem**

As brasagens deverão ser efetuadas preferencialmente pelos métodos de indução, de resistência elétrica ou em forno de atmosfera controlada, com o metal de adição distribuído na junta por atração capilar.

Deverão ser submetidos para aprovação as Especificações de Procedimentos de Brasagem (EPB), devidamente acompanhadas pelos respectivos Registros de Qualificação de Procedimentos (RQP) e pelos planos de brasagem.

Tais planos de brasagem deverão conter a identificação das juntas abrangidas pelas EPB's e RQP's, bem como as informações adicionais aplicáveis, tais como classe de eficiência, ensaios não-destrutivos, tratamentos térmicos, procedimentos para proteção de regiões adjacentes à junta e já isoladas, e potência elétrica e vazão de água necessárias para o sistema de resfriamento. Essa documentação deverá abranger todas as brasagens de fábrica e de obra, mesmo que estas últimas tenham a sua execução realizadas pela Empreiteira de Montagem.

As Qualificações dos Procedimentos deverão ser executadas na presença de um inspetor devidamente autorizado, representando a CONTRATANTE, exceto quando dispensado pela CONTRATANTE.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

Para efeito de aprovação do projeto, será eventualmente admitida a submissão das EPB e correspondentes Planos de Brasagem, antes da execução dos respectivos RQP. Nesses casos, a aprovação final ficará condicionada à confirmação das características esperadas.

Todos os EPB e respectivos RQP deverão ser elaborados com base nos requisitos aplicáveis da Seção IX Qualification Standard for Welding and Brazing Procedures, Welders, Brazers, and Welding Operators do ASME Boiler and Pressure Vessel Code.

**7.4.2 Qualificação de Soldadores e Operadores**

A qualificação do desempenho de soldadores e de operadores de máquinas consignados para a execução de juntas brasadas englobadas por este Fornecimento também deverá ser realizada com base nos requisitos aplicáveis da Seção IX, acima citada, do ASME Boiler and Pressure Vessel Code.

Se em qualquer ocasião, na opinião da CONTRATANTE, o trabalho de qualquer soldador ou operador de máquinas de brasagem parecer insatisfatório, tal soldador ou operador será requisitado a fazer testes adicionais de qualificação para determinar sua capacidade de executar o tipo de trabalho no qual está empenhado.

Todas as despesas relacionadas com a execução desses testes para soldadores e operadores de máquinas de brasagem deverão ocorrer por conta do FORNECEDOR.

Deverá ser preparado um Procedimento para Qualificação de Soldadores e Operadores dentro dos critérios acima estabelecidos, que será incorporado ao Manual de Controle de Qualidade, a que serão submetidos os soldadores e operadores alocados ao fornecimento.

**7.4.3 Qualidade das Juntas Brasadas**

O projeto das juntas brasadas e as respectivas Especificações de Procedimento deverão ser elaboradas com base em técnicas desenvolvidas pelo FORNECEDOR e efetivamente empregadas, com resultados satisfatórios em fornecimentos similares, bem como devidamente qualificadas conforme estabelecido nos códigos aplicáveis e/ou nas Especificações Técnicas.

Exames não destrutivos, tais como radiográficos, ultra-sônicos, por líquido penetrante e correntes parasitas serão requeridos onde determinado no projeto e/ou no Manual de Controle de Qualidade e quando, na opinião da CONTRATANTE, existirem dúvidas quanto a qualidade da brasagem. Nesses casos em que houver dúvidas quanto a qualidade da junta brasada, poderão ser exigidos ensaios adicionais, mesmo quando não originalmente previstos no projeto e/ou no Manual de Controle de Qualidade. Nessas eventualidades, se confirmada a existência de descontinuidades inaceitáveis, todas as despesas relativas à execução desses ensaios, bem como os subseqüentes reparos e/ou substituições, ficarão integralmente sob o encargo do FORNECEDOR.

**7.5. CRITÉRIOS DE PROJETO PARA SOLDAS NA OBRA****7.5.1 Objetivo**

Para soldas a serem realizadas na Obra, adicionalmente aos CRITÉRIOS DE PROJETO do presente Requisito de Soldagem deverão ser ainda considerados os critérios e recomendações a seguir relacionadas:

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU****7.5.2 Geral**

Toda e qualquer solda auxiliar de montagem que seja necessária executar sobre equipamento permanente, somente poderá ser realizada após expressa aceitação do Supervisor de Montagem do Fabricante e da CONTRATANTE.

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

**7.5.3 Superfícies que serão Soldadas na Obra**

Todas as bordas das chapas preparadas para soldagem na obra deverão receber uma camada de composto anticorrosivo. Este composto deverá ser aplicado de acordo com as instruções do fabricante e deverá ser removível por ação de solvente orgânico.

**7.5.4 Tubulações que serão Soldadas na Obra**

A recomendação sobre soldagem de tubos, incluindo seqüência de soldagem, tratamentos térmicos, qualificação de soldadores, testes de inspeção e aceitação deverão atender aos requisitos da norma ANSI/ASME B.31.3.

**7.5.5 Acabamento e Limpeza**

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

**7.6. ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS**

As soldas e as brasagens na obra deverão ser ensaiadas em conformidade com o estipulado nesta Especificação Técnica Geral. Caso o Fabricante tenha suas próprias instruções, estas deverão ser apresentadas e aprovadas por escrito pela CONTRATANTE.

**7.7. REPAROS**

As soldas e/ou brasagens defeituosas, reveladas pela inspeção na obra, deverão ser reparadas e reinspecionadas pelo Supervisor de montagem do Fabricante e da CONTRATANTE, até que a mesma seja considerada aceitável.

Os métodos de preparação e correção das soldas defeituosas deverão ser consensadas entre o Fabricante e a CONTRATADA.

**7.8. MATERIAIS E EQUIPAMENTOS PARA BRASAGEM E SOLDAS POR ARCO SUBMERSO**

O FORNECEDOR deverá fornecer todos os materiais especiais, e equipamentos requeridos para a execução das brasagens das barras estáticas dos geradores, incluindo suas interligações.

O FORNECEDOR deverá fornecer todos os gases necessários à execução de soldas executadas por processos cujo arco seja protegido por atmosfera gasosa, bem como todos os fluxos necessários para soldas executadas por processos de arco submerso.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU****7.9. PRÉ-AQUECIMENTO DAS CHAPAS**

O FORNECEDOR deverá providenciar, quando for requerido pelo Fabricante, pré-aquecimento de chapas ou virolas do conduto forçado, para os trabalhos de soldagem, sempre de acordo com orientação técnica do fabricante das mesmas, providenciando todos os equipamentos e materiais necessários à execução destes serviços.

**8. PROTEÇÃO ANTICORROSIVA****8.1. NORMAS**

A proteção anticorrosiva dos equipamentos eletromecânicos e materiais associados deverá ser executada, testada, ensaiada e comissionada de acordo as mais recentes edições das seguintes normas técnicas e regulamentadoras:

- ANSI American National Standards Institute;
- ASME American Society of Mechanical Engineers;
- ASTM American Society for Testing and Materials;
- AWS American Welding Society;
- DIN Deutsche Institut für Normung;
- ISO International Organization for Standardization;
- SSPC Steel Structures Painting Council;
- ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas.

**8.2. PREPARAÇÃO DAS SUPERFÍCIES**

Antes de aplicar qualquer pintura, respingos de solda e cantos vivos devem ser removidos e as superfícies a serem pintadas devem ser limpas com equipamento adequado. Superfícies que não necessitam pintura ou que já estão pintadas devem ser protegidas de contaminação e danos durante as operações de limpeza. Após a operação de limpeza, grãos de areia ou poeira restantes na superfície devem ser retirados antes da aplicação da tinta.

Caso ocorra a formação de oxidação ou a contaminação de alguma superfície durante o processo, esta deverá ser limpa novamente. As superfícies devem ser preparadas conforme especificado na descrição dos sistemas de pintura.

A preparação correta da superfície é fundamental para a aderência da demão de tinta, se feita de maneira incorreta pode gerar problemas na qualidade da pintura.

Todas as partes da área a ser trabalhada devem ser jateadas na fábrica, a menos que esteja especificado em contrário. Partes que não podem ser jateadas devem ser desoxidadas com maquinário, até o melhor grau possível.

A preparação da superfície deve ser feita conforme ISO 8501.

**8.3. PROCEDIMENTOS DE LIMPEZA**

Antes de iniciar o processo de pintura, é preciso livrar a superfície a ser pintada de qualquer impureza que venha a interferir na aderência ou na qualidade da pintura. Estas impurezas podem ser sujéria, mofo, giz, abrasivos usados, etc.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

A norma SIS 055900 especifica os aspectos desejados nas superfícies limpas.

**Tabela 8.1 - Procedimentos de Limpeza**

Impureza	Remoção
Poeira, depósitos soltos	Aspirar, escovar
Depósitos adesivos	Escovar com máquina
Impurezas de óleos e graxas	Jateamento úmido / lavagem sob pressão; uso de aditivos detergentes sob acordo. Enxaguar com água fresca ou solvente desengraxante e mangueira para remover o produto de limpeza.
Depósito de sal	Enxaguar com água fresca ou solvente desengraxante
Danos, queimaduras, manchas de fumaça de solda, marcas, áreas corroídas	Polimento com disco até St3 de acordo com ISO 8501-1:1988 ou vassoura abrasiva até Psa 2½ de acordo com ISO 8501-2:1994
Corrosão branca	Enxaguar com água fresca e esfregar com escovas duras.

A remoção da graxa das superfícies a serem pintadas deve ser feita usando estopas brancas que não desfiem. O processo de limpeza deve continuar até que as estopas se mantenham brancas após o contato com a peça. Antes de pintar certifique-se que a superfície não foi novamente contaminada por outros processos ou durante o seu manuseio. Use luvas limpas durante o manuseio da peça.

**8.3.1 Jateamento em Aço Carbono**

Jatear conforme ISO 8504-2 (e, se aplicável, ISO 8501-1), grau Sa 2½ com um perfil superficial uniforme. Após terminado, remova todas as impurezas e limpe a superfície por meio de aspirador de pó ou ar comprimido livre de óleo. A superfície jateada deve estar seca e livre de qualquer contaminação como graxa, óleo, água, etc.

**8.3.2 Limpeza com Solvente**

Usando-se estopas limpas ou escovas úmidas em solvente deve-se retirar toda tinta, óleo, graxa e cera da superfície. A última etapa deve ser feita com solvente e estopas ou escovas limpas para evitar deixar um filme fino de resíduo gorduroso nas superfícies limpas. Solventes minerais ou outro tipo de solvente de baixa toxicidade tendo um ponto de fulgor mínimo de 38 °C deve ser usado como um solvente de uso geral de limpeza durante condições normais de temperatura ambiente. Em temperaturas ambiente elevadas, líquidos minerais pesados com um ponto de fulgor mínimo de 50 °C devem ser usados.

**8.4. APLICAÇÃO DE MATERIAIS DE PINTURA**

No momento da execução da pintura, as superfícies a serem pintadas devem estar completamente secas, limpas e livres de condensação. As superfícies pintadas devem ser protegidas do frio, umidade e poeira até que tenham secado completamente.

Execute o jateamento apenas quando os prazos para a primeira demão e umidades relativas exibidos na tabela abaixo puderem ser alcançados e mantidos.

Tabela 8.2 - Recomendações para o Jateamento

Umidade	Prazo
<b>85% ou acima</b>	Não jatear
<b>80 – 84%</b>	2 horas
<b>70 – 79%</b>	4 horas
<b>60 – 69%</b>	10 horas
<b>50 – 59%</b>	12 horas
<b>30 – 49%</b>	24 horas
<b>Abaixo de 30%</b>	1 semana

Os processos de limpeza e pintura não devem ser realizados em ambientes externos ou ambientes internos não controlados sob as seguintes condições: chuva, névoa, orvalho, ventos poluídos, areia ou outros tipos de poeira. Caso ocorra oxidação após o jateamento e antes da aplicação, a superfície deve ser jateada novamente para atender o padrão visual especificado.

Na aplicação devem ser seguidas as recomendações do fabricante.

Qualquer poeira remanescente nas superfícies preparadas deve ser removida antes de proceder a aplicação dos materiais de cobertura.

A aplicação da tinta de fundo deve ser feita imediatamente após o jateamento para se deslocar pela fábrica.

Para diferentes demãos, cores diferentes devem ser utilizadas.

Os tempos de secagem especificados pelo fabricante devem ser obedecidos, também entre demãos individuais. Durante a secagem da pintura, a temperatura não deve estar abaixo de 0°C.

Cantos e margens devem ser pré-pintados. Tirantes, roscas, parafusos, rebites, etc. devem ser pintados como um conjunto, com o sistema de pintura completo após a montagem.

## 8.5. PINTURA E ACABAMENTO NA FÁBRICA

As superfícies dos equipamentos eletromecânicos em geral, com todos os acessórios e periféricos, bem como quaisquer superfícies metálicas utilizadas no empreendimento, deverão receber as pinturas e acabamentos preferencialmente nas fábricas, conforme os seguintes critérios:

### 8.5.1 Superfícies Embutidas

As superfícies a serem embutidas no concreto, as superfícies de aço resistente à corrosão e as não ferrosas não receberão proteção anticorrosiva.

### 8.5.2 Superfícies Usinadas que não Receberam Pintura em Fábrica

As superfícies usinadas deverão estar completamente isentas de materiais estranhos e revestidos com proteção anticorrosiva removível. As superfícies de contato acabadas, de metal ferroso, de juntas parafusadas, deverão ser lavadas com um inibidor de corrosão e revestidas com um anticorrosivo adequado antes do embarque. As superfícies acabadas das grandes peças e outras superfícies deverão ser protegidas com madeira ou outra proteção apropriada.

Pinos e parafusos não montados deverão ser lubrificados e embalados com papel impermeável ou protegidos por outros meios adequados.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU****8.5.3 Superfícies sem Pintura**

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

**8.5.4 Superfícies Zincadas**

As superfícies zincadas a princípio não precisam ser pintadas, salvo se especificamente necessário por questões de aparência ou segurança.

Para a execução da zincagem, inspeções e pintura, deverão estar de acordo com o item 8.10 – Superfícies com Revestimento de Zinco, apresentado na seqüência.

**8.5.5 Parafusos, Porcas e Arruelas**

Parafusos, porcas e arruelas, quando não indicado em contrário, deverão ser zincados por processo eletrolítico, ou outro processo similar aceito. A espessura mínima admissível será de 12 micrometros.

**8.5.6 Materiais inoxidáveis, Não-Ferrosos, Usinados**

Aços inoxidáveis, materiais não-ferrosos e metais usinados para contato por deslizamento ou rolamento não necessitarão de proteção anticorrosiva.

**8.5.7 Componentes de Painéis, Cubículos e Afins**

Todas as superfícies de cubículos e painéis, compostos de metais ferrosos, tais como invólucros, estruturas, portas e painéis fixos, painéis elétricos, blindagens, chassis, tampas, tetos, assoalhos, bases e outros, deverão receber tratamento conforme indicado. As partes de dobradiças e/ou móveis, onde a tinta possa ser removida ou arranhada, deverão ser feitas de aço inoxidável, alumínio ou latão. Os pinos, parafusos, porcas e arruelas dos dispositivos de içamento dos cubículos e painéis deverão ser feitos de aço inoxidável.

Os equipamentos fornecidos deverão receber tratamento anti-corrosão com características apropriadas ao ambiente onde serão armazenados e instalados.

Em peças metálicas deverá ser aplicado um dos tratamentos abaixo:

- Chapas metálicas do invólucro externo: ..... pintura
- Perfis estruturais do painel: .....pintura ou galvanização a quente
- Perfis e elementos de fixação externos: .....galvanização a quente
- Perfis, suportes e chassis internos: .....pintura ou bicromatização
- Elementos de fixação internos: ..... bicromatização ou galvanização a quente

Chassis internos e placas de montagem de equipamentos poderão ser confeccionados com chapas de aço pré-zincadas.

O sistema de pintura deverá consistir em:

- Sistema de decapagem química ou mecânica;
- Tratamento anticorrosivo por fosfatização ou método equivalente;
- Pintura de acabamento com tinta a pó, acabamento texturizado, com características da tinta e espessura adequadas ao ambiente e local de instalação.

A Contratada deverá apresentar documento contendo o descritivo completo do sistema de tratamento e pintura, as garantias dadas ao sistema e a relação dos ensaios de verificação.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

Um verniz especial, resistente à umidade e a fungos, deverá ser aplicado nas partes sujeitas ou favoráveis ao desenvolvimento de fungos, para impedir sua proliferação. O verniz não deverá ser aplicado em superfícies ou peças onde possa interferir na operação ou desempenho do equipamento.

**8.5.8 Tratamento de Superfícies**

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

A limpeza das peças será feita conforme os seguintes tipos de superfícies:

Metálicas (aço carbono):

- Através de jateamento por gralha de aço angular e semi-esférica, de granulação apropriada para o perfil de rugosidade indicado.
- O perfil de rugosidade para a maior parte das tintas será de... 50 a 70 micrometros.
- O máximo perfil de rugosidade permitido será de ..... 80 micrometros.
- Os abrasivos utilizados deverão estar de acordo com a norma ABNT NBR-16267.
- O padrão de jateamento será de acordo com o indicado nos esquemas de pintura e na norma ABNT NBR-7348.
- A peça jateada deverá ser manuseada com a utilização de luvas adequadas, isentas de pó, graxas ou outras substâncias que possam transferir-se para a superfície jateada.
- A peça jateada não deverá entrar em contato com ambientes onde se verifique: umidade relativa superior a 85%, presença de pó, vapores de qualquer natureza, óleos e graxas.
- A temperatura do substrato deverá estar 3 graus Celsius acima do ponto de orvalho.
- O processo de tratamento anticorrosivo deverá ser aplicado, no máximo, até três horas após o jateamento.

Alumínio e metais não ferrosos em geral:

- Deve ser feita limpeza com solvente desengraxante/desengordurante e com panos limpos.
- Após, deverá ser feito lixamento geral da superfície, com lixa própria para alumínio com granulometria de 240 a 360.
- Finalmente, limpeza das superfícies com solvente apropriado para receber a primeira demão de tinta, sendo que esse processo deverá estar de acordo com a norma ABNT NBR-15158.

A aplicação da primeira demão de tinta deve ser feita no menor prazo possível e no mesmo dia da limpeza, onde também deverão ser seguidas as recomendações descritas no item a seguir.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU****8.5.9 Pintura - Aplicação das Tintas**

Com exceção das superfícies que estarão embutidas no concreto e do que for especificado em contrário, todas as superfícies expostas não usinadas, externas e internas, incluindo todos os equipamentos e acessórios, deverão receber a pintura completa na fábrica e de acordo com as recomendações dos fabricantes das tintas usadas e com os requisitos aplicáveis das normas da SIS.

Genericamente deverão ser observados os tópicos, tais como: temperatura do substrato e condições ambientais, sendo que a umidade relativa do ar não deve ser superior a 85% e a temperatura do substrato deve estar 3°C acima do ponto de orvalho. Também deverão ser observados: limpeza das superfícies, métodos e equipamento de aplicação das tintas, intervalo entre demãos, tempo de cura e de manuseio, diluição e mistura das tintas, parâmetros de espessura mínima e máxima, sendo a mínima conforme indicada nos esquemas de pintura e a máxima até 40% acima da espessura mínima.

Para as medições de espessura do filme seco, serão feitas medições em toda a extensão das superfícies pintadas, sendo as espessuras mínimas e máximas conforme indicado acima e que não deverão ser ultrapassadas em qualquer ponto da peça.

Não serão aceitos processos de aplicação por pincel, trincha ou rolo.

Também não serão aceitos defeitos de aplicação, tais como: porosidades, descascamentos, empolamentos, escorrimentos, sulcamentos, enervamentos, respingos, enrugamentos. Deverão ser também comprovados previamente os valores dos testes de aderência.

A pintura não deverá ser aplicada em superfícies aquecidas por exposição direta ao sol ou a outras fontes de calor.

Arestas, cantos, pequenos orifícios (frinchas), emendas, juntas, soldas, rebites e outras irregularidades de superfícies deverão receber tratamento especial, de modo a garantir que a pintura tenha uma espessura adequada.

Deverão ser comprovados previamente os valores dos testes de aderência, conforme descritos neste documento.

As tintas deverão ter suas características de aplicabilidade apropriadas para as condições climáticas da obra, tais como temperatura de aplicação, umidade relativa do ar, tempo de secagem, intervalo entre demãos.

A temperatura média anual no local das obras é de 21,2°C.

- A camada de tinta deve ser impermeável e contínua em 100% das superfícies pintadas.
- Devem-se evitar regiões sem coberturas de tintas nos cordões de soldas descontínuos, furos, uniões aparafusadas, etc.
- Em áreas onde é impossível o acesso para pintura, serão feitas vedações com massas epóxi ou elastômeros tipo Silastic.

**8.5.10 Cuidados com as Superfícies Pintadas**

Peças que tenham sido pintadas não deverão ser manuseadas ou trabalhadas antes que a película de tinta esteja totalmente seca ou curada conforme recomendações do fabricante das tintas.

Até a montagem final todas as peças pintadas deverão ser armazenadas fora do contato direto com o solo, em ambiente arejado e livre da formação de águas estagnadas e sobre superfícies que não danifiquem a superfície pintada.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

As partes onde a pintura tenha sido eventualmente danificada durante o manuseio (transporte/montagem) deverão ser submetidas a retoque conforme procedimento original ou específico para reparos.

Superfícies em contato com óleo tais como tubulações, tanques de pressão, reservatórios etc., deverão ser totalmente pintadas na fábrica da CONTRATADA.

**8.6. RETOQUES E PINTURA DE ACABAMENTO FINAL NA OBRA**

Após a montagem dos equipamentos na obra, as superfícies pintadas que foram danificadas devido a transporte ou montagem deverão ser retocadas.

Caso a superfície a ser retocada for superior a 30% (trinta por cento) da superfície total pintada, a mesma deverá ser integralmente repintada.

Para a execução dos retoques deverá ser seguida a recomendação do fabricante das tintas.

Antes da execução da pintura de acabamento final, as superfícies deverão ser limpas com solvente recomendado pelo fabricante das tintas e receber uma aplicação com preparador de superfície, recomendado pelo fabricante das tintas.

As tintas e solventes para estes serviços deverão ser do mesmo fabricante daquelas já aplicadas na fábrica pelo FORNECEDOR. As cores das tintas também serão as mesmas daquelas aplicadas na fábrica.

Os parafusos e porcas também deverão ser adequadamente retocados, após os apertos e ajustes finais.

**8.6.1 Qualidade das Tintas e Responsabilidades**

Todas as tintas utilizadas no fornecimento deverão ser de um mesmo fabricante e com os produtos previamente aceitos. Para a garantia da qualidade deverão ser realizados testes e verificações tais como: perfil de rugosidade, condições ambientais, preparo das tintas, espessuras do filme úmido e seco, procedimentos de preparo de superfície e aplicação de tintas, uniformidade, aderência do filme seco.

Em hipótese alguma poderão ser utilizadas tintas com prazo de validade vencido.

As tintas utilizadas deverão ser apropriadamente compatíveis e não prejudiciais à saúde do ser humano e ao meio ambiente. Os seus componentes, subprodutos ou resíduos deverão estar em conformidade com as leis ambientais vigentes. Quaisquer danos causados ao ser humano ou ao meio ambiente, pelas tintas e seus componentes, devidamente comprovados, serão de inteira responsabilidade dos fabricantes das tintas ou dos que não as manusearam adequadamente.

Para a garantia da qualidade deverão ser realizados testes e verificações tais como: perfil de ancoragem, condições ambientais, preparo das tintas, espessura do filme úmido e seco, procedimentos de preparo de superfície e aplicação de tintas, uniformidade, aderência do filme seco.

Deverão ser apresentados para análise e aceitação, no plano de inspeção e testes (PIT), todos os testes e ensaios de preparo de superfície, aplicação de tintas e inspeções que serão realizados.

Na fábrica, antes do embarque, as superfícies pintadas não deverão apresentar defeitos ou imperfeições. Os retoques que forem necessários deverão ser realizados antes do embarque.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

As tintas deverão ter suas características de aplicabilidade de acordo com as condições climáticas do local da pintura.

**8.6.2 Superfícies de emendas que serão soldadas na Obra**

Todas as bordas das chapas preparadas para soldagem na obra deverão receber uma camada de composto anticorrosivo. Este composto, que deverá ser aplicado de acordo com as instruções do fabricante, não deverá requerer a sua remoção antes da soldagem, isto é, a tinta deverá ser apropriada à soldagem.

Para a aplicação deste composto anticorrosivo, deverá ser deixada sem pintura uma faixa de 150 mm nas superfícies adjacentes à extensão a ser soldada.

**8.6.3 Transporte e Manuseio após a Pintura**

Todas as peças pintadas e liberadas para transporte deverão ser cuidadosamente acomodadas para transporte em berços de apoio próprios, a fim de causar o menor dano possível à pintura.

**8.7. CORES E ESQUEMAS DE PINTURA**

**8.7.1 Superfícies Expostas à Água**

<b>APLICAÇÃO</b>	<b>CÓDIGO DE PINTURA</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DA APLICAÇÃO DA PINTURA</b>
Superfícies expostas à água	W	Para alta resistência à abrasão.
<b>ESQUEMAS DE PINTURA</b>		
<b>W1</b>	<b>W2</b>	
Munsell N1.0 <i>Preto</i>	Munsell 2.5 G 3/4 <i>Verde Emblema</i>	

**8.7.2 Superfícies Expostas ao Ar seco**

<b>APLICAÇÃO</b>	<b>CÓDIGO DE PINTURA</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DA APLICAÇÃO DA PINTURA</b>
------------------	--------------------------	--

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

Resistente à condensação e ao tempo			AD	Tinta de acabamento com resistência a raios ultravioleta		
ESQUEMAS DE PINTURA						
AD1	AD2	AD3	AD4	AD5	AD6	AD7
Munsell N 6.5 <i>Cinza claro</i>	Munsell 5Y 8/12 <i>Amarelo</i>	RAL 9006 <i>Alumínio</i>	Munsell 2.5 YR 6/14 <i>Laranja</i>	Munsell 2.5 Y 9/1 <i>Creme claro</i>	Munsell 5 R 4/14 <i>Vermelho</i>	Munsell 2,5 PB 4/10 <i>Azul</i>

8.7.3 Superfícies Expostas ao Ar e Alta Umidade

APLICAÇÃO			CÓDIGO DE PINTURA	CARACTERÍSTICAS DA APLICAÇÃO DA PINTURA		
Resistente à condensação e ambientes úmidos.			AH	Acabamento em esmalte poliuretano.		
ESQUEMAS DE PINTURA						
AH1	AH2	AH3	AH4	AH5	AH6	AH7
Munsell N 6.5 <i>Cinza claro</i>	Munsell 5Y 8/12 <i>Amarelo</i>	RAL 9006 <i>Alumínio</i>	Munsell 2.5 YR 6/14 <i>Laranja</i>	Munsell 2.5 Y 9/1 <i>Creme claro</i>	Munsell 5 R 4/14 <i>Vermelho</i>	Munsell 2,5 PB 4/10 <i>Azul</i>

8.7.4 Superfícies de Içamento

APLICAÇÃO	CÓDIGO DE PINTURA	CARACTERÍSTICAS DA APLICAÇÃO DA PINTURA
-----------	-------------------	---

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

Resistente à condensação e ambientes úmidos.	EI	Acabamento em poliuretano acrílico.	
<b>ESQUEMAS DE PINTURA</b>			
EI1	EI2	EI3	EI4
<b>Munsell N 6.5</b> <i>Cinza claro</i>	<b>Munsell 5Y 8/12</b> <i>Amarelo</i>	<b>Munsell 5Y 8/12</b> <b>Munsell N1</b> <i>Amarelo com faixas pretas</i>	<b>Munsell 2.5 YR 6/14</b> <i>Laranja</i>

8.7.5 Superfícies Expostas ao Óleo

APLICAÇÃO	CÓDIGO DE PINTURA	CARACTERÍSTICAS DA APLICAÇÃO DA PINTURA
Tanque de óleo - lado interno	O	Fundo à base de resina epóxi bi componente
<b>ESQUEMAS DE PINTURA</b>		
<b>O1</b>	<b>O2</b>	
<b>Munsell N9.5</b> <i>Lado interno Branco</i>	<b>Munsell N 6.5</b> <i>Cinza claro</i>	

8.7.6 Painéis Elétricos

APLICAÇÃO	CÓDIGO DE PINTURA	CARACTERÍSTICAS DA APLICAÇÃO DA PINTURA	
Painéis Elétricos	P	Pintura à base de tinta epóxi	
<b>ESQUEMAS DE PINTURA</b>			
P1 – Invólucro Externo	P2 - Blindagens e peças metálicas internas	P3 – Parte Interna das Portas	P4 - Placas de montagem de componentes internos
<b>Munsell N 6.5</b> <i>Cinza claro</i>	<b>Munsell N 6.5</b> <i>Cinza claro</i>	<b>Munsell 2.5 YR 6/14</b> <i>Laranja</i>	<b>Munsell 2.5 YR 6/14</b> <i>Laranja</i>

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

8.7.7 Juntas de Solda

<b>Sistema</b>	<b>J</b>
<b>Aplicação</b>	Proteção para juntas de solda (para evitar corrosão durante o transporte).
<b>Nota</b>	Não é preciso remover a pintura para executar a soldagem.
<b>Preparação da Superfície</b>	Conforme grau previsto para pintura após a soldagem.
<b>Fundo</b>	Tinta epóxi com Etil Silicato de Zinco
<b>Acabamento</b>	-
<b>Espessura nominal</b>	Fundo: <b>50 µm</b> Acabamento: -
<b>Espessura Total</b>	<b>max. 50 µm</b>

8.7.8 Superfícies Usinadas

<b>Sistema</b>	<b>M</b>
<b>Aplicação</b>	Proteção para componentes usinados que serão montados em fábrica.
<b>Preparação da Superfície</b>	Limpar e remover gordura.
<b>Fundo</b>	Protetivo tipo base aquosa.
<b>Acabamento</b>	-
<b>Nota</b>	Não é necessário remover a pintura para executar a soldagem.
<b>Espessura nominal</b>	Fundo: <b>40 µm</b> Acabamento: -
<b>Espessura Total</b>	<b>max. 40 µm</b>

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

8.7.9 Superfícies de Aço Inoxidável

<b>Sistema</b>	<b>I</b>
<b>Aplicação</b>	Superfícies de aço inox.
<b>Preparação da Superfície</b>	Limpar e remover óleos, graxa, etc.
<b>Fundo</b>	Tinta de resina sintética.
<b>Acabamento</b>	-
<b>Espessura nominal</b>	Fundo: <b>50 µm</b> Acabamento: -
<b>Espessura Total</b>	<b>máx. 60 µm</b>

8.7.10 Superfícies Zincadas por Metalização/Aspersão Térmica/Projeção de Zinco Fundido

<b>Sistema</b>	<b>ZM</b>
<b>Aplicação</b>	Superfícies zincadas por Metalização/Aspersão Térmica/Projeção de Zinco Fundido
<b>Preparação da Superfície</b>	Limpar com solvente apropriado e se necessário escovamento ou lixamento manual.
<b>Fundo</b>	Tinta de primer de aderência epoxi/isocianato, bicomponente.
<b>Intermediário</b>	Tinta a base de resina epoxi poliamida, alta espessura, bicomponente.
<b>Acabamento</b>	Tinta a base de resina poliuretano/alifático, bicomponente.
<b>Espessura nominal</b>	Fundo: <b>15 µm</b> Intermediário: <b>100 µm</b> Acabamento: <b>40 µm</b>
<b>Espessura Total</b>	<b>min. 155 µm</b>

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

8.7.11 Superfícies Zincadas por Imersão à Quente/Zincagem a Fogo

<b>Sistema</b>	<b>ZF</b>
<b>Aplicação</b>	Superfícies zincadas por Imersão à Quente/Zincagem a Fogo
<b>Preparação da Superfície</b>	Limpar com solvente apropriado e se necessário escovamento ou lixamento manual.
<b>Fundo</b>	Tinta de primer de aderência polivinil butiral com pigmentos anticorrosivos a base de zinco atóxico, bicomponente
<b>Intermediário</b>	Tinta a base de resina epoxi poliamida, alta espessura, bicomponente,
<b>Acabamento</b>	Tinta a base de resina poliuretano/alifático, bicomponente,
<b>Espessura nominal</b>	Fundo: <b>10 µm</b> Intermediário: <b>100 µm</b> Acabamento: <b>40 µm</b>
<b>Espessura Total</b>	<b>min. 150 µm</b>

8.7.12 Superfícies de Aço Patinável

<b>Sistema</b>	<b>AP</b>
<b>Aplicação</b>	Superfícies de aço patinável
<b>Preparação da Superfície</b>	Jateamento ao metal quase branco Grau Sa 2.1/2
<b>Fundo</b>	Tinta de fundo a base de resina epoxi, bicomponente, curada com poliamida, com pigmentos anticorrosivos a base de zinco atóxico.
<b>Acabamento</b>	Uma demão de tinta de acabamento a base de resina poliuretano/acrílico, pigmentada com alumínio lamelar.
<b>Espessura nominal</b>	Fundo: <b>80 µm</b> Acabamento: <b>60 µm</b>
<b>Espessura Total</b>	<b>min. 140 µm</b>

8.7.13 Tabela de Cores

As cores das tintas de acabamento, para os esquemas de pintura acima indicados, deverão seguir padrão e código de cores estabelecidos de acordo com Tabela 8.3.

BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU

Tabela 8.3 – Padrão e Código de Cores

SISTEMAS / EQUIPAMENTOS / PEÇAS	Esquema	Cor	MUNSELL	RAL	Aplicação	Preparo da Superfície	Fundo	Acabamento	Espessura Nominal	Espessura Total
Comporta e acessórios	W1	Preto	N1	9011	Superfícies expostas à água	Jateamento com granalha de aço padrão Sa 2,5 de acordo com ISO 8504-2	Tinta à base de resina epóxi poliamina de altos sólidos, baixo VOC, isenta de alcatrão de hulha.	Tinta à base de resina epóxi poliamina de altos sólidos, baixo VOC, isenta de alcatrão de hulha.	Fundo: 200 µm Acabamento: 200 µm	min. 400 µm
Grade da Tomada D'Água										
Limpa grades (superfícies que entram em contato com a água do rio quando em funcionamento)										
Conduto forçado (superfície interna)										
Peças fixas de 2º estágio										
Bombas de Drenagem e Esgotamento <sup>(1)</sup>	W2	Verde Emblema	2.5 G 3/4	-						
Motores elétricos	AD1	Cinza claro	N 6,5	7035	Superfícies expostas ao ar, condensação e ao tempo	Jateamento com granalha de aço padrão Sa 2,5 de acordo com ISO 8504-2	Primer epoxi bicomponente	Poliuretano acrílico bicomponente semi brilhante	Fundo: 150 µm Acabamento: 75 µm	min. 225 µm
Sistema de Ar Condicionado e Ventiladores										
Superfícies externas dos Transformadores										
Redutores										
Cubículos, Painéis e Caixa de bornes (exceto chassis para montagem dos componentes)										
Válvulas e acessórios em geral	AD3	Alumínio	-	9006						
Válvula Borboleta - Corpo										
Tubulações expostas em geral										

Nota: (1) pode ser utilizado o esquema de pintura padrão do fabricante.

BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU

Tabela 8.3 – Padrão e Código de Cores

SISTEMAS / EQUIPAMENTOS / PEÇAS	Esquema	Cor	MUNSELL	RAL	Aplicação	Preparo da Superfície	Fundo	Acabamento	Espessura Nominal	Espessura Total
Dutos de ventilação externos	AH1	Cinza claro	N 6.5	7035	Superfícies expostas ao ar com alta umidade, condensação e ao tempo	Jateamento com granalha de aço padrão Sa 2,5 de acordo com ISO 8504-2	<b>Fundo:</b> Etil silicato de zinco bicomponente <b>Camada Intermediária:</b> Primer epoxi bicomponente	Poliuretano acrílico alifático bicomponente	Fundo: 75 µm Intermediária: 100 µm Acabamento: 75 µm	min. 250 µm
Escotilha	AH2	Amarelo	5Y 8/12	1023						
Corrimão										
Chapa de canto dos degraus										
Passarelas										
Válvula borboleta - servo motor e contra peso	AH4	Laranja	2.5 YR 6 /14	2009						
Chassis para montagem dos componentes	AH5	Creme Claro	2,5Y9/4	1012						
Servo motores hidráulicos das comportas vagão										
Para-raios										
Extintores de Incêndio e demais acessórios do Sistema de Combate a Incêndio em geral	AH6	Vermelho	5 R 4/14	-						
Superfície interna de Reservatório de óleo (parte fixa)	O1	Branco	N9.5	9001	Superfícies expostas ao óleo	Jateamento com granalha de aço padrão Sa 2,5 de acordo com ISO 8504-2	Epóxi	-	Fundo: 60 µm	máx. 100 µm
Bomba submersa em Óleo	O2	Cinza claro	N 6,5	7035						
Painéis Elétricos (Superfícies externa, interna e rodapé)	P1	Cinza claro	N 6,5	7035	Componentes elétricos, painéis elétricos	Fosfatização a quente com formação de cristais finos	Primer epoxi poliamida bicomponente. (apenas para painéis desabrigados)	Poliuretano acrílico alifático bicomponente (painéis abrigados) Tinta em pó a base de resina epóxi (painéis desabrigados)	Fundo: 120 µm (apenas para painéis desabrigados) Acabamento: 80 µm	min. 80 µm (painéis abrigados) min. 200 µm (painéis desabrigados)
Painéis Elétricos (placa de montagem)	P2	Laranja	2.5 YR 6 /14	2009						
Motor, moto-freio elétrico	EI1	Cinza claro	N 6,5	7035	Componentes dos equipamentos de içamento	Jateamento com granalha de aço padrão Sa 2,5 de acordo com ISO 8504-2	Primer epoxi poliamida bicomponente.	Poliuretano acrílico alifático bicomponente	Fundo: 120 µm Acabamento: 80 µm	min. 200 µm
Vigas principais, cabeceiras, cabina "se aplicável", plataformas e escadas, redutor e talha.	EI2	Amarelo	5Y 8/12	1023						
Gancho (moitão)	EI3	Amarelo com Faixas Pretas	5Y 8/12 e N1	1023						
Carro transversal	EI4	Laranja	2.5 YR 6 /14	2009						
Proteções										

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU****8.8. GARANTIA DA PINTURA NA FÁBRICA E NO FORNECIMENTO DE TINTAS**

As tintas aplicadas deverão ter garantia de 36 meses, após a data de aceitação, contra quaisquer defeitos originados pelo não atendimento das características esperadas da tinta e da aplicação na fábrica ou na obra, salvo no caso de incidentes que possam causar a remoção da tinta durante a operação do equipamento.

A durabilidade da tinta (shelf life), antes de sua aplicação, deverá ser de 2 (dois) anos.

**8.9. TESTE DE ADERÊNCIA**

Para fábrica e pintura local no Brasil o teste de aderência será conforme ABNT NBR 11003, método A, seção em X, critério de aceitação X0;Y0 (sem defeitos, sem deslocamentos).

A cinta utilizada para o ensaio de aderência deverá ser:

Cinta Filamentosa Scotch número 880 (25 mm) ou similar.

Para componentes importados pode ser utilizado a norma ASTM D3359 com o mesmo critério de aceitação 5A (sem defeitos, sem deslocamentos).

**8.10. SUPERFÍCIES COM REVESTIMENTO DE ZINCO**

A pintura e acabamentos em revestimentos de zinco, bem como a execução dos revestimentos de zinco devem ser aplicados nas superfícies dos materiais metálicos abaixo indicados.

- Quadros, tampas, plataformas, suportes em geral inclusive das tubulações, cercas e portões, escadas, postes;
- Estruturas em geral para subestações;
- Dutos e acessórios para ventilação e ar condicionado;
- Tubulações até 2.1/2";
- Eletrodutos, caixas, condutores, bandejas de cabos, luminárias.
- Todos os acessórios a serem instalados dentro dos poços de drenagem, esgotamento, tanques separadores, tanques de coleta de esgotos e outros afins.

**8.10.1 Pintura de Superfícies Zincadas**

A pintura das superfícies zincadas somente será realizada se houver necessidade por questões de aparência ou de segurança.

**8.11. PINTURAS DE OBRA**

Para o preparo de superfícies e pintura, todos os equipamentos principais utilizados deverão estar em bom estado e atender às necessidades exigidas. Os equipamentos que sofrem desgaste, tais como: bicos de jato, partes internas das pistolas, mangueiras, deverão ser novos e próprios para o abrasivo e tintas utilizadas.

Antes da execução dos trabalhos a CONTRATADA deverá elaborar um procedimento de trabalho no qual deverão constar as condições mínimas de segurança, bem como as dificuldades para a realização dos serviços de jateamento e pintura a efetuar. Também deverá planejar a execução dos serviços e de todos os equipamentos que serão

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

utilizados, tais como guinchos, andaimes, ventiladores, exaustores, aquecedores, compressores, equipamentos completos de jato e pintura.

Na obra deverá haver no mínimo os seguintes equipamentos para controle de qualidade:

- Rugosímetro;
- Padrão comparativo do preparo de superfície;
- Termohigrômetros;
- Medidor de película do filme seco - preferencialmente do tipo eletrônico;
- Materiais para testes de aderência;
- Medidores de temperatura do substrato;

Os materiais para pintura deverão ser armazenados em locais isentos de outros materiais combustíveis, com as precauções de segurança necessárias e de acordo com as recomendações dos fabricantes e das normas aplicáveis.

A obra deverá dispor da norma aplicável da SIS, principalmente sobre controle de qualidade das tintas, abrasivos, aplicações, boletins técnicos de todas as tintas que estão sendo utilizadas.

Deverá ser prestada total assistência técnica para a execução das pinturas, através de um supervisor do fabricante, sempre que houver necessidade do mesmo na obra.

Os profissionais de jateamento/pintura envolvidos na pintura deverão possuir experiência nos esquemas de pintura descritos nas Especificações Técnicas.

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

## 8.12. AÇOS PATINÁVEIS (COR-TEN)

A seguir estão descritas as características dos aços patináveis, suas aplicações mais comuns e se necessário o esquema de pintura, sendo esta por mera questão de aparência.

Estas informações representam o resultado de pesquisas feitas com os fabricantes de tal material.

### 8.12.1 Características e Aplicação

Os aços patináveis produzem constantemente uma camada de ferrugem – óxidos, que envolve toda a superfície do aço em contato com oxigênio – ar atmosférico, que através de um processo de lavagem e secagem naturais (chuva e sol), cria com o tempo, uma certa espessura desta camada de ferrugem (óxido de ferro) e cuja processo tenderá a se estabilizar, interrompendo a produção de óxidos ou corrosão, ocorrendo então uma passivação natural do aço – camada de óxido com característica anticorrosiva.

Este aço é próprio para aplicações onde não se requeiram que o aspecto visual seja fator importante, pois a camada de óxido que o mesmo produz tem um aspecto visual prejudicado esteticamente. Além das superfícies manchadas pelo processo de produção de óxidos, as superfícies adjacentes também ficam manchadas pelos óxidos.

Os fabricantes deste tipo de aço afirmam que o mesmo é fabricado exclusivamente para serem utilizados em intempéries – ciclos de lavagem e secagem, expostos ao ambiente atmosférico. Por outro lado, se este aço for utilizado em condutos forçados ou em tubulações em que há água circulando, ocorre um efeito danoso para o aço, pois com o

---

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

contato permanente com a água há a formação dos óxidos, porém não ocorrendo a secagem do mesmo, causando assim a remoção constante dos óxidos e não permitindo a formação da camada anticorrosiva. Os fabricantes afirmam inclusive, que neste caso, a corrosão do aço tende a ser mais acelerada.

Portanto, este tipo de aço é recomendado para aplicações como chapas de aço em condutos forçados de centrais hidrelétricas considerando sua aplicação em ambiente exposto, com a ressalva que a superfície interna deverá receber invariavelmente proteção anticorrosiva.

### 8.13. PROTEÇÃO ANTICORROSIVA COM ZINCO

#### 8.13.1 Objetivo

Esta recomendação define as características e parâmetros de qualidade exigidos para a proteção anticorrosiva com zinco nas modalidades de zincagem por imersão à quente, metalização e zincagem eletrolítica.

#### 8.13.2 Preparo de Superfícies

As superfícies, antes de receberem quaisquer das proteções especificadas a seguir, deverão receber limpeza por decapagem química ou por jateamento abrasivo ao metal branco grau Sa 2½, conforme especificado na norma SIS.

Dependendo da geometria das peças a serem zincadas por imersão à quente, deverão receber furações ou outros procedimentos, desde que não prejudiquem as propriedades de resistência mecânica das mesmas, permitindo assim, adequado escoamento do zinco nas superfícies.

Nas partes roscadas não deverá ser aplicada a metalização, pois causa emperramentos na montagem. Nestas partes deverá ser previsto, na usinagem, uma compensação do diâmetro da rosca, para a camada de zinco a ser depositada.

No caso de metalização com zinco, o preparo de superfície preferencial é o jateamento abrasivo e na zincagem eletrolítica é a decapagem química.

#### 8.13.3 Zincagem por Imersão à Quente

Zincagem por imersão à quente ou a denominada zincagem à fogo ou galvanização à fogo, é o processo de zincagem em que o revestimento de zinco é aplicado mediante imersão do produto em banho de zinco fundido.

A espessura mínima admissível de zinco, neste processo, para produtos com espessuras de aço maiores ou iguais a 6 milímetros, será de 75 micrometros; e de 40 micrometros para parafusos, porcas e arruelas (centrifugadas).

As espessuras mínimas admissíveis de zinco, para produtos com espessuras de aço menores de 6 milímetros, deverá ser conforme estabelecido nas normas DIN ou ISO aplicáveis.

#### 8.13.4 Metalização

Metalização ou zincagem por aspersão térmica é o processo de zincagem em que o revestimento de zinco é aplicado por projeção de partículas de zinco fundido.

A espessura mínima admissível será de 75 micrometros.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

8.13.5 Zincagem Eletrolítica

Zincagem eletrolítica é o processo de zincagem em que o zinco é aplicado por eletrodeposição, também denominada galvanoplastia.

A espessura mínima admissível será de 12 micrometros.

8.14. INSPEÇÕES

8.14.1 Geral

Durante a execução dos serviços de preparo de superfície, aplicação e embalagem para transporte deverão ser executados ensaios e inspeções com o objetivo de garantir as características previstas.

Antes do embarque as superfícies protegidas com zinco, não deverão apresentar defeitos ou imperfeições.

Para a verificação da espessura do revestimento de zinco, deverá ser utilizada a norma DIN ou ISO aplicável.

8.14.2 Verificação da Espessura

A superfície final pintada deve ser inspeccionada e aprovada. Para a medição da espessura do filme seco deve ser seguido o método especificado na norma NBR 10443 ou normas similares. A espessura mínima de filme descrita na norma deve ser seguida e o número de medições realizadas deve ser conforme descrito na tabela abaixo:

**Tabela 8.4 - Quantidade de medições**

ÁREA / COMPRIMENTO DA ESTRUTURA [m <sup>2</sup> ou m]	NÚMERO MÍNIMO DE MEDIÇÕES
Até 1	5
1 até 3	10
3 até 10	15
10 até 30	20
30 até 100	30
Acima de 100	Mais 10 a cada 100 m <sup>2</sup> ou a cada 100 m ou fração

8.14.3 Defeitos Não Aceitos

- Áreas Sem Aderência da Camada de Zinco

Conforme procedimento adequado, o ensaio por aplicação de lâmina de aço no revestimento de zinco, procura-se destacar a camada de zinco; não deverá ocorrer escamação da camada de zinco.

Será também utilizada a norma DIN ou ISO aplicável, em toda as suas modalidades, para verificação da aderência do zinco, principalmente o ensaio do martelo basculante.

- Áreas Sem Uniformidade da Camada de Zinco

Através do método de Preece, não deverá ocorrer depósitos de cobre em 6 imersões do corpo de prova, na solução de sulfato de cobre. Pela repetição de

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

imersões (1 minuto cada imersão), nota-se o aparecimento de depósitos de cobre aderente e brilhante, no corpo de prova. Este método aplica-se para zincagem por imersão à quente.

Pode-se verificar também a uniformidade, através de ensaios magnéticos (elcômetro), conforme normas DIN ou ISO aplicáveis, pela espessura média em diversos pontos do revestimento. Este método aplica-se às três modalidades de proteção anti corrosiva com zinco.

- **Áreas Sem Revestimento - Manchas Negras**

Ocorrem por não haver contato entre o zinco fundido e o aço.

Não devem existir áreas com este defeito.
- **Cinzas do Zinco**

Ocorrem por falta de limpeza na cuba de imersão.

Não devem haver em tamanho que não possam ser removidos sem afetar a área com zinco puro.
- **Manchas de Ferrugem**

Ocorrem por infiltração de umidade e impurezas nas junções não vedadas ou armazenagem inadequada das peças.

Não devem existir áreas com este defeito.
- **Bolhas**

Ocorrem por inadequação do processo de decapagem (absorção de hidrogênio pelo aço).

Não devem haver em quantidades que possam provocar a fragilidade do aço, ou que possam afetar a resistência à corrosão do revestimento.
- **Borras**

Ocorrem por reações do zinco com resíduos de ferro na cuba. Não devem haver grandes inclusões de borra pois formam áreas levemente amareladas e quebradiças.
- **Escorrimentos de Fluxo**

Ocorrem pela aderência do fluxo de decapagem, envelhecido e com impurezas, à superfície do aço, não permitindo aderência do zinco com o aço.

São associados a manchas negras, com característica para coletar umidade.
- **Corrosão Branca -Manchas Brancas**

Ocorre pela exposição da camada de zinco, recentemente aplicada, à condições de grande umidade e pouco arejamento.

Devem ser removidas as corrosões das áreas afetadas, porém sem afetar a camada de zinco.

Após a remoção dos produtos de corrosão branca, deve-se medir novamente a espessura restante do zinco.
- **Porosidade**

Não devem existir áreas com excesso de poros.
- **Excesso de Zinco**

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

Deverão ser removidos todos os excessos de zinco que venham a prejudicar no desempenho ao uso a que a peça é destinada.

- Empenamentos

As peças após a zincagem por imersão à quente, não deverão apresentar empenamentos, distorções ou deformações em relação ao plano de superfícies .

- Aparência

As peças protegidas com zinco não devem apresentar defeitos de aparência que interfiram com o uso ao qual a peça é destinada, tais como em peças que posteriormente venham a ser pintadas.

- Fragilização

Os materiais utilizados nas peças a serem zincadas por imersão a quente, não devem sofrer fragilização, sendo de responsabilidade do fabricante das peças a seleção de materiais adequados para que não ocorra a fragilização do metal base.

#### 8.14.4 Disposições Gerais

Para dirimir dúvidas, além do que está estabelecido nestes Requisito de Projeto, deverá ser seguida as normas DIN ou ISO aplicáveis.

A identificação das peças deverá ser efetuada por puncionamento, logo após o preparo da superfície e antes da aplicação da proteção, ou também através de etiquetas apropriadamente fixadas nas peças.

Parafusos, porcas e demais peças roscadas deverão ser centrifugadas após o processo de zincagem por imersão a quente.

As peças zincadas deverão permanecer, quando da armazenagem, em local protegido da umidade e bem ventilado.

#### 8.15. PROCEDIMENTOS PARA DECAPAGENS INTERNAS DAS TUBULAÇÕES HIDRÁULICAS

##### 8.15.1 Introdução

O procedimento visa estabelecer os principais parâmetros sobre a limpeza e proteção anticorrosiva da superfície interna de todas as tubulações destinadas a circuitos hidráulicos.

Independente de haver ou não anotações nos projetos elaborados pelo FORNECEDOR quanto à preparação, fica estabelecido que todas as tubulações serão tratadas no mínimo de acordo com este procedimento.

##### 8.15.2 Execução

Na fábrica o tratamento pode ser efetuado nos tubos em bruto como em peças já fabricadas. Na obra, este tratamento só deve ser executado após a fabricação completa (corte, solda, etc).

##### 8.15.3 Esquema de Tratamento

O esquema de tratamento está indicado a seguir e a seqüência das operações terá de ser a mostrada no próprio esquema.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

8.15.4 Verificação

O tempo de permanência do decapante nas tubulações é variável e depende essencialmente do estado de oxidação das referidas tubulações e da qualidade do ácido.

Assim, a forma mais prática de se verificar se determinada peça está desoxidada, é mergulhar junto com a peça, um corpo de prova, do mesmo material, e com um estado de oxidação semelhante ao desta e ir verificando o processo de desoxidação.

8.15.5 Cuidados

Como os ácidos indicados no sistema atacam o aço, é necessário ter-se cuidado de forma a não deixar as tubulações expostas a estes por mais tempo que o estritamente necessário para que estas fiquem limpas (metal branco).

8.15.6 Esquema

**Tabela 8.5 – Esquema Tratamento**

SEQUÊNCIA	PRODUTOS / CONDIÇÕES	PROCESSO
DECAPAGEM	Produto: Ácido Muriático ou ácido clorídrico Temperatura: Ambiente Tempo: Ver item 8.15.4 Concentração: Diluição em água a 50 %	Imersão ou Enchimento
NEUTRALIZAÇÃO	Produto: Hidróxido de sódio a 50 % Temperatura: Ambiente Tempo: >10 minutos Concentração: 5 % Produto + 95 % Água	Imersão ou Enchimento
LAVAGEM	Água Temperatura: Ambiente Tempo: >10 minutos	Corrente
LUBRIFICAÇÃO	Mesmo fluido que irá percorrer o circuito	Circulação
PROTEÇÃO	Mantas de borracha fixadas com barbante.	

**9. INSPEÇÕES, TESTES E QUALIDADE**

9.1. DIRETRIZES GERAIS

Antes de iniciar a fabricação de qualquer equipamento, o FORNECEDOR deverá apresentar um Plano de Inspeção e Testes (PIT), para aprovação da CONTRATANTE.

O Plano de Inspeção e Testes (PIT), de cada equipamento, componentes ou conjuntos, deverá conter todos os testes que serão efetuados durante sua fabricação, desde a aquisição das matérias primas até a entrega FOT fábrica, explicitando os tipos de testes e quais serão apenas acompanhados “witness test = W” e quais terão parada de fabricação “hold point = H”.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

Tanto os Planos de Inspeção e Testes (PIT), quanto os Manuais de Procedimentos para Controle de Qualidade deverão ser elaborados, com base nos requisitos para Garantia da Qualidade prescritos nas normas da série ISO 9000.

Os Manuais de Procedimentos para Controle de Qualidade deverão conter os detalhes aplicáveis às Inspeções e Testes discriminados nos Planos de Inspeção e Testes (PIT), supra-referidos incluindo os métodos, abrangência, materiais, instrumentos e sua calibração, normas técnicas, condições específicas, limites de responsabilidades e pontos pertinentes relacionados aos ensaios físico-químicos de materiais, ensaios destrutivos, ensaios não-destrutivos, controles dimensionais, controles de pintura. Deverão ser apresentadas juntamente com os Planos de Inspeção e Testes (PIT), as planilhas correspondentes aos testes a serem realizados.

Uma vez aprovados pela CONTRATANTE os Planos de Inspeção e Testes (PIT), o FORNECEDOR deverá elaborar as programações trimestrais de inspeções e testes, por intermédio das quais serão planejados as datas e períodos para execução das correspondentes atividades.

Todos os materiais que integram o fornecimento deverão ser entregues com certificados de ensaios preparados pelo fabricante do material e que comprove a adequação às normas e Especificações Técnicas.

Caso a CONTRATADA deseje usar materiais já estocados, não especificamente adquiridos ou fabricados para o fornecimento coberto pelas Especificações Técnicas, ele deverá comprovar que tais materiais atendem às mesmas, podendo os ensaios dos materiais serem dispensados.

No caso da CONTRATADA pretender subcontratar partes de seu fornecimentos, os subfornecedores deverão também apresentar a mesma qualidade do fornecedor, no mais amplo sentido, e como em suas instalações fosse, ficando a critério da CONTRATANTE aceitar ou não os subfornecedores.

A menos que seja dispensado pela CONTRATANTE por escrito, nenhum material ou equipamento poderá ser embarcado na fábrica do FORNECEDOR sem que todas as inspeções e testes tenham sido realizados, assim como os certificados e relatórios destes testes tenham sido aceitos pela CONTRATANTE.

Todos os materiais e equipamentos incorporados na fabricação, bem como a mão-de-obra utilizada, estarão sujeitos a inspeções e testes pela CONTRATANTE e/ou seu inspetor credenciado. A qualquer momento, a CONTRATANTE poderá acompanhar a fabricação através de seus inspetores/diligenciadores, devendo o FORNECEDOR, ou subfornecedores, permitir livre acesso às suas dependências fabris, bem como prestar todos os esclarecimentos que se fizerem necessários.

A não realização de inspeção, liberação e rejeição do equipamento e/ou seus componentes não desobrigam o subfornecedor de sua responsabilidade quanto ao preenchimento dos requisitos técnicos especificados.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU****9.2. ENSAIO DE TIPO**

Os ensaios de tipo dos equipamentos principais deverão ser realizados conforme prescritos nos documentos contratuais. Como alternativa a realização de ensaios de tipo nos demais equipamentos, seus acessórios e componentes, a CONTRATADA poderá enviar certificados de ensaios de tipo de equipamentos idênticos, ou equivalentes em tipo e projeto, com características compatíveis ao deste fornecimento, realizados em laboratórios independentes ou, se realizados nas instalações do próprio fabricante, necessariamente testemunhados por inspetor independente. Estes certificados de ensaios deverão ser enviados a CONTRATANTE até 60 (sessenta) dias após a assinatura do Contrato.

Os certificados poderão ser aceitos se na opinião da CONTRATANTE provar satisfatoriamente, que os equipamentos propostos atendem aos requisitos técnicos destas especificações.

Os dados de testes nesses certificados deverão ser completos incluindo desenhos que possam estar relacionados aos referidos testes e deverão claramente indicar as datas de realização dos mesmos. A CONTRATANTE se reserva o direito de realizar todos os ensaios de tipo cujos certificados apresentados indiquem mais de cinco (5) anos de sua realização.

Os certificados de ensaios poderão ser aceitos integralmente ou em parte pela CONTRATANTE. Para os certificados não aceitos pela CONTRATANTE, os referidos testes deverão ser realizados até 6 (seis) meses antes da entrega da primeira unidade.

Todos os testes realizados após a data de adjudicação do contrato serão testemunhados pela CONTRATANTE ou seu representante, a menos que, autorização por escrito seja dada pela CONTRATANTE, para realizar os testes em sua ausência.

Todos os equipamentos não ensaiados deverão estar de acordo em todos os aspectos com o equipamento de mesmo projeto, tipo e características nominais que passaram nos referidos ensaios cujos certificados foram apresentados a CONTRATANTE.

A adjudicação a CONTRATADA não será entendida como aceitação de que os relatórios certificados de testes atendem os requisitos dos ensaios de tipo. A determinação final da aceitação dos dados de ensaios de tipo será feita antes da inspeção de fábrica.

Relativo aos Ensaios de Tipo, a CONTRATADA deverá informar com antecedência de 60 (sessenta) dias, a data de início dos ensaios.

**9.3. DESCRIÇÃO DOS TESTES E ENSAIOS EXIGIDOS DA PARTE MECÂNICA**

Os procedimentos específicos para ensaios destrutivos e não destrutivos, descrevendo os métodos empregados e os padrões de aceitação e rejeição, deverão ser elaborados e submetidos à CONTRATANTE.

A menos que especificado em contrário, os requisitos mínimos relativos a ensaios destrutivos e não destrutivos estão apresentados nas tabelas a seguir:

BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU

Tabela 9.1 – Testes e Ensaio Mecânicos

DESCRIÇÃO DE MATERIAIS / EXECUÇÃO	INSPEÇÕES	ABRANGENCIA	REFERÊNCIA
FUNDIDOS	Composição Química	100% peças e componentes estruturais ou funcionalmente importantes	Norma específica do material
	Tração, impacto e características Mecânicas	Apensos de peças e componentes estruturais ou funcionalmente importantes	Norma do material ou requisito do projeto
	Inspeção visual, líquido penetrante, partículas magnéticas, ultra-som, raio X	100% peças e componentes estruturais ou funcionalmente importantes de acordo com o projeto aprovado	ASTM e ASME seção VIII Apêndice 12
FORJADOS	Composição Química	100% peças e componentes estruturais ou funcionalmente importantes de acordo com o projeto aprovado	Norma do material
	Ultra-Som	100% após usinagem final e tratamentos térmicos	ASTM A-388 ou ASME Seção VIII - Apêndice 12
	Partículas Magnéticas	100% após usinagem final e tratamentos térmicos	ASTM A-275 ou ASME Seção VIII
	Gamagrafia, raio X	Investigação de defeitos não claros no ultra-som ou partículas magnéticas	ASME Seção VIII
	Líquido Penetrante	100% após usinagem final e tratamentos térmicos	ASME Seção VIII – Apêndice 8
	Dureza	Quando requerido pelo projeto	
CHAPAS	Composição Química	100% peças e componentes estruturais ou funcionalmente importantes de acordo com	Norma específica do material

BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU

DESCRIÇÃO DE MATERIAIS / EXECUÇÃO	INSPEÇÕES	ABRANGENCIA	REFERÊNCIA
		desenhos aprovados	
	Dobramento, tração, impacto características mecânicas	Chapas com função estrutural e espessura superior a 19 mm, de acordo com o projeto aprovado	Norma do material ou requisito do projeto conforme normas DIN ou ISO aplicáveis
	Ultra-som	100% chapas para peças com espessura superior a 19 mm	ASTM A-435 e ASME seção VIII Apêndice 7
	Dureza	Aços inoxidáveis quando requeridos pelo projeto aprovado	Requisitos específicos do projeto
	Charpy	Conforme Especificação Técnica	ASTM A 20/A 20M-97a, ASTM E23/A370
PERFILADOS	Composição Química	Por amostragem, para componentes estruturais ou funcionalmente importantes, de acordo com o projeto	Norma Específica do material
	Dobramento, tração, impacto	Por amostragem, para componentes estruturais ou funcionalmente importantes, de acordo com o projeto	Norma do material ou requisito do projeto conforme normas DIN ou ISO aplicáveis

BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU

DESCRIÇÃO DE MATERIAIS / EXECUÇÃO		INSPEÇÕES	ABRANGÊNCIA	REFERÊNCIA	
SOLDAS	ESTRUTURAI S	PENET.TOTAL	Ultra-som ou Raio X	100% dos cordões caracterizados nos desenhos aprovados, após o alívio de tensões e antes da usinagem final	ASME seção VIII parte UW-51, Apêndice 12 ou conforme aplicável
			Líquido Penetrante ou Partículas Magnéticas	100% antes do alívio de tensões, após usinagem final, 100% soldas bimetálicas e 100% chanfros.	ASME seção VIII Apêndice 8 ou Apêndice 6
			Visual e Dimensional	Antes e depois do alívio de tensões, após usinagem final	AWS D1.1 ou DIN 8563 ou ASME 5 art. 9
		PENET.PARCIAL	Líquido Penetrante ou Partículas Magnéticas	100% antes do alívio de tensões, após usinagem final e 100% do chanfro de maior responsabilidade	ASME seção VIII Apêndice 8 ou Apêndice 6
			Visual e dimensional	Antes e depois do alívio de tensões, após usinagem final	Sem defeitos visíveis
			Ultra-som ou Raio X	Por amostragem	ASME seção VIII parte UW-51, Apêndice 12 ou conforme aplicável
	NÃO ESTRUTURAI S	Líquido Penetrante ou Partículas Magnéticas	Verificação por pontos	ASME Seção VIII Apêndice 8 ou Apêndice 6	
		Visual e dimensional	100% antes e após a usinagem final	Sem defeitos visíveis	
		Charpy	Charpy	Conforme requerido para a chapa a ser soldada	ASTM A 20/A 20M-97a, ASTM E23/A370
	PARAFUSOS, PORCAS PINOS, CHUMBADORES, ETC		Tração	Por amostragem, para componentes funcionalmente importantes, de acordo com o projeto	Norma específica do material

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

DESCRIÇÃO DE MATERIAIS / EXECUÇÃO	INSPEÇÕES	ABRANGÊNCIA	REFERÊNCIA
PARAFUSOS, PORCAS PINOS, CHUMBADORES, ETC	Visual/Dimensional	Por amostragem, para componentes funcionalmente importantes, de acordo com o projeto	Sem defeitos visíveis Normas dimensionais específicas
ELASTÔMEROS	Tração	Quando requeridas pelos desenhos aprovados ou para comprovar exigências das especificações	ASTM D-412
	Dureza		ASTM D-676
	Tração após envelhecimento		ASTM D-572
	Resistência a descolamento de Película		ASTM D-395 ASTM D-413
PINTURA	Preparo, Aplicação e Filme Seco	Superfícies pintadas	Item "Proteção Anticorrosiva" destas especificações
REVESTIMENTOS METÁLICOS, CROMAÇÃO, METALIZAÇÃO, ETC.	Determinação da espessura	Conforme indicado nos desenhos aprovados, utilizando elcômetro ou instrumento similar	Especificações Técnicas Correspondentes

**9.4. INSPEÇÕES E TESTES ELÉTRICOS E MECÂNICOS**

**9.4.1 Geral**

Deverão ser feitas verificações dimensionais, de acabamento superficial, de fabricação, de montagem, de ensaios de funcionamento e quaisquer outras verificações mecânicas e elétricas necessárias, a fim de comprovar a obediência a todas as exigências para todos os componentes do fornecimento.

**9.4.2 Componentes Estruturais**

Antes da montagem dos componentes mecânicos e após a aceitação das soldas, tratamentos térmicos e usinagem final, os componentes estruturais deverão ser submetidos à completa verificação dimensional e de acabamento.

**9.4.3 Componentes Básicos**

Todos os componentes básicos, elétricos e/ou mecânicos, que serão incorporados aos equipamentos objeto destas Especificações Técnicas, deverão ser submetidos a testes de operação na fábrica e/ou a inspeções para a comprovação de suas características técnicas, em conformidade com as normas aplicáveis, e deverão ser fornecidos acompanhados de Certificados de Ensaios.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

A CONTRATANTE deverá ser comunicada da realização das inspeções e testes, podendo aceitar a comprovação das características através dos Certificados de Ensaio. Na elaboração dos Certificados de Ensaio para os componentes relacionados a seguir, deverão ser considerados, no mínimo, os seguintes requisitos, conforme aplicável.

**a) Motores Elétricos**

Os testes deverão ser realizados em conformidade com a IEC 60034-18. Deverão ser fornecidos resultados dos ensaios de tipo feitos na tensão e frequência nominais de equipamentos semelhantes.

Deverão ser apresentados certificados de tipo de protótipo, certificado por entidade ou inspeção de cliente idôneo e em caso de ausência, deverão ser realizados os ensaios de tipo, conforme norma na presença da CONTRATANTE. Os ensaios de rotina serão obrigatoriamente executados na presença da CONTRATANTE.

Sempre que necessário, os motores elétricos deverão ser submetidos aos seguintes testes e verificações, na fábrica da CONTRATADA, antes do embarque:

- Medição da resistência de isolamento;
- Medição da resistência elétrica dos enrolamentos a frio;
- Ensaio dielétrico (tensão aplicada) em frequência industrial;
- Determinação da potência de entrada e corrente em vazio sob tensão nominal;
- Determinação da corrente, conjugado e potência absorvida com rotor bloqueado;
- Medição da resistência de partida;
- Medição da resistência ôhmica dos conjuntos;
- Teste de funcionamento sem carga;
- Medição da tensão secundária (só aplicável a motores com rotor bobinado).

**b) Quadros Elétricos de Controle**

Os quadros deverão ser submetidos aos seguintes testes e verificações, na fábrica da CONTRATADA, antes do embarque:

- Inspeção visual;
- Inspeção dimensional;
- Inspeção da pintura do invólucro (espessura da camada de tinta e aderência);
- Inspeção do conjunto compreendendo inspeção das ligações elétricas e ensaio do funcionamento elétrico;
- Verificação da continuidade da fiação;
- Verificação da sequência de fases;
- Verificação da operação eletromecânica dos componentes;
- Verificação de intercambiabilidade dos equipamentos, onde aplicável;
- Verificação de instrumentos de medição e dispositivos de proteção;
- Verificação de funcionamento elétrico dos circuitos de controle, sinalização e alarme.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

- Ensaios dielétricos (conforme item 8.3.2 da IEC-60439-1);
- Verificação da resistência de isolamento de acordo com a norma IEC 60439-1.

**c) Controlador Lógico Programável**

O CLP deverá ser submetido aos seguintes testes e verificações, na fábrica da CONTRATADA, antes do embarque:

- Testes de funcionamento;
- Teste de Isolamento: mediante ensaio com tensão à frequência industrial de 1.500 V, 60 Hz, aplicada por 1 minuto;
- Teste de energização e isolamento I/O e teste de operação com o programa final já gravado.

**d) Transformadores de Painéis**

Os transformadores de painéis deverão ser submetidos aos seguintes testes e verificações, na fábrica da CONTRATADA, antes do embarque:

- Resistência elétrica dos enrolamentos;
- Relação de tensões;
- Resistência de isolamento;
- Polaridade;
- Deslocamento angular e sequência de fases;
- Perdas (em vazio e em carga);
- Corrente de excitação;
- Impedância de curto-circuito;
- Ensaios dielétricos: tensão suportável à frequência industrial, aplicada à fiação e aos acessórios;
- Verificação do funcionamento dos acessórios.

**e) Cabos Isolados**

Os cabos isolados deverão ser submetidos aos seguintes testes e verificações, na fábrica da CONTRATADA, antes do embarque:

- Ensaio de tensão aplicada em frequência industrial entre fase e terra;
- Ensaios de continuidade no campo;
- Medição da resistência de isolamento entre fase e terra.

**f) Freios Eletromagnéticos e Eletrohidráulicos**

Os freios deverão ser submetidos aos seguintes testes e verificações, na fábrica da CONTRATADA, antes do embarque:

- Certificado de desempenho do protótipo;
- Ensaios em vazio;
- Ensaios de tensão aplicada;
- Ensaios de tensão aplicada em frequência industrial;

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

- Medição da resistência de isolamento no campo.
- g) Redutores de Velocidade
- Os redutores de velocidade deverão ser submetidos aos seguintes testes e verificações, na fábrica da CONTRATADA, antes do embarque:
- Medição de temperatura dos mancais;
  - Inexistência de ruídos anormais.
- h) Polias e Ganchos
- Para as polias e ganchos deverão ser apresentados os seguintes certificados de testes e verificações, antes do embarque:
- Certificados de análise química e de propriedades mecânicas;
  - Certificado de verificações dimensionais.
- i) Trilhos
- Os trilhos deverão ser submetidos aos seguintes testes e verificações, na fábrica da CONTRATADA, antes do embarque:
- Medição de dureza da superfície do boleto;
  - Certificado de qualidade.
- j) Rodas
- As rodas deverão ser submetidas aos seguintes testes e verificações, na fábrica da CONTRATADA, antes do embarque:
- Certificados de análise química e de propriedades mecânicas;
  - Medição da dureza da banda de rodagem;
  - Certificado de verificações dimensionais.
- k) Cabos de Aço
- Os cabos de aço deverão ser submetidos aos seguintes testes e verificações, na fábrica da CONTRATADA, antes do embarque:
- Certificado de ensaios de tração e torção.
- l) Molas
- Ensaio para levantamento da curva característica e comparação com a curva teórica (as molas de grande responsabilidade deverão ficar sob tensão máxima durante 48 (quarenta e oito) horas, antes do levantamento da curva característica).
- m) Cilindros Hidráulicos
- Teste de pressão oleodinâmica com duração de 24 (vinte e quatro) horas, sob pressão nominal, para verificação de vazamentos;
- Teste de resistência, sob pressão oleodinâmica de 150% (cento e cinquenta por cento) da pressão nominal de trabalho durante 30 (trinta) minutos.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

## n) Bombas Hidráulicas

Serão aceitos os relatórios de ensaios e levantamento da curva característica emitidos pela SUBCONTRATADA.

## o) Válvulas Limitadoras de Pressão e Pressostatos

Ensaios em laboratório para a verificação da calibragem ou valor de ajuste.

## p) Manômetros

Verificação da amplitude de escalas e calibragem.

## q) Peças Sobressalentes

As peças sobressalentes deverão ser submetidas a inspeções e testes com critérios de aplicação e aceitação idênticas às aplicáveis aos componentes principais.

**9.5. PROCEDIMENTO PARA NÃO-CONFORMIDADES**

Os produtos considerados não-conformes com relação aos requisitos especificados deverão ser identificados e controlados para evitar seu uso ou entrega não intencional.

O material/equipamento que seja objeto de uma eventual não-conformidade deverá ser registrado e documentado conforme rotina do sistema de garantia da qualidade da CONTRATADA. Este documento deverá descrever todos os procedimentos, cuidados e inspeções a serem observados na recuperação do equipamento referido e deverá atender às normas aplicáveis.

Os produtos retrabalhados ou reparados deverão ser re-inspecionados e testados conforme os procedimentos iniciais contidos nos planos de qualidade.

A peça e/ou equipamento recuperado, somente deverá ser aceito após a verificação de que o reparo tenha sido executado corretamente mantendo inalteradas as características nominais do Projeto.

**9.6. RELATÓRIOS**

Dentro dos prazos previstos no CONTRATO, a CONTRATADA deverá submeter, para cada peça ou componente do equipamento, um Relatório de Ensaio, contendo todos os dados necessários para o entendimento adequado dos resultados, incluindo pelo menos os seguintes itens, quando aplicáveis:

- Indicação do equipamento de ensaio, diagramas e identificação das normas e instrumentos empregados;
- Certificados de calibração dos instrumentos;
- Registros dimensionais;
- Curvas mostrando a relação entre quantidades;
- Diagrama mostrando os locais e tamanhos dos defeitos de material e reparos;
- Fotografias;
- Comparação dos resultados do ensaio com os valores estabelecidos no Projeto fornecido pela CONTRATADA;
- Análise dos resultados e conclusões;

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

Na liberação do equipamento, a CONTRATADA deverá submeter um Relatório Final contendo todos os relatórios parciais de fabricação, testes e ensaios, efetuados para o equipamento, que fará parte do Data Book de Fabricação do Equipamento.

**9.7. PRÉ-MONTAGEM E INSPEÇÃO FINAL NA FÁBRICA**

As pré-montagens de componentes, partes estruturais e conjuntos/partes de equipamentos deverão ser feitos na fábrica, tanto quanto possível, a fim de assegurar a perfeita montagem no campo e permitir a verificação do funcionamento dos comandos elétricos e dos sistemas de proteção e controle.

Toda pré-montagem e os testes de fábrica deverão ser acompanhados por um inspetor do CONTRATANTE.

Após a pré-montagem e inspeção final, na fábrica, todos os registros originados no processo de fabricação deverão compor o Data Book de Fabricação.

**9.8. MONTAGEM E INSPEÇÃO NA OBRA**

As inspeções e ensaios na Obra deverão ser realizados de acordo com as Especificações Técnicas de cada equipamento e as cláusulas contratuais.

O Supervisor de Montagem da CONTRATADA deverá acompanhar pelo menos as seguintes inspeções e ensaios, quando aplicável:

- Verificação do posicionamento correto das peças fixas, nivelamento das guias e das chapas do quadro de vedação atendendo às tolerâncias especificadas;
- Verificação da correta montagem das peças do equipamento que foram desmontadas na fábrica para o transporte;
- Verificação do funcionamento dos equipamentos no local, a seco e a intercambiabilidade entre os mesmos;
- Verificação do funcionamento dos equipamentos com carga hidráulica, conforme aplicável;
- Inspeção visual e dimensional;
- Ensaios de operação mecânica;
- Ensaios de resistência de isolamento;
- Ensaios de funcionamento;
- Outros ensaios e/ou inspeções necessários.

Os registros das medições topográficas e dimensionais, bem como os resultados de testes durante a montagem, deverão ser aprovados pelo Supervisor de Montagem, assegurando que as tolerâncias de montagem foram obedecidas. Os principais registros das medições topográficas e dimensionais deverão ser acompanhados pela topografia da CONTRATANTE (ex: CL dos equipamentos, níveis do reservatório, da câmara de carga, canal de fuga, etc).

As peças embutidas no concreto deverão ser verificadas antes e depois da concretagem, e nenhuma etapa de montagem deverá ter sua continuidade sem que a etapa anterior tenha sido aprovada mediante registros dimensionais aprovados pelo Supervisor de Montagem.

Os registros dimensionais de montagem deverão ser apresentados à CONTRATANTE e deverão compor o Data Book de Montagem.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU****10. REVESTIMENTOS ELÁSTICOS****10.1. INTRODUÇÃO**

O presente documento tem por finalidade definir os requisitos gerais para os revestimentos elásticos a serem aplicados em partes metálicas submetidas à pressão interna e embutidas em concreto.

**10.2. DESCRIÇÃO SUCINTA**

O objetivo deste Requisito Técnico consiste em delinear os critérios adotados e as características dos revestimentos elásticos, a serem aplicados em partes metálicas submetidas à pressão interna e embutidas em concreto. Estes revestimentos elásticos visam garantir a integridade das tubulações e equipamentos, mesmo ocorrendo uma deformação diferencial entre blocos ou entre o equipamento e o concreto.

**10.3. CRITÉRIOS DE PROJETO****10.3.1 Generalidades**

Locais de Aplicação Prevista:

- Todas as tubulações e eletrodutos de aço que estejam atravessando juntas de contração;
- Parte superior de trecho de conduto embutido em concreto, quando aplicável.

Os revestimentos elásticos deverão ser de material facilmente deformável, que deverão, de modo geral, serem colados às partes metálicas e impermeabilizados.

Os materiais basicamente a serem utilizados são os seguintes:

- Tecido de juta industrial;
- Cordão de juta industrial;
- Mantas de feltro industrial, com espessura de 5 mm;
- Adesivo, tipo emulsão, a base de betume ou similar;
- Massa plástica ou mastique plasto-elástico.

Os revestimentos elásticos deverão sempre ser aplicados antes da colocação das armações.

Deverão ser adotadas as precauções necessárias a fim de evitar danos aos revestimentos elásticos, durante a instalação da armadura e o lançamento do concreto. Evitar vibrar o concreto nas regiões adjacentes aos revestimentos elásticos.

Deve ser observado que na preparação das superfícies metálicas, as mesmas estejam isentas de poeira, nata de cimento, graxa, óleo, etc, a fim de garantir uma adequada adesão. Na medida do possível, as juntas entre os revestimentos elásticos devem ser defasadas, a fim de evitar a infiltração de nata de cimento durante a concretagem.

Todos os apensos soldados externamente aos Condutos Forçados, com o objetivo de auxiliar na montagem ("cachorros" e cunhas para ajuste de chanfros, esticadores, etc.), devem ser totalmente removidos antes da concretagem. Os apensos deste gênero e cuja remoção seja inviável deverão ser envolvidos com revestimentos elásticos.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

Não deverão ser soldados andaimes, armaduras, escadas, etc, nos equipamentos em que forem aplicados os revestimentos elásticos. Deverá sempre ser consultado o projeto em casos duvidosos ou omissos.

**11. TRANSPORTE, MONTAGEM E COMISSONAMENTO EM OBRA****11.1. EMBALAGEM E TRANSPORTE**

A CONTRATADA é responsável pelo cumprimento de todas as exigências das leis nacionais e internacionais relativas ao transporte, seguro e marcação das embalagens para embarque.

As embalagens deverão ser suficientes para proteger o conteúdo de danos durante o transporte do local de fabricação até depois da chegada ao local da obra, em condições que envolvam movimentações, transbordo, trânsito por estradas não pavimentadas, armazenagem e exposição à umidade.

No caso de materiais suscetíveis a danos causados pela umidade, deverão ser usados revestimentos impermeáveis em forma de sacos ou de invólucros selados com adesivo impermeável. Deverá ser providenciada proteção adequada mediante um absorvente de umidade, como sílica gel, que não danifique os mecanismos.

O método de embalagem deverá oferecer a proteção adequada do equipamento contra danos durante o embarque, transporte, descarga, armazenagem e ação da chuva, sol, umidade e variações de temperatura.

A embalagem de cubículos que contém equipamentos sensíveis a choques, deve ser apropriada para o transporte, carga e descarga e também ser levado em consideração o estado das estradas em que serão transportados.

As limitações para embarque e o peso e dimensões de todos os equipamentos, deverão satisfazer os limites estabelecidos nas regulamentações de estradas nacionais e internacionais, e aos recursos da Obra.

As peças pequenas deverão ser etiquetadas e encaixotadas de forma adequada, devendo as caixas ser fechadas, protegidas com material impermeabilizante e devidamente reforçadas.

**11.1.1 Identificação dos Componentes**

Os componentes a serem embalados deverão ser identificados, devendo as etiquetas incluir, no mínimo, as seguintes informações:

- designação da peça
- número de série do equipamento e localização onde deve ser utilizado;
- número do item da "Lista de Material";
- identificação da CONTRATADA, da CONTRATANTE e da Obra;
- peso e dimensões;
- nº de volumes; e,
- guia de despacho e lista de embarque.

---

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU****11.1.2 Embalagem**

Cada embalagem deverá ser devidamente feita de modo a permitir uma desembalagem e uma reembalagem na Obra, onde será verificado todo o equipamento e seus componentes imediatamente após sua entrega.

As caixas deverão ser marcadas com símbolos internacionais adequados ao transporte do material contido nas mesmas.

As peças sobressalentes e os equipamentos reserva deverão ser etiquetados e identificados individualmente, devendo ser embalados separados dentro do fornecimento global, adequadamente para armazenagem por longos períodos.

Cada embalagem deverá vir acompanhada do respectivo visto de despacho e marcada claramente "Peças Sobressalentes" ou "Equipamentos de Reserva" e com indicação do conteúdo de cada embalagem.

**11.1.3 Lista de Embarque**

A lista de embarque com indicação do conteúdo de cada caixa ou "*container*" deverá ser fornecida em um envelope impermeabilizado e colocada no interior dessas caixas.

Cada página da lista de embarque deverá corresponder a equipamentos de um mesmo item do CONTRATO e deverá conter as seguintes informações:

- número da caixa;
- descrição e quantidade do conteúdo de cada caixa;
- número de série do componente ou equipamento do conteúdo;
- peso líquido e peso total de cada caixa;
- dimensões de cada caixa;
- designação e referência da CONTRATADA;
- número e item do CONTRATO;
- destino;
- número da entrega parcial; e,
- número e data da fatura.

**11.1.4 Armazenagem na Fábrica**

A CONTRATADA deverá tomar todas as precauções necessárias quanto à conservação, manutenção e guarda em perfeitas condições dos materiais que, pela sua natureza, fiquem sujeitos à espera de outros, para fins de transporte ou montagem em sua própria Fábrica antes da entrega.

**11.1.5 Armazenagem na Obra**

A armazenagem e o pátio de montagem na Obra são de inteira responsabilidade da Montadora.

**Características da Armazenagem (almoxarifados) na Obra**

Os almoxarifados deverão ser em número e dimensões apropriados, equipados com dispositivos de combate a incêndio, e acomodar plenamente e de acordo com a boa técnica, todo e qualquer equipamento ou material, sem que possa vir a ter sua utilização e/ou desempenho prejudicado pela exposição às intempéries.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

Qualquer material e/ou equipamento que tiver sido danificado por razões atribuíveis a impropriedades no armazenamento, deverá ser reparado ou substituído, em tempo hábil e sem ônus para a CONTRATANTE.

Características do Pátio de Montagem na Obra

O pátio de montagem na Obra, de inteira responsabilidade da CONTRATADA, deverá incluir provisões para armazenamento de todos os equipamentos e materiais permanentes.

O pátio deverá dispor de drenagem adequada, de forma a garantir a inexistência de água estagnada e lama e permitir o acesso a caminhões pesados sob todas as condições atmosféricas.

Adicionalmente o pátio deverá ser organizado de modo a permitir a carga e descarga dos equipamentos sem interferência com as operações de pré-montagem ou fabricação, em fase de execução.

**11.1.6 Transporte**

O transporte de todos os equipamentos e materiais incluídos no fornecimento, desde a fábrica até o local definitivo de montagem na Obra, deverá ocorrer sob a responsabilidade da CONTRATADA.

Cabe à CONTRATADA o cumprimento de todas as exigências das leis nacionais e internacionais relativas ao transporte, seguro, desembaraço aduaneiro, taxas, pedágios, documentação e marcação das embalagens de embarque.

**11.2. MONTAGEM****11.2.1 Geral**

Deverão ser fornecidos para os equipamentos todos os dispositivos necessários à montagem, ensaios e manutenção completa dos mesmos, devendo estar incluídos olhais, braçadeiras, amarras comuns e especiais e dispositivos especiais de levantamento.

Todas as ferramentas especiais, calibres, chaves e gabaritos, necessários à montagem rápida e correta dos equipamentos, bem como, necessários à manutenção dos mesmos, deverão estar incluídos no Fornecimento, com exceção de máquinas de solda.

Para o caso da necessidade de “flushing”, decapagem e passivação em tubulações, a responsabilidade pela execução e o fornecimento do produto aplicável para esse serviço são de responsabilidade da CONTRATADA. No caso dos sistemas oleodinâmicos, a responsabilidade pelo fornecimento do óleo de primeiro enchimento também é da CONTRATADA.

**11.2.2 Ferramentas Especiais**

Entende-se por ferramentas especiais todos os dispositivos de levantamento e manuseio, chaves, ferramentas e gabaritos, não padronizados, isto é, projetados pela própria CONTRATADA, e não encontrados facilmente à venda no mercado.

A CONTRATADA apresentará uma lista completa e detalhada de todas as ferramentas e dispositivos especiais de montagem incluídos no seu fornecimento.

A CONTRATADA deverá fornecer toda mão de obra, equipamentos, materiais de uso e consumo, ferramentas especiais, dispositivos de levantamento, macacos, amarras, suportes provisórios e permanentes, eslingas, medidores, instrumentos, chumbadores,

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

dispositivos para centrar, aranhas, andaimes, calotas e anéis para prova de pressão, materiais diversos necessários à execução dos serviços de montagem dos equipamentos.

A utilização das ferramentas e dispositivos especiais de montagem, durante a montagem, deverá ser feita de maneira tal que, quando de sua entrega posterior à equipe de operação da Barragem, as peças não estejam danificadas ou em condições precárias de utilização.

A aplicação de cada ferramenta deverá ser claramente indicada pela CONTRATADA, cabendo-lhe fornecer as instruções específicas de utilização, quando for o caso.

Todos os dispositivos especiais de montagem, levantamento, manuseio deverão estar claramente identificados. Além da descrição detalhada de cada dispositivo, com a indicação das dimensões principais, procedência e material usado na sua fabricação, a CONTRATADA deverá indicar qualquer limitação do uso que possa haver em sua aplicação.

Deverá ser dada atenção especial à previsão de ferramenta com dimensões padronizadas, a fim de facilitar qualquer reposição futura.

A CONTRATADA deverá disponibilizar um (1) conjunto de ferramentas especiais, incluindo chaves não padronizadas, sacadores (extratores), pinos-guia e outras ferramentas necessárias para a completa montagem e/ou desmontagem dos equipamentos ou sistemas do escopo do Fornecimento e que não façam parte do catálogo padrão dos fornecedores de ferramentas.

Resistências de aquecimento e/ou chaves hidráulicas para aperto de grandes parafusos deverão ser incluídas, junto com o equipamento próprio para medições.

As ferramentas especiais, as quais se referem este item, serão consideradas incluídas no escopo do fornecimento, entregues ao final do comissionamento, com todos os seus componentes adequadamente condicionados para armazenagem, como: pintura, suportes, embalagens, etc. e sem ônus adicional para a CONTRATANTE.

**11.3. COMISSIONAMENTO**

A CONTRATADA é responsável por toda a coordenação, supervisão, execução e instrumentação de todos os ensaios e inspeções a serem realizadas em Fábrica e na Obra, inclusive as montagens e adaptações que se fizerem necessárias.

A CONTRATADA se responsabilizará por adequar, incluir e excluir aqueles ensaios que julgar necessário, a critério exclusivo da CONTRATANTE, para garantir a segurança operacional do equipamento ou sistema.

A CONTRATANTE, através da sua Equipe de Comissionamento, formalmente constituída, se responsabilizará por atestar a conformidade, de acordo com os requisitos Contratuais e especificações deste Projeto Básico, das atividades e execução do Comissionamento de responsabilidade da CONTRATADA. Esta deverá prestar todo apoio de informações e documentações técnicas e procurar atender às orientações e requisições da Equipe de Comissionamento.

Os equipamentos e sistemas que serão submetidos aos ensaios de comissionamento devem ser listados pela CONTRATADA e apresentados para a CONTRATANTE, sendo neste capítulo listados aqueles ensaios mínimos a serem executados.

A CONTRATADA deverá disponibilizar toda a mão-de-obra e todos os equipamentos, instrumentos e ferramentas necessários ao comissionamento do escopo deste fornecimento, em atendimento ao Projeto Executivo elaborado pela CONTRATADA.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU****11.4. OPERAÇÃO ASSISTIDA**

A CONTRATADA deverá, logo após o término do comissionamento, prever a permanência de uma equipe composta por um ou mais profissionais especializados de cada subfornecedor, que estarão disponíveis nos respectivos locais das instalações, durante o horário comercial e de sobreaviso fora desse horário a fim de, prontamente, prestar apoio à equipe de Operação e Manutenção da Contratante para adaptação com os equipamentos e sistemas instalados. A atividade de Operação Assistida será de 30 (trinta) dias contados a partir do término do comissionamento.

**12. SOBRESSALENTES**

Os sobressalentes devem ser intercambiáveis e idênticos aos correspondentes originais e deverão ser fabricados com os mesmos procedimentos das peças originais quanto a materiais, processos de fabricação, inspeções e ensaios.

Os sobressalentes sujeitos a parametrização e programação deverão ser entregues aptos a entrarem prontamente em operação. Os mesmos devem ser testados juntamente com os originais durante os ensaios de Comissionamento.

Os sobressalentes devem ser entregues em embalagens adequadas para o seu armazenamento, devidamente identificadas e catalogadas.

As embalagens dos instrumentos sobressalentes devem garantir que os mesmos não fiquem sujeitos a condições que possam alterar sua calibração e invalidar a medição quando instalados em campo.

**12.1. CRITÉRIOS BÁSICOS DE FORNECIMENTO**

A CONTRATADA deverá incluir no fornecimento uma Lista Geral de Peças Sobressalentes, Ferramentas e Dispositivos Especiais, para possibilitar a manutenção dos equipamentos ao longo de um período de pelo menos cinco (5) anos de operação, dentre as quais a CONTRATANTE poderá optar pela aquisição ou não.

As listas apresentadas deverão conter um conjunto completo de ferramentas, dispositivos especiais, instrumentos de teste, softwares aplicativos de teste e diagnóstico com respectivo hardware operacional e todas as licenças incluídas, que sejam aplicados ao transporte, montagem, configuração, ajustes, testes, operação e manutenção dos equipamentos e sistemas fornecidos.

A CONTRATADA deverá, adicionalmente, apresentar uma lista detalhada, contendo inclusive o preço unitário de cada item, de modo a permitir a CONTRATANTE optar por aumentar a quantidade de algum item, à sua escolha.

**13. DOCUMENTAÇÃO****13.1. CRONOGRAMA DO FORNECIMENTO**

A CONTRATADA deverá elaborar e submeter para aprovação da CONTRATANTE, dentro dos prazos definidos no CONTRATO, o Cronograma de Apresentação dos Desenhos e Documentos do Projeto Executivo, abrangendo todo o escopo do fornecimento, incluindo o Plano Geral da Montagem dos Equipamentos e Sistemas e o Cronograma de Aquisição e Fabricação.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

Os cronogramas deverão apresentar as etapas de engenharia do Projeto Executivo, suprimento, fabricação, mobilização, instalação do canteiro, montagem e comissionamento para cada equipamento ou sistema do escopo deste Projeto Básico.

**13.1.1 De Fabricação e Transporte**

A CONTRATADA deverá submeter com antecedência de 60 dias antes do início da primeira atividade de fabricação, os cronogramas abrangendo todas as etapas de fabricação, testes e inspeções em fábrica, embalagem e transporte de todos os itens do fornecimento.

**13.1.2 De Montagem**

A CONTRATADA deverá submeter com antecedência de 60 dias antes do início da primeira atividade de montagem, os cronogramas específicos para cada uma das etapas de montagem dos equipamentos e sistemas eletromecânicos objeto do fornecimento, planejados sequencialmente nas atividades de data de entrega na obra e data para início da montagem.

**13.2. DOCUMENTAÇÃO ESPECÍFICA DAS UNIDADES FUNCIONAIS**

A documentação do Projeto Executivo elaborada pela CONTRATADA deverá ser submetida à aprovação da CONTRATANTE, em concordância com o cronograma de eventos e pagamentos contratuais. Toda documentação referente à Turbinas e Equipamentos deverá constar em contrato específico do fornecedor destes equipamentos, enquanto a documentação dos demais equipamentos deverá constar no contrato do fornecedor do BOP.

A CONTRATADA fará, às suas expensas, quaisquer modificações nos desenhos ou documentos que sejam necessárias para obter a aceitação final da CONTRATANTE.

A CONTRATADA deverá elaborar e submeter à aceitação da CONTRATANTE o caderno de encargos (*work statement*) para cada Unidade Funcional, incluindo no mínimo:

- a) Definições detalhadas do Projeto Executivo do fornecimento eletromecânico.
- a) Arquitetura funcional.
- b) Critérios adotados para:
  - Execução de comandos e atuação sobre os equipamentos da Barragem dos Imigrantes;
  - Configuração dos relatórios de operação, comando, alarmes e eventos;
  - Elaboração do Plano de Inspeção e Testes - PIT e para as Instruções de Teste de Campo - ITC do comissionamento;
  - Elaboração dos Manuais de Manutenção, de software e de hardware, do fornecimento;
  - Elaboração do Manual de Montagem de cada Unidade Funcional;
  - Elaboração do Manual de Operação e Manutenção de cada Unidade Funcional;
  - e,
  - Formação de TAGs.

**BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU**

A CONTRATADA, adicionalmente, deverá submeter para aceitação da CONTRATANTE, para cada Unidade Funcional, no mínimo a seguinte documentação que fará parte integrante do fornecimento:

- Cronograma de documentos;
- Desenhos de arranjo geral;
- Desenhos detalhados de equipamentos e materiais necessários à fabricação e montagem;
- Folhas de dados e/ou catálogos dos materiais aplicados na pintura;
- Catálogos para cada componente de fabricação seriada;
- Memoriais de cálculo;
- Manuais de montagem, operação e manutenção;
- Planos de Inspeção e Testes em Fábrica;
- Instruções de Testes de Campo;
- Relatórios de Ensaio de Comissionamento;
- Diagramas e esquemas elétricos;
- "Data Book" ou caderno de ocorrências durante a fabricação, montagem e ensaios de cada equipamento.

**14. TREINAMENTO E GARANTIAS****14.1. TREINAMENTO**

O treinamento completo da equipe técnica de operação e manutenção da CONTRATANTE, sobre os equipamentos e sistemas descritos no Fornecedor, será de responsabilidade da CONTRATADA.

**14.2. GARANTIAS**

A CONTRATADA deverá garantir e assumir toda a responsabilidade pela exatidão e complementação do fornecimento contratado, pela CONTRATANTE, inclusive pelos seus Subfornecedores, bem como pelo desempenho do mesmo de acordo com o projeto.

Se a CONTRATANTE constatar qualquer irregularidade, deficiência ou vício do equipamento, poderá tomar as providências que julgar cabíveis e eficazes para corrigi-las a custo da CONTRATADA ou se ressarcir, no caso de omissão desta e quando a deficiência ou vício não tenham correção satisfatória.