



**MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL**  
Secretaria de Infra-estrutura Hídrica

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

**Projeto Executivo do Lote C - Eixo Leste**

## **ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS**

## **EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E MECÂNICOS**

**1230-EST-2001-80-10-008-R05**

**RECIFE-PE**

**C O N S Ó R C I O**

**TECHNE • PROJETEC • BRLi**

**Dezembro - 2008**



**PROJETEC**





**MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL**  
Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica

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

**Projeto Executivo do Lote C - Eixo Leste**

## **ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS**

# **EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E MECÂNICOS**

1230-EST-2001-80-10-008-R05  
RECIFE-PE

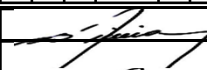
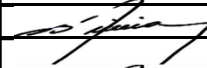
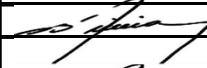
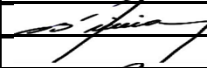
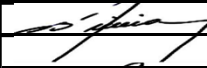

C O N S Ó R C I O

TECHNE • PROJETEC • BRLi

**Dezembro - 2008**



|  |   |   |   |   |   |   |   |   |        |   |   |   |   |   |   |   |   |        |   |   |   |   |   |   |   |     |        |  |   |   |   |   |   |   |           |  |  |  |  |  |  |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|--------|---|---|---|---|---|---|---|-----|--------|--|---|---|---|---|---|---|-----------|--|--|--|--|--|--|
| <b>ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS - EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E MECÂNICOS</b> |   |   |   |   |   |   |   |   |        |   |   |   |   |   |   |   |   |        |   |   |   |   |   |   |   |     |        | Número<br><b>1230-EST-2001-80-10-008</b> |   |   |   |   |   |   | Folha 1/1 |  |  |  |  |  |  |
| Esta folha índice indica em que revisão está cada folha na emissão citada  |   |   |   |   |   |   |   |   |        |   |   |   |   |   |   |   |   |        |   |   |   |   |   |   |   |     |        |  |   |   |   |   |   |   |           |  |  |  |  |  |  |
| Fl/Rev   | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Fl/Rev | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Fl/Rev | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7   | Fl/Rev | 0  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7         |  |  |  |  |  |  |
| 1  |   |   |   |   |   |   |   |   | 36     |   |   |   |   |   |   |   |   | 71     |   |   |   |   |   |   |   | 106 |        |  |   |   |   |   |   |   |           |  |  |  |  |  |  |
| 2  |   |   |   |   |   |   |   |   | 37     |   |   |   |   |   |   |   |   | 72     |   |   |   |   |   |   |   | 107 |        |  |   |   |   |   |   |   |           |  |  |  |  |  |  |
| 3  |   |   |   |   |   |   |   |   | 38     |   |   |   |   |   |   |   |   | 73     |   |   |   |   |   |   |   | 108 |        |  |   |   |   |   |   |   |           |  |  |  |  |  |  |
| 4  |   |   |   |   |   |   |   |   | 39     |   |   |   |   |   |   |   |   | 74     |   |   |   |   |   |   |   | 109 |        |  |   |   |   |   |   |   |           |  |  |  |  |  |  |
| 5  |   |   |   |   |   |   |   |   | 40     |   |   |   |   |   |   |   |   | 75     |   |   |   |   |   |   |   | 110 |        |  |   |   |   |   |   |   |           |  |  |  |  |  |  |
| 6  |   |   |   |   |   |   |   |   | 41     |   |   |   |   |   |   |   |   | 76     |   |   |   |   |   |   |   | 111 |        |  |   |   |   |   |   |   |           |  |  |  |  |  |  |
| 7  |   |   |   |   |   |   |   |   | 42     |   |   |   |   |   |   |   |   | 77     |   |   |   |   |   |   |   | 112 |        |  |   |   |   |   |   |   |           |  |  |  |  |  |  |
| 8  |   |   |   |   |   |   |   |   | 43     |   |   |   |   |   |   |   |   | 78     |   |   |   |   |   |   |   | 113 |        |  |   |   |   |   |   |   |           |  |  |  |  |  |  |
| 9  |   |   |   |   |   |   |   |   | 44     |   |   |   |   |   |   |   |   | 79     |   |   |   |   |   |   |   | 114 |        |  |   |   |   |   |   |   |           |  |  |  |  |  |  |
| 10   |   |   |   |   |   |   |   |   | 45     |   |   |   |   |   |   |   |   | 80     |   |   |   |   |   |   |   | 115 |        |  |   |   |   |   |   |   |           |  |  |  |  |  |  |
| 11   |   |   |   |   |   |   |   |   | 46     |   |   |   |   |   |   |   |   | 81     |   |   |   |   |   |   |   | 116 |        |  |   |   |   |   |   |   |           |  |  |  |  |  |  |
| 12   |   |   |   |   |   |   |   |   | 47     |   |   |   |   |   |   |   |   | 82     |   |   |   |   |   |   |   | 117 |        |  |   |   |   |   |   |   |           |  |  |  |  |  |  |
| 13   |   |   |   |   |   |   |   |   | 48     |   |   |   |   |   |   |   |   | 83     |   |   |   |   |   |   |   | 118 |        |  |   |   |   |   |   |   |           |  |  |  |  |  |  |
| 14   |   |   |   |   |   |   |   |   | 49     |   |   |   |   |   |   |   |   | 84     |   |   |   |   |   |   |   | 119 |        |  |   |   |   |   |   |   |           |  |  |  |  |  |  |
| 15   |   |   |   |   |   |   |   |   | 50     |   |   |   |   |   |   |   |   | 85     |   |   |   |   |   |   |   | 120 |        |  |   |   |   |   |   |   |           |  |  |  |  |  |  |
| 16   |   |   |   |   |   |   |   |   | 51     |   |   |   |   |   |   |   |   | 86     |   |   |   |   |   |   |   | 121 |        |  |   |   |   |   |   |   |           |  |  |  |  |  |  |
| 17   |   |   |   |   |   |   |   |   | 52     |   |   |   |   |   |   |   |   | 87     |   |   |   |   |   |   |   | 122 |        |  |   |   |   |   |   |   |           |  |  |  |  |  |  |
| 18   |   |   |   |   |   |   |   |   | 53     |   |   |   |   |   |   |   |   | 88     |   |   |   |   |   |   |   | 123 |        |  |   |   |   |   |   |   |           |  |  |  |  |  |  |
| 19   |   |   |   |   |   |   |   |   | 54     |   |   |   |   |   |   |   |   | 89     |   |   |   |   |   |   |   | 124 |        |  |   |   |   |   |   |   |           |  |  |  |  |  |  |
| 20   |   |   |   |   |   |   |   |   | 55     |   |   |   |   |   |   |   |   | 90     |   |   |   |   |   |   |   | 125 |        |  |   |   |   |   |   |   |           |  |  |  |  |  |  |
| 21   |   |   |   |   |   |   |   |   | 56     |   |   |   |   |   |   |   |   | 91     |   |   |   |   |   |   |   | 126 |        |  |   |   |   |   |   |   |           |  |  |  |  |  |  |
| 22   |   |   |   |   |   |   |   |   | 57     |   |   |   |   |   |   |   |   | 92     |   |   |   |   |   |   |   | 127 |        |  |   |   |   |   |   |   |           |  |  |  |  |  |  |
| 23   |   |   |   |   |   |   |   |   | 58     |   |   |   |   |   |   |   |   | 93     |   |   |   |   |   |   |   | 128 |        |  |   |   |   |   |   |   |           |  |  |  |  |  |  |
| 24   |   |   |   |   |   |   |   |   | 59     |   |   |   |   |   |   |   |   | 94     |   |   |   |   |   |   |   | 129 |        |  |   |   |   |   |   |   |           |  |  |  |  |  |  |
| 25   |   |   |   |   |   |   |   |   | 60     |   |   |   |   |   |   |   |   | 95     |   |   |   |   |   |   |   | 130 |        |  |   |   |   |   |   |   |           |  |  |  |  |  |  |
| 26   |   |   |   |   |   |   |   |   | 61     |   |   |   |   |   |   |   |   | 96     |   |   |   |   |   |   |   | 131 |        |  |   |   |   |   |   |   |           |  |  |  |  |  |  |
| 27   |   |   |   |   |   |   |   |   | 62     |   |   |   |   |   |   |   |   | 97     |   |   |   |   |   |   |   | 132 |        |  |   |   |   |   |   |   |           |  |  |  |  |  |  |
| 28   |   |   |   |   |   |   |   |   | 63     |   |   |   |   |   |   |   |   | 98     |   |   |   |   |   |   |   | 133 |        |  |   |   |   |   |   |   |           |  |  |  |  |  |  |
| 29   |   |   |   |   |   |   |   |   | 64     |   |   |   |   |   |   |   |   | 99     |   |   |   |   |   |   |   | 134 |        |  |   |   |   |   |   |   |           |  |  |  |  |  |  |
| 30   |   |   |   |   |   |   |   |   | 65     |   |   |   |   |   |   |   |   | 100    |   |   |   |   |   |   |   | 135 |        |  |   |   |   |   |   |   |           |  |  |  |  |  |  |
| 31   |   |   |   |   |   |   |   |   | 66     |   |   |   |   |   |   |   |   | 101    |   |   |   |   |   |   |   | 136 |        |  |   |   |   |   |   |   |           |  |  |  |  |  |  |
| 32   |   |   |   |   |   |   |   |   | 67     |   |   |   |   |   |   |   |   | 102    |   |   |   |   |   |   |   | 137 |        |  |   |   |   |   |   |   |           |  |  |  |  |  |  |
| 33   |   |   |   |   |   |   |   |   | 68     |   |   |   |   |   |   |   |   | 103    |   |   |   |   |   |   |   | 138 |        |  |   |   |   |   |   |   |           |  |  |  |  |  |  |
| 34   |   |   |   |   |   |   |   |   | 69     |   |   |   |   |   |   |   |   | 104    |   |   |   |   |   |   |   | 139 |        |  |   |   |   |   |   |   |           |  |  |  |  |  |  |
| 35   |   |   |   |   |   |   |   |   | 70     |   |   |   |   |   |   |   |   | 105    |   |   |   |   |   |   |   | 140 |        |  |   |   |   |   |   |   |           |  |  |  |  |  |  |

|    |            |             |   |   |                           |
|----|------------|-------------|---|---|---------------------------|
| 05 | 15/05/2012 | Adelmo Lapa | C |  | Revião Conforme CTE 09150 |
| 04 | 07/05/2012 | Adelmo Lapa | C |  | Revião Geral              |
| 03 | 01/07/2011 | Adelmo Lapa | C |  | Revião Geral              |
| 02 | 09/02/2009 | Adelmo Lapa | C |  | Mudança de Status         |
| 01 | 06/02/2009 | Adelmo Lapa | B |  | Revisão Geral             |
| 00 | 23/12/2008 | Adelmo Lapa | B |  | Emissão Inicial           |

| Rev. | Data | Por | Em. | Aprov. | Descrição das revisões |
|------|------|-----|-----|--------|------------------------|
|------|------|-----|-----|--------|------------------------|

| TIPO DE EMISSÃO       |                         |                 |
|-----------------------|-------------------------|-----------------|
| (A) Preliminar        | (E) Para Construção     | (I) de Trabalho |
| (B) Para Aprovação    | (F) Conforme Comprado   | ( )             |
| (C) Para Conhecimento | (G) Conforme Construído | ( )             |
| (D) Para Cotação      | (H) Cancelado           | ( )             |

## SUMÁRIO

|          |  |    |
|----------|--|----|
| 1.       | OBJETIVO .....   | 1  |
| 2.       | IDIOMAS .....  | 1  |
| 3.       | UNIDADES .....   | 1  |
| 4.       | CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO .....                                  | 1  |
| 4.1      | LOCALIZAÇÃO .....  | 1  |
| 4.2      | ALTITUDE E CLIMA.....  | 1  |
| 5.       | REQUISITOS DE TROPICALIZAÇÃO .....                                       | 2  |
| 6.       | COOPERAÇÃO ENTRE FABRICANTES .....                                       | 2  |
| 7.       | MATERIAIS, COMPONENTES E EQUIPAMENTOS.....                               | 2  |
| 7.1      | GERAL .....  | 2  |
| 7.2      | CHAPAS E PERFIS LAMINADOS.....   | 2  |
| 7.3      | PEÇAS FUNDIDAS .....   | 3  |
| 7.4      | PEÇAS FORJADAS .....   | 3  |
| 7.5      | AÇOS INOXIDÁVEIS .....   | 4  |
| 7.6      | METAIS NÃO FERROSOS .....  | 4  |
| 8.       | NORMAS TÉCNICAS DE PROJETO.....  | 4  |
| 9.       | SOLICITAÇÕES NO CONCRETO .....   | 6  |
| 10.      | REQUISITOS GERAIS DO PROJETO, FABRICAÇÃO E QUALIDADE .....               | 6  |
| 11.      | REQUISITOS PARA O PROJETO ESTRUTURAL DE EQUIPAMENTOS .....               | 6  |
| 12.      | CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS .....                                       | 9  |
| 13.      | INTERCAMBIABILIDADE .....  | 9  |
| 14.      | SOLDAGEM E QUALIFICAÇÃO DE SOLDADORES .....                              | 9  |
| 15.      | REQUISITOS ELÉTRICOS GERAIS.....   | 11 |
| 15.1     | GERAL .....  | 11 |
| 15.2     | TENSÕES DISPONÍVEIS.....   | 11 |
| 15.3     | ATERRAMENTO.....   | 12 |
| 15.3.1   | Requisitos Gerais .....  | 12 |
| 15.3.2   | Caminhamento de Cabos .....  | 12 |
| 15.3.3   | Blindagem dos Cabos.....   | 12 |
| 15.3.4   | Blindagem de Módulos .....   | 13 |
| 15.3.5   | Cubículos e Quadros .....  | 13 |
| 15.3.6   | Outros Equipamentos.....   | 14 |
| 15.4     | COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA.....                                     | 14 |
| 15.5     | EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS - CONDIÇÕES AMBIENTAIS .....                    | 14 |
| 15.5.1   | Classificação Quanto aos Ambientes de Instalação e Uso .....             | 14 |
| 15.5.1.1 | Equipamentos para Instalação Abrigada em Ambientes Ventilados.....       | 14 |
| 15.5.1.2 | Equipamentos para Instalação Abrigada em Ambientes Confinados .....      | 14 |
| 15.5.1.3 | Equipamentos para Instalação ao Tempo .....                              | 15 |
| 15.5.1.4 | Altitude do Local de Instalação .....                                    | 15 |
| 15.5.1.5 | Suportabilidade a Vibrações .....  | 15 |
| 15.5.1.6 | Suportabilidade a Choques Mecânicos .....                                | 15 |
| 15.5.2   | Classificação Quanto à Influência da Fonte de Alimentação .....          | 15 |
| 15.5.3   | Classificação Quanto à Suportabilidade e Fenômenos Eletromagnéticos..... | 16 |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 15.5.3.1 | Suportabilidade à Tensão de Frequência Nominal.....     | 16 |
| 15.5.3.2 | Suportabilidade à Tensão de Impulso .....               | 16 |
| 15.5.3.3 | Suportabilidade a Transitórios Rápidos Repetitivos..... | 16 |
| 15.5.3.4 | Suportabilidade a Ondas Oscilatórias .....              | 16 |
| 15.5.3.5 | Suportabilidade a Descargas Eletrostáticas .....        | 16 |
| 15.5.3.6 | Suportabilidade à Radiação Eletromagnética .....        | 17 |
| 15.5.3.7 | Suportabilidade a Campos Magnéticos .....               | 17 |
| 15.5.3.8 | Suportabilidade a Campos Elétricos.....                 | 17 |
| 15.6     | INTERLIGAÇÃO ENTRE EQUIPAMENTOS.....                    | 17 |
| 15.6.1   | Geral .....   | 17 |
| 15.6.2   | Percurso dos Cabos .....                                | 17 |
| 15.7     | AUTOMATISMOS E INTERTRAVAMENTOS.....                    | 18 |
| 15.7.1   | Requisitos Gerais.....                                  | 18 |
| 15.7.2   | Automatismos.....                                       | 18 |
| 15.7.3   | Intertravamentos Elétricos .....                        | 18 |
| 15.7.4   | Intertravamentos Mecânicos.....                         | 18 |
| 15.7.5   | Bloqueios .....   | 19 |
| 15.8     | CONTATOS ELÉTRICOS DE EQUIPAMENTOS .....                | 19 |
| 15.9     | CUBÍCULOS, PAINÉIS, QUADROS E CAIXAS DE CONTROLE .....  | 20 |
| 15.9.1   | Requisitos Gerais.....                                  | 20 |
| 15.9.1.1 | Requisitos Construtivos.....                            | 20 |
| 15.9.1.2 | Projeto e Montagem .....                                | 21 |
| 15.9.1.3 | Proteção dos Circuitos .....                            | 21 |
| 15.9.2   | Barramento .....  | 21 |
| 15.9.3   | Iluminação.....   | 22 |
| 15.9.4   | Aquecimento.....  | 22 |
| 15.9.5   | Tomadas Multipolares .....                              | 22 |
| 15.9.6   | Réguas de Bornes e Acessórios .....                     | 22 |
| 15.9.7   | Fiação Interna .....                                    | 23 |
| 15.9.7.1 | Geral .....   | 23 |
| 15.9.7.2 | Condutores .....  | 24 |
| 15.9.7.3 | Conexões em Quadros Eletrônicos .....                   | 25 |
| 15.9.7.4 | Calhas Plásticas .....                                  | 25 |
| 15.9.7.5 | Identificação da Fiação.....                            | 25 |
| 15.9.8   | Identificação dos Equipamentos .....                    | 25 |
| 15.10    | DISJUNTORES DE CAIXA MOLDADA .....                      | 26 |
| 15.10.1  | Corrente Alternada.....                                 | 26 |
| 15.10.2  | Corrente Contínua.....                                  | 27 |
| 15.11    | TRANSFORMADORES .....                                   | 27 |
| 15.11.1  | Transformadores de Potencial.....                       | 27 |
| 15.11.2  | Transformadores de Corrente.....                        | 27 |
| 15.11.3  | Transformadores de Comando.....                         | 28 |
| 15.12    | CONTADORES E RELÉS TÉRMICOS.....                        | 28 |
| 15.13    | SOLENÓIDES .....  | 29 |
| 15.14    | MOTORES ELÉTRICOS.....                                  | 29 |

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| 15.15     | RELÉS.....  | 30 |
| 15.15.1   | Relés de Proteção .....                                   | 30 |
| 15.15.2   | Relés de Bloqueio .....                                   | 31 |
| 15.15.3   | Relés Auxiliares.....                                     | 31 |
| 15.15.4   | Relés de Tempo.....                                       | 31 |
| 15.16     | TRANSDUTORES .....  | 32 |
| 15.16.1   | Geral .....   | 32 |
| 15.16.2   | Requisitos específicos .....                              | 33 |
| 15.16.2.1 | Transdutores de Tensão.....                               | 33 |
| 15.16.2.2 | Transdutores de Corrente .....                            | 33 |
| 15.16.2.3 | Transdutores de Potência Ativa .....                      | 33 |
| 15.16.2.4 | Transdutores de Potência Reativa .....                    | 33 |
| 15.16.2.5 | Transdutores de Frequência .....                          | 33 |
| 15.16.2.6 | Transdutores de Temperatura .....                         | 33 |
| 15.16.2.7 | Transdutores de Pressão .....                             | 33 |
| 15.16.2.8 | Transdutores de Vazão.....                                | 33 |
| 15.16.2.9 | Transdutores de Nível.....                                | 34 |
| 15.17     | INSTRUMENTOS INDICADORES .....                            | 34 |
| 15.18     | CHAVES SELETORAS E DE COMANDO .....                       | 35 |
| 15.18.1   | Geral .....   | 35 |
| 15.18.2   | Espelhos.....   | 35 |
| 15.18.3   | Chaves Seletoras .....                                    | 35 |
| 15.18.4   | Chaves de Comando.....                                    | 36 |
| 15.19     | BOTONEIRAS DE COMANDO .....                               | 36 |
| 15.19.1   | Geral .....   | 36 |
| 15.19.2   | Cores .....   | 36 |
| 15.20     | SINALIZADORES LUMINOSOS.....                              | 36 |
| 15.20.1   | Geral .....   | 36 |
| 15.20.2   | Cores .....   | 37 |
| 15.21     | TERMINAÇÕES DE CABOS .....                                | 38 |
| 15.21.1   | Cabos de Potência de Baixa Tensão.....                    | 38 |
| 15.21.2   | Cabos de Controle e Instrumentação .....                  | 38 |
| 15.22     | BLOCOS DE TESTES .....                                    | 38 |
| 15.23     | FUSÍVEIS DE BAIXA TENSÃO.....                             | 38 |
| 15.24     | MATERIAIS PARA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS.....                 | 39 |
| 15.24.1   | Eletrodutos e Acessórios .....                            | 39 |
| 15.24.2   | Tomadas e Plugues.....                                    | 40 |
| 15.24.3   | Cabos de Interligação .....                               | 40 |
| 15.24.3.1 | Cabos de Energia .....                                    | 40 |
| 15.24.3.2 | Condutores de Iluminação .....                            | 40 |
| 15.24.3.3 | Cabos de Controle e de Instrumentação .....               | 40 |
| 15.25     | COMPONENTES E DISPOSITIVOS DE SUPERVISÃO E PROTEÇÃO ..... | 42 |
| 15.25.1   | Requisitos Gerais .....                                   | 42 |
| 15.25.2   | Manômetros .....  | 42 |
| 15.25.3   | Pressostatos .....  | 43 |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 15.25.4  | Dispositivos de Supervisão de Temperatura .....   | 43 |
| 15.25.5  | Termômetro de Linha.....  | 44 |
| 15.25.6  | Medidores de Vazão .....  | 44 |
| 15.25.7  | Chaves de Nível.....  | 44 |
| 15.25.8  | Chaves Fim-de-Curso .....   | 44 |
| 15.26    | CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS - CLP.....   | 45 |
| 16.      | REQUISITOS MECÂNICOS GERAIS .....   | 46 |
| 16.1     | JUNTAS E FIXADORES.....   | 46 |
| 16.2     | MANCAIS E BUCHAS .....  | 46 |
| 16.3     | DUTOS, TUBULAÇÕES E VÁLVULAS .....  | 47 |
| 16.4     | TROCADORES DE CALOR .....   | 48 |
| 17.      | PINTURA, ACABAMENTO E REVESTIMENTO DE PROTEÇÃO.....   | 48 |
| 17.1     | NORMAS E REQUISITOS .....   | 48 |
| 17.2     | GENERALIDADES .....   | 49 |
| 17.2.1   | Superfícies Embutidas.....  | 49 |
| 17.2.2   | Tubulações Embutidas .....  | 49 |
| 17.2.3   | Superfícies Usinadas .....  | 49 |
| 17.2.4   | Superfícies sem Pintura .....   | 49 |
| 17.2.5   | Superfícies Zincadas .....  | 49 |
| 17.2.6   | Parafusos, Porcas e Arruelas .....  | 50 |
| 17.2.7   | Materiais Inoxidáveis, Não-Ferrosos, Usinados .....   | 50 |
| 17.2.8   | Componentes de Painéis, Cubículos e Afins .....   | 50 |
| 17.2.9   | Tratamento de Superfícies .....   | 50 |
| 17.2.10  | Pintura - Aplicação das Tintas .....  | 51 |
| 17.2.11  | Superfície em Contato .....   | 52 |
| 17.3     | RETOQUES DE PINTURA NA OBRA .....   | 52 |
| 17.4     | RESPONSABILIDADE DOS SERVIÇOS/FORNECIMENTO DE TINTAS .....  | 52 |
| 17.5     | QUALIDADE DAS TINTAS E INSPEÇÕES.....   | 53 |
| 17.6     | ESQUEMAS DE PINTURA, PREPARO DE SUPERFÍCIES E ABRANGÊNCIA.....  | 53 |
| 17.6.1   | Generalidades.....  | 53 |
| 17.6.2   | Superfícies em Contato Permanente com Água .....  | 54 |
| 17.6.3   | Superfícies Submersas.....  | 54 |
| 17.6.4   | Superfícies Internas e Externas do Conduto de Adução ou Forçado .....   | 55 |
| 17.6.4.1 | Revestimentos internos em instalações aéreas e enterradas.....  | 55 |
| 17.6.4.2 | Revestimentos externos em instalações aéreas e abrigadas .....  | 55 |
| 17.6.4.3 | Revestimentos externos em instalações enterradas .....  | 55 |
| 17.6.5   | Superfícies Aparentes - Protegidas (Sob Teto).....  | 55 |
| 17.6.6   | Superfícies Aparentes - Intemperismo .....  | 56 |
| 17.6.7   | Superfícies em Contato Permanente com Óleo .....  | 57 |
| 17.6.8   | Tubos, Conexões, Válvulas e Acessórios - Protegidas e/ou Intemperismo Limpeza e Preparação de Superfícies ..... | 57 |
| 17.6.9   | Superfícies Zincadas .....  | 58 |
| 17.6.10  | Padrão do Fabricante.....   | 59 |
| 17.7     | PINTURA DE IDENTIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E SISTEMAS .....  | 59 |
| 17.8     | SUPERFÍCIES DE EMENDAS QUE SERÃO SOLDADAS NA OBRA .....   | 61 |
| 17.9     | TRANSPORTE E MANUSEIO APÓS A PINTURA.....   | 61 |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 17.10   | GENERALIDADES PARA A PINTURA NA OBRA .....   | 61 |
| 17.10.1 | Tópicos Gerais.....  | 61 |
| 17.10.2 | Preparo de Superfície .....  | 61 |
| 17.10.3 | Equipamentos e Materiais .....   | 62 |
| 17.10.4 | Qualidade das Tintas, Inspeções e Serviços .....                                       | 62 |
| 17.10.5 | Assistência Técnica .....  | 62 |
| 17.10.6 | Pessoal de Pintura .....   | 63 |
| 17.10.7 | Rendimento das Tintas.....   | 63 |
| 17.11   | TESTE DE ADERÊNCIA.....  | 63 |
| 17.12   | CLASSIFICAÇÃO DOS TIPOS DE SERVIÇO .....   | 68 |
| 18.     | INSPEÇÃO E ENSAIOS .....   | 68 |
| 18.1    | GERAL .....  | 68 |
| 18.2    | ENSAIOS DESTRUTIVOS E NÃO DESTRUTIVOS, PROCEDIMENTOS DE INSPEÇÃO E PADRÕES E ACEITAÇÃO | 69 |
| 18.3    | VERIFICAÇÕES DIMENSIONAIS E INSPEÇÕES DE COMPONENTES .....                             | 72 |
| 18.3.1  | Geral .....  | 72 |
| 18.3.2  | Componentes Estruturais .....  | 72 |
| 18.3.3  | Componentes Básicos.....   | 72 |
| 18.3.4  | Peças Sobressalentes .....   | 75 |
| 18.4    | PROCEDIMENTO DE REPARO .....   | 75 |
| 18.5    | RELATÓRIOS DE ENSAIOS .....  | 75 |
| 18.6    | PRÉ-MONTAGEM E INSPEÇÃO FINAL DA FÁBRICA.....  | 75 |
| 18.6.1  | Geral .....  | 75 |
| 19.     | MONTAGEM NA FÁBRICA E NA OBRA .....  | 75 |
| 19.1    | ARMAZENAGEM NA OBRA .....  | 76 |
| 19.2    | MONTAGEM NA OBRA .....   | 76 |
| 20.     | PLACAS E PLAQUETAS DE IDENTIFICAÇÃO.....   | 76 |
| 20.1    | GERAL .....  | 76 |
| 20.2    | PLACAS DE IDENTIFICAÇÃO E DE CARACTERÍSTICAS .....                                     | 76 |
| 20.3    | PLAQUETAS DE IDENTIFICAÇÃO E DE CARACTERÍSTICAS .....                                  | 76 |
| 20.3.1  | Componentes Internos .....   | 76 |
| 20.3.2  | Quadros Elétricos .....  | 77 |
| 20.3.3  | Componentes Frontais .....   | 77 |
| 20.3.4  | Equipamento do Tipo Extraível.....   | 77 |
| 20.4    | MATERIAIS E ACABAMENTOS .....  | 77 |
| 20.4.1  | Placas de Identificação e de Características.....                                      | 77 |
| 20.4.2  | Plaquetas de Identificação e de Características.....                                   | 77 |
| 20.5    | DESENHOS DAS PLACAS E PLAQUETAS .....  | 78 |
| 21.     | TREINAMENTO .....  | 78 |



## **1. OBJETIVO**

Estas Especificações Técnicas Gerais aplicam-se a todos os equipamentos destinados à INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO, englobando os requisitos gerais que devem ser obedecidos no projeto, fabricação, inspeção, ensaios, embalagem para transporte, transporte, armazenagem na obra, montagem na obra, supervisão de montagem, e testes e comissionamento destes equipamentos. Em caso de divergência entre este documento e as especificações técnicas prevalecem estas últimas.

As Especificações Técnicas Gerais devem ser consideradas em conjunto com as Especificações Técnica Específicas de cada equipamento, para perfeita compreensão, pois as mesmas são interdependentes.

Nota: como estas especificações são gerais não se aplicam exigências claramente definidas como não aplicáveis ao(s) componente(s) a ser(em) fornecido(s).

## **2. IDIOMAS**

Toda documentação técnica e toda e qualquer forma de comunicação utilizada no empreendimento deverá ser realizada no idioma português; para documentação técnica poderá ser usado também o idioma inglês.

## **3. UNIDADES**

Exceto onde indicado em contrário, todo o fornecimento deverá ser feito com base nas unidades e grandezas definidas na norma "International Organization for Standardization - ISO 1000" denominada: "SI Units Recommendations For The Use Of Their Multiples And Of Certain Other Units."

## **4. CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO**

### **4.1 LOCALIZAÇÃO**

O Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional localiza-se em partes dos Estados do Ceará, da Paraíba, Pernambuco e do Rio Grande do Norte, área central do Polígono das Secas.

### **4.2 ALTITUDE E CLIMA**

O local das estações de bombeamento, estruturas das usinas e barramentos e estruturas de controle, apresentam as seguintes características:

- Altitude acima do nível do mar inferior a 1000 m;
- Temperatura máxima do ar 40 °C;
- Temperatura mínima do ar 0 °C;
- Temperatura média anual do ar 24 °C;
- Velocidade do vento máxima a temp. de 15 °C 126 km/h;

- Máxima umidade relativa (interna à Casa de Força) 90 %;
- Média anual da umidade relativa 85%;
- Qualidade do ar baixa salinidade;
- Grau de poluição (IEC 60071-2, tabela I) sem poluição significativa;
- Chuva maior incidência (mal distribuída) média /ano 800mm.

## **5. REQUISITOS DE TROPICALIZAÇÃO**

Os equipamentos e materiais fornecidos serão adequados às condições climáticas da região (ver item 4.3 deste) e, quando necessário, especialmente tratados e processados para entrega, armazenamento e serviço.

Materiais e processos tropicalizantes deverão ser selecionados, de acordo com as melhores práticas comerciais e industriais.

## **6. COOPERAÇÃO ENTRE FABRICANTES**

Sempre que necessário, haverá troca de todas as informações necessárias entre fabricantes para assegurar a perfeita coordenação do projeto e fabricação de todas as peças interconectadas ou relacionadas.

## **7. MATERIAIS, COMPONENTES E EQUIPAMENTOS**

### **7.1 GERAL**

Todos os equipamentos, materiais e componentes fornecidos serão, novos, normalizados, da melhor qualidade e convenientemente apropriados ao fim a que se destinam.

Os materiais utilizados nos equipamentos a serem fornecidos, serão selecionados com base nas últimas edições das normas relacionadas a seguir.

### **7.2 CHAPAS E PERFIS LAMINADOS**

As chapas e os perfis laminados deverão ter suas propriedades físicas e químicas de acordo com as normas ASTM, ou equivalentes, conforme a seguir:

- Para chapas de aço carbono, destinadas as 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), ou ASTM A516, "Specification for Pressure Vessel Plates, Carbon Steel, for Moderate and Lower Temperature Service" - grau 60 (para chapas com espessura superior a 50 mm), ou ASTM A517, "Specification for Pressure Vessel Plates, Alloy Steel, High-Strength, Quenched and Tempered", a ser utilizado apenas para soldagem na fábrica;
- Para chapas e perfis de aço carbono, de uso estrutural: ASTM A36, "Specification for Structural Steel";

- Para 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";
- Para chapas sem função estrutural: ASTM A283, "Specification for Low and Intermediate Tensile Strength Carbon - Steel Plates of Structural Quality, grau B, ou A 285, grau A ou B".

As chapas empregadas deverão ter suas propriedades, mecânicas e composição química, comprovadas por meio de certificados de qualidade de material, emitidos pelo próprio fabricante das chapas. 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.

O afastamento inferior permissível na espessura de chapas grossas deverá ser, em qualquer caso, de 0,25 mm, conforme recomendações da norma NBR-11889 da ABNT.

### **7.3 PEÇAS FUNDIDAS**

As peças fundidas deverão ter suas propriedades físicas e químicas de acordo com as normas ASTM, ou equivalentes, conforme a seguir:

- 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;
- 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;
- Ferro fundido: ASTM A48. "Specification for Gray Iron Castings", classe 30.

Antes a 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 do cliente.

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.

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

### **7.4 PEÇAS FORJADAS**

As peças forjadas deverão ter suas propriedades físicas e químicas conforme as definidas nas normas ASTM, ou equivalentes, conforme a seguir:

- Forjados de aço: ASTM A668, "Specification for Steel Forgings, Carbon and Alloy, for General Industrial Use;

- 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".

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

## **7.5 AÇOS INOXIDÁVEIS**

Os aços inoxidáveis deverão ter suas propriedades físicas e químicas conforme definidas nas normas ASTM, ou equivalentes, conforme a seguir:

- 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", tipo 410 ou ASTM A240, "Specification for Heat-Resisting Chromium and Chromium-Nickel Stainless Steel Plate, and Strip for Fusion-Welded Unfired Pressure Vessels", tipo 405 e tipo 410;
- Barras de aço resistentes a corrosão: ASTM A276 "Specification for Stainless and Heat Resisting Steel Bars and Shapes", tipo 410 ou 316.

## **7.6 METAIS NÃO FERROSOS**

Os metais não ferrosos deverão ter suas propriedades físicas e químicas conforme as definidas nas normas ASTM ou equivalentes, conforme a seguir:

- Bronze para mancais, buchas, chapas de desgaste, etc.: ASTM B584, "Specification for Copper-Alloy Sand Casting for General Applications", Liga 903, 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.

## **8. NORMAS TÉCNICAS DE PROJETO**

Serão aplicadas normas brasileiras e/ou internacionais. Nos casos de discordância e omissões, prevalecerão as condições estipuladas nas Especificações Técnicas.

Todos os elementos que fizerem parte dos fornecimentos serão dimensionados para as condições mais desfavoráveis possíveis, seja durante seu funcionamento, montagem ou transporte, segundo o critério da norma adotada.

Exceto se algo for citado em contrário nestas Especificações Técnicas Gerais - ETG, ou nos Desenhos, o projeto, valores nominais, características técnicas, qualidade de fabricação, armazenagem, montagem e ensaios de todos os materiais e equipamentos, objeto do fornecimento, deverão estar de acordo com as últimas edições das normas das organizações a seguir indicadas:

- ABNT - "Associação Brasileira de Normas Técnicas";
- ANSI - "American National Standards Institute";
- ASME - "American Society of Mechanical Engineers";
- ASTM - "American Society for Testing and Materials";
- ASE - "Association Suisse de Electriciens";
- AWS - "American Welding Society";
- DIN - "Deutsches Institute für Normung";
- IEC - "International Eletrotechnical Commission";
- ISA - "Instrument Society of America";
- IEEE - "Institute of Electrical and Electronics Engineers";
- NEC - "National Electrical Code";
- NEMA - "National Electric Manufacturers Association";
- SAE - "Society of Automotive Engineers";
- SSPC - "Steel Structure Painting Council";
- BUREC - "US Bureau of Reclamation";
- SMACNA - "Sheet Metal and Air Conditioning Association";
- ASHRAE - "American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers";
- AWWA - "American Water Works Association";
- API - "American Petroleum Institute";
- HI (USA) - "Hydraulics Institute";
- NFPA - "National Fire Protection Association";
- DEMA - "Diesel Engine Manufacturers Association";
- AFNOR - "Association Française de Normalization";
- SHF - "Société Hydrotechnique de France".

Se o FORNECEDOR, por qualquer motivo, deseja desviar-se ou utilizar materiais não cobertos pelas normas relacionadas, ele deverá descrever a natureza exata e o grau de desvio ou exceção, submetendo à análise, para emissão de atestado de conformidade, as especificações completas dos materiais que propõem utilizar.

O projeto estrutural deverá ser feito de acordo com uma só norma ou um grupo de normas comuns não conflitantes. Normas estabelecidas por outras entidades congêneres somente serão aceitas para dimensionamento e projeto de peças em relação as quais as normas indicadas forem omissas.

Em caso de divergência entre normas a decisão final será tomada pelo Cliente e, em caso de conflito entre as normas adotadas e as diretrizes destas Especificações, prevalecerão estas últimas.

Todos os fornecimentos de equipamentos e materiais elétricos deverão contemplar e atender todos os requisitos previstos na NR-10 - Segurança em instalações e serviços com eletricidade.

## **9. SOLICITAÇÕES NO CONCRETO**

A pressão de contato entre as peças do equipamento e o concreto não será superior a 90 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 solicitada solicitação por escrito.

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

## **10. REQUISITOS GERAIS DO PROJETO, FABRICAÇÃO E QUALIDADE**

Os equipamentos serão projetados, fabricados e montados segundo as mais modernas técnicas de engenharia. Com relação ao desempenho, serão adequados para as condições de funcionamento a que serão submetidos.

O fabricante deverá conservar durante um prazo a ser definido com o cliente, a partir da data de entrega do equipamento completo, sem ônus para o cliente, todos os projetos e dispositivos de fabricação e todas as informações de projeto que poderão ser utilizados na eventual execução de reparos ou informações de projeto que poderão ser utilizados na eventual execução de reparos ou em eventuais substituições de peças no referido equipamento.

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.

## **11. REQUISITOS PARA O PROJETO ESTRUTURAL DE EQUIPAMENTOS**

Para todos os cálculos e análises a serem efetuados para o dimensionamento dos equipamentos eletromecânicos principais, os carregamentos serão definidos como segue:

### **a) Carregamentos Permanentes**

São aqueles aos quais os equipamentos, ou componentes estarão submetidos durante a operação normal, como por exemplo: a operação em regime permanente, os transitórios decorrentes de rejeição de plena carga no caso das unidades moto-bombas, a condição em repouso (equipamento parado) e outros similares.

## b) Carregamentos Ocasionais e Controlados

São aqueles aos quais os equipamentos, ou componentes serão ocasionalmente submetidos e para os quais admitem-se limites de tensões maiores do que aquelas do caso a). São, por exemplo, aqueles carregamentos decorrentes dos processos de fabricação e de montagem, de ensaios específicos durante o período de montagem e comissionamento, de falhas em proteções primárias (sobrevelocidades, falhas de fins-de-curso etc.), carregamentos devidos à atuação de níveis excepcionais nos reservatórios e outros similares.

## c) Carregamentos Excepcionais

São aqueles cuja ocorrência embora seja muito improvável devem ser analisados. Admite-se que, para esses casos, os limites de tensões toleradas sejam maiores. Como exemplos de carregamentos excepcionais, podemos citar: curtos-circuitos; operação em disparo; transitórios causados por operações anormais, e similares.

Será elaborada uma descrição completa da metodologia de cálculo empregada para o dimensionamento de seus componentes.

## d) Tensões Mecânicas Calculadas Segundo Métodos de Elementos Finitos

Os principais subconjuntos executados em caldeiraria, fundição ou forjaria pesadas isto é as partes principais da bomba, do motor, das comportas, do conduto de adução e forçado etc. deverão sempre que possível e que suas dimensões e importância justificarem, ser dimensionados utilizando-se o método de elementos finitos ou elementos de fronteira, os cálculos tradicionais, desde que aprovada a sua utilização. Verificações similares também poderão ser exigidas para outros componentes desde que, ao longo do projeto executivo e a critério da Projetista, seja julgado importante um melhor detalhamento estrutural estático e dinâmico dos mesmos.

As tensões mecânicas combinadas, a serem comparadas com as tensões admissíveis, deverão ser calculadas segundo o critério de Von Mises.

Nos casos de cálculo por método tradicional, os critérios de aceitação são os seguintes (ver notas 1 e 2 a seguir):

| CONDIÇÕES DE CARREGAMENTO | TENSÕES ADMISSÍVEIS kgf/mm <sup>2</sup> |        |
|---------------------------|---|--------|
|                           | Te (%)                                  | Tr (%) |
| PERMANENTES               | 33                                      | 20     |
| OCASIONAIS E CONTROLADAS  | 50                                      | 33     |
| EXCEPCIONAIS              | 67                                      | 50     |

## Notas:

1. Para o dimensionamento de tirantes de alta resistência, submetidos predominantemente à tração ou compressão, em condição de carregamento permanente ou ocasional controlado, serão aceitas tensões máximas de até 70% do limite de escoamento do material;



2. Excepcionalmente para tensão média de contato entre tirante da coroa e chapa, em caso de disparo, desprezando-se (para efeito de cálculo) o efeito benéfico do atrito, será admitido que em caso de disparo pleno ("off-cam") não se ultrapasse 85% do limite de escoamento da chapa (o tirante deverá ter um limite de escoamento superior ao da chapa).

O fornecedor deverá apresentar tantas análises de elementos finitos ou de fronteira, quantas forem necessárias de modo a provar que os resultados obtidos nas análises numéricas efetivamente representem o comportamento do equipamento real. Critério similar poderá ser adotado quanto à definição dos valores numéricos dos carregamentos a serem considerados, os quais, na medida do possível, deverão se aproximar o mais precisamente das condições reais de carregamento da estrutura.

Para a obtenção dos níveis de tensões admissíveis deverão ser considerados os conceitos aqui definidos por tensões distribuídas e tensões concentradas.

Devem ser entendidas como regiões de tensões distribuídas, aquelas onde o gradiente de tensões na vizinhança dos pontos sejam menores do que 100 kPa/mm<sup>2</sup>, em módulo, e os valores pontuais máximos não ultrapassem aqueles limites definidos na tabela a seguir para tensões distribuídas.

As regiões de tensões concentradas são aquelas onde existe uma variação abrupta das tensões ao longo da mesma. As regiões de tensões concentradas são definidas como aquelas onde existam perturbações em sua vizinhança, que resultem em gradientes de variação de tensão superiores a 100 kPa/mm<sup>2</sup>, em módulo, produzindo patamares de tensões relativamente elevadas.

O quadro a seguir define os limites de tensões máximas para cada tipo de carregamento anteriormente citado, limites estes válidos para todas as peças em aço soldado fundido ou forjado em geral, para os casos que se utilizam elementos finitos ou de fronteira:

| CONDIÇÕES DE CARREGAMENTO | TENSÕES ADMISSÍVEIS kgf/mm <sup>2</sup> |        |
|---------------------------|---|--------|
|                           | TENSÕES DISTRIBUÍDAS                    |        |
|                           | Te (%)                                  | Tr (%) |
| PERMANENTES               | 50                                      | 35     |
| OCASIONAIS E CONTROLADAS  | 70                                      | 45     |
| EXCEPCIONAIS              | 80                                      | 50     |

No caso em que houver ponto de concentração de tensão (que excedam os valores acima) O FORNECEDOR deverá demonstrar, por meio de cálculo por elementos finitos ou de fronteiras, utilizando elementos elasto-plásticos, que a estrutura pode suportar, sem deformações que possam comprometer a função estrutural da peça, os seguintes carregamentos sem risco de ruptura:

| CONDIÇÕES DE CARREGAMENTO | CAPACIDADE DE CARGAS EM RISCO DE RUPTURA |
|---------------------------|--|
| PERMANENTES               | CINCO VEZES O CARREGAMENTO PREVISTO      |
| OCASIONAIS E CONTROLADAS  | QUATRO VEZES O CARREGAMENTO PREVISTO     |
| EXCEPCIONAIS              | DUAS VEZES O CARREGAMENTO PREVISTO       |



Sempre que necessário, os cálculos deverão também ser acompanhados de uma análise de estabilidade quanto ao colapso por flambagem e/ou fadiga do componente.

Para o dimensionamento de tirantes de alta resistência, submetidos predominantemente à tração, serão aceitas tensões máximas de até 70% do limite de escoamento do material.

Para os componentes não enquadrados nos casos acima citados e nos quais as normas não estipularem coeficientes de segurança a serem aplicados, as tensões máximas calculadas deverão obedecer aos seguintes limites:

| CONDIÇÕES DE CARREGAMENTO | TENSÕES ADMISSÍVEIS kgf/mm <sup>2</sup> |        |
|---------------------------|---|--------|
|                           | Te (%)                                  | Tr (%) |
| PERMANENTES               | 30                                      | 20     |
| OCASIONAIS E CONTROLADAS  | 40                                      | 25     |
| EXCEPCIONAIS              | 60                                      | 35     |

## 12. CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

As peças ou partes que necessitem de manutenção preventiva ou substituição periódica serão facilmente acessíveis e projetadas de modo a facilitar ao máximo essas operações. As montagens especiais serão feitas com auxílio de pinos de guia ou dispositivos similares.

As peças que, pelas suas dimensões, forma, ou qualquer outra razão, necessitem de recursos que facilitem o seu manuseio, deverão ser dotadas de alças de suspensão, orifícios roscados, suportes etc.

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

## 13. INTERCAMBIABILIDADE

Os equipamentos fornecidos 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.

## 14. SOLDAGEM E QUALIFICAÇÃO DE SOLDADORES

Os serviços de soldagem, na fábrica e na obra, serão executados de acordo com as normas NBR-5874, NB-79 da ABNT.

Todos os soldadores designados para o serviço, inclusive os soldadores para reparos em peças fundidas, deverão ser qualificados ou submetidos aos testes de qualificação.

Se o serviço de qualquer soldador parecer duvidoso em qualquer ocasião, tal soldador deverá ser submetido a testes de requalificação.

Toda a soldagem deverá ser executada pelo método de arco elétrico e de acordo com as normas apropriadas.

O projeto e construção das juntas soldadas sujeitas a pressão hidráulica deverão atender aos requisitos da norma ASME "Boiler and Pressure Vessel Code" - "Unfired 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.

Além da concordância com as exigências de qualidade e procedimento constantes das normas aplicáveis e / ou das Especificações Técnicas, as soldas deverão satisfazer aos seguintes requisitos de mão-de-obra e qualidade visual:

- As soldas de topo serão ligeiramente convexas, de altura uniforme e deverão ter penetração completa;
- As soldas de filete deverão ter as dimensões especificadas, completa penetração na raiz e lados de igual comprimento;
- Os reparos de falhas nas soldas deverão ser feitos de maneira a não ferir, escavar ou reduzir a espessura do metal base;
- As extremidades dos membros a serem soldados deverão mostrar que o metal está isento de laminações e de defeitos causados por esmerilhamentos, cortes por maçarico e outros defeitos;
- As soldas, após concluídas, deverão estar isentas de escória e respingos, devendo ser pintadas somente após sua inspeção e liberação.

Deverão ser previstas no fornecimento todas as medidas necessárias para evitar o tratamento térmico das juntas soldadas. Contudo, caso seja indispensável a sua execução, o mesmo deverá atender aos requisitos da norma ASME "Boiler and Pressure Vessel Code", Seção VIII, Divisão I. Todas as juntas soldadas que exijam tratamento térmico, deverão ser executadas na fábrica, evitando assim esta operação para soldas de campo.

Os desenhos de fabricação deverão mostrar claramente as juntas soldadas que serão testadas e o método de teste. As juntas soldadas sujeitas a pressão hidráulica serão 100% radiografadas ou ensaiadas por ultrassom. As radiografias deverão ser claramente marcadas de modo a permitir a sua correta identificação.

O processo de soldagem deverá continuar somente após a remoção de qualquer descontinuidade ou trinca.

Se for utilizado exame radiográfico, o mesmo deverá ser executado de acordo com os requisitos do Código ASME.

Os filmes radiográficos deverão ser claramente marcados de forma a permitir identificação inequívoca. A aceitação dos defeitos deverá ser conforme o Código ASME.

## 15. REQUISITOS ELÉTRICOS GERAIS

### 15.1 GERAL

Todos os dispositivos e equipamentos, tais como disjuntores, demarradores, fusíveis, barramentos, fiação, etc., bem como a coordenação das proteções fornecidas serão convenientemente dimensionados e adequados a sua aplicação.

### 15.2 TENSÕES DISPONÍVEIS

As seguintes tensões serão as utilizadas nas obras do PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO:

- *Potência*: sistema trifásico em estrela, neutro aterrado, três fios, faixa de variação da tensão de  $\pm 10 \%$ , 60 Hz, sendo:
  - Tensão nominal de fontes e barramentos: 380V;
  - Tensão nominal de motores trifásicos e cargas: 380V;
  - Tensão nominal de motores monofásicos: 220V.
- *Controle e sinalização em CA*: sistema monofásico, a 2 fios, com um fio aterrado, 220 V, faixa de variação de +10%, 60Hz;
- *Iluminação, Aquecimento e Tomadas de Quadros e Painéis*: sistema trifásico, em estrela com neutro aterrado, 380/220 V, 60 Hz, com variação de tensão de + 10 %, utilizado sempre em circuitos monofásicos a 3 (três) fios de 220 V,  $\phi$ -N – T;
- *Controle, Sinalização e Emergência*: sistema de corrente contínua a 2 (dois) fios, isolado, 125 V, faixa de variação da tensão de + 10% a -15%;
- *Telecomunicações*: sistema de corrente contínua, positivo aterrado, 48 V, faixa de variação da tensão de + 10% a - 15%. (tensão conseguida através de conversor retirada do 125 Vcc);
- *Equipamentos do Sistema Digital de Supervisão e Controle (SDSC) alimentados em CA*: sistema de alimentação monofásico, dois fios, 220 V, 60 Hz, faixa de variação da tensão de +2% a -2%, 60 Hz.

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 nestas alimentações.

As tensões em corrente alternada disponibilizadas nas estruturas de controle serão provenientes da linha de distribuição em 13,8kV que percorre ao longo do canal.

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 nestas alimentações.

## **15.3 ATERRAMENTO**

### **15.3.1 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 devem ser cuidadosamente observadas quanto ao aterramento, desde que não conflitem com as normas da ABNT. Em caso de conflito estas últimas devem ser seguidas.

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

Todos os cubículos e quadros em que forem instalados equipamentos eletrônicos deverão ter blindagem eletromagnética, mesmo operando com as portas abertas, atendendo aos requisitos do item 15.5.3.

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 sua experiência do fabricante em implantação de sistema eletrônicos.

### **15.3.2 Caminhamento de Cabos**

A instalação de eletrodutos e caixas de passagem deverá formar um sistema eletricamente contínuo, o qual deverá ser adequadamente ligado ao sistema de aterramento das estações de bombeamento, usinas, subestações e estruturas de controle.

O sistema de leitos deverá ter continuidade elétrica através das junções e ser aterrado nas extremidades e a intervalos regulares no seu trajeto.

### **15.3.3 Blindagem dos Cabos**

Deverá ser utilizada blindagem metálica coletiva e em alguns casos individual nos cabos de sinais, de modo a reduzir os efeitos de interferência 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.

Os cabos com blindagem simples (blindagem coletiva) devem ser aterrados em um único ponto, sendo este ponto o mesmo do aterramento do sinal.

Os cabos com blindagem dupla (blindagem para o par/trio e blindagem coletiva) deverão ser aterrados conforme indicado a seguir:

- As blindagens internas deverão ser aterradas em um único ponto, sendo este ponto o correspondente ao aterramento do sinal correspondente;

- A blindagem externa deverá ser aterrada em ambos os terminais do cabo.

O fabricante deverá aterrar a blindagem coletiva na barra de aterramento de blindagens. Próximo aos bornes dos dispositivos as blindagens individuais devem ser aterradas. A distância entre os bornes dos dispositivos e o ponto de aterramento das blindagens não deverá ser mais que 5cm.

#### **15.3.4 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 de forma a torná-los compatíveis com os níveis dos campos a que estarão submetidos.

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

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

Os componentes amplificadores de sinal de baixa tensão deverão possuir encapsulamento metálico e deverão ser sempre baseados em amplificadores operacionais balanceados. As rotas das pistas nos circuitos impressos e a cablagem deverão ser curtas e simétricas de forma a minimizar as interferências em modo comum.

#### **15.3.5 Cubículos e Quadros**

Todas as partes metálicas que compõem os equipamentos (gavetas, perfis de sustentação, chapas de instalação, portas, laterais etc.) e não estão sujeitas a potencial elétrico deverão ser montadas de forma a proporcionar um caminho elétrico eficaz para a terra.

Todas as carcaças metálicas dos equipamentos deverão ser isoladas entre si e ligadas à barra de terra.

Os cubículos e quadros deverão possuir na sua parte inferior interna uma barra de cobre, com seção mínima de 70 mm<sup>2</sup>, ou igual a das barras das fases, para conexão da fiação de aterramento e da blindagem dos cabos de controle. Esta barra deverá ser dotada de dois conectores próprios para cabos de cobre nu com seção de 16 a 70 mm<sup>2</sup>.

Internamente ao quadro, e próximo ao local de acesso dos cabos externos, deverá existir uma outra barra de terra, de cobre, destinada à conexão das blindagens dos cabos de sinal. Esta barra deverá ser isolada do gabinete e ligada, em um único ponto, diretamente à barra de aterramento do quadro.

### 15.3.6 Outros Equipamentos

Todas as partes metálicas de equipamentos não sujeitas a potencial elétrico deverão constituir caminho elétrico eficaz para a terra. Os equipamentos, bases e suportes deverão ser fornecidos com conectores de terra adequados para cabo de cobre nu com seção de 16 a 70 mm<sup>2</sup>.

### 15.4 COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA

Os requisitos destas Especificações Técnicas Gerais 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.

### 15.5 EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS - CONDIÇÕES AMBIENTAIS

#### 15.5.1 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 a seguir:

##### 15.5.1.1 *Equipamentos para Instalação Abrigada em Ambientes Ventilados*

Estes locais de instalação compreendem os ambientes abrigados com ventilação natural ou forçada, que mantêm as condições ambiente de temperatura e umidade dentro de uma faixa pré-estabelecida. Este é o caso da Casa de Força.

Para a Casa de Força deve 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 norma IEC 60870-2-1.

##### 15.5.1.2 *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 a norma IEC 60870-2-1.

### 15.5.1.3 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 a norma IEC 60870-2-1. O grau de proteção provido pelo invólucro destes equipamentos deverá ser IP-65, conforme a norma NBRIEC-60529.

### 15.5.1.4 Altitude do Local de Instalação

Quanto a altitude do local de instalação deve ser considerada a classe BB1 (pressão barométrica na faixa de 86 a 108 kPa), conforme a norma IEC 60870-2-1.

### 15.5.1.5 Suportabilidade a Vibrações

Os locais onde se prevê a ocorrência de vibrações de baixa frequência são os blocos estruturais da casa de força, tomada d'água e os locais próximos às moto-bombas e compressores de alta capacidade.

Os equipamentos a serem instalados nestes locais, deverão ter suportabilidade a vibrações de acordo com a norma IEC 60870-2-1, como segue:

| ASPECTO                       | CLASSE |
|-------------------------------|--------|
| VIBRAÇÕES EM BAIXA FREQUÊNCIA | VL3    |
| VIBRAÇÕES EM ALTA FREQUÊNCIA  | VH1    |
| SEVERIDADE VIBRACIONAL        | VS2    |
| CLASSE DE TEMPO               | VT1    |

### 15.5.1.6 Suportabilidade a Choques Mecânicos

Para os equipamentos destinados a este empreendimento a maior possibilidade de ocorrência de choques mecânicos ocorre durante o transporte, em situações de operação e manutenção em bancada e em equipamentos sujeitos a manuseio portáteis. Requer-se para os equipamentos em questão e respectivas embalagens a adequabilidade às classes previstas no item 4.3 da norma IEC 60870-2-1.

## 15.5.2 Classificação Quanto à Influência da Fonte de Alimentação

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

| TOLERÂNCIAS                         | CLASSES  |          |
|-------------------------------------|----------|----------|
|                                     | Fonte AC | Fonte DC |
| EM RELAÇÃO AO VALOR DA TENSÃO       | AC3      | DC3      |
| EM RELAÇÃO AO VALOR DA FREQUÊNCIA   | F3       | -        |
| EM RELAÇÃO À PRESENÇA DE HARMÔNICOS | H4       | -        |
| EM RELAÇÃO À TENSÃO DE RIPPLE       | -        | VR3      |
| EM RELAÇÃO À INTERRUPÇÃO DE FONTE   | VI3      | VI3      |



### **15.5.3 Classificação Quanto à Suportabilidade e Fenômenos Eletromagnéticos**

#### **15.5.3.1 Suportabilidade à Tensão de Frequência Nominal**

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 norma 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 norma IEC 60255-5, série C.

#### **15.5.3.2 Suportabilidade à Tensão de Impulso**

A suportabilidade dos equipamentos a sobretensões elevadas de curta duração, deverá ser a da classe VW3 e VW1 respectivamente, conforme o item 16.3.1, de acordo com a norma IEC 60870-2-1. Especificamente para sistemas de relés, os equipamentos deverão ser compatíveis com a norma IEC 60255-5, com tensão de impulso com valor de crista de 5 kV.

#### **15.5.3.3 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 norma IEC 1000-4-4, 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 norma IEC 60255-22-4, classe IV.

#### **15.5.3.4 Suportabilidade a Ondas Oscilatórias**

A suportabilidade dos equipamentos expostos a ondas oscilatórias amortecidas (como as induzidas por descargas atmosféricas, ou resultantes de chaveamentos (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 norma IEC 1000-4-12, 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 norma IEC 60255-22-1, classe III.

#### **15.5.3.5 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 norma IEC 1000-4-2. Especificamente para sistemas de relés, os equipamentos deverão ser compatíveis com a norma IEC 60255-22-2, classe III.



#### **15.5.3.6 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 Norma IEC 1000-4-3. Especificamente para sistemas de relés, os equipamentos deverão ser compatíveis com a norma IEC 60255-22-3, classe III.

#### **15.5.3.7 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 Norma IEC 1000-4-8.

#### **15.5.3.8 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.

### **15.6 INTERLIGAÇÃO ENTRE EQUIPAMENTOS**

#### **15.6.1 Geral**

Em cada equipamento/sistema serão fornecidos todos os cabos de energia, controle e instrumentação, barramentos rígidos e flexíveis, eletrodutos, caixas de passagem, condutores, dutos e leitos de cabos necessários à efetiva interligação entre todas as partes e periféricos do equipamento bem como todos os acessórios necessários.

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 de cabos.

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

#### **15.6.2 Percurso dos Cabos**

Na escolha dos cabos condutores de transmissão de sinais, 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, tiristores etc.

O afastamento mínimo entre cabos de sinal e os cabos de energia em corrente alternada, deve ser a indicada a seguir:

| CABOS DE ENERGIA |            | CABOS DE SINAL    |
|------------------|------------|-------------------|
| V MÁX. (V)       | I MÁX. (A) | DIST. MÍNIMA (MM) |
| 220              | 20         | 300               |
| 380              | 100        | 400               |
| 460              | 500        | 600               |

- Nas ligações entre caixas de junção e quadros deve ser evitado o uso de linhas de transmissão de sinais com níveis de tensão diferentes no mesmo eletroduto;
- Quando houver necessidade de cruzamento entre suportes 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 fios de sinal e de retorno deverão corresponder ao mesmo par. Não será aceito retorno comum para grupo de entradas digitais.

## 15.7 AUTOMATISMOS E INTERTRAVAMENTOS

### 15.7.1 Requisitos Gerais

Os automatismos e intertravamentos deverão ser executados com lógicas e equipamentos de alta qualidade. Sempre que possível os automatismos e intertravamentos deverão ser executados sem a utilização de relés multiplicadores de contatos.

### 15.7.2 Automatismos

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

### 15.7.3 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 ação positiva latente de forma que nos casos de disjuntores, se seu fechamento for eletricamente proibido, o fechamento momentâneo também será impedido, mesmo com a utilização dos comandos mecânicos e manuais. Os intertravamentos elétricos nunca poderão inibir a abertura.

### 15.7.4 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.

### **15.7.5 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 fechado. 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 extraídos a uma distância segura;
- O elemento não pode ser movimentado da posição inserido, teste ou extraído com o mecanismo de armazenamento de energia carregado. A movimentação eventual deverá causar descarregamento imediato da mola, sem reposição.

Para os disjuntores de caixa moldada extraíveis, tipo plug-in, deverão ser previstos meios que impeçam a extração ou inserção do disjuntor com os seus contatos principais fechados.

### **15.8 CONTATOS ELÉTRICOS DE EQUIPAMENTOS**

Os contatos elétricos de todos os equipamentos de controle, medição, proteção e supervisão (relés, chaves fim-de-curso, botões de comando, chaves seletoras e de controle etc.) deverão operar à tensão nominal de 125 V, corrente contínua, ser eletricamente independentes, operar corretamente mesmo quando submetidos a vibração e deverão atender às recomendações da norma IEC-60947.

Os contatos deverão ter as seguintes características técnicas, conforme definido na norma IEC-947-5-1:

- Categoria de utilização DC-13;
- Características elétricas P600;
- Vida mecânica 1 milhão de operações;
- Operações em carga 120 por hora.

## **15.9 CUBÍCULOS, PAINÉIS, QUADROS E CAIXAS DE CONTROLE**

Este item cobre os requisitos gerais aplicáveis ao projeto, fabricação e montagem de cubículos, painéis, quadros e caixas de controle de terminais doravante denominadas simplesmente de quadros.

### **15.9.1 Requisitos Gerais**

#### **15.9.1.1 Requisitos Construtivos**

Os quadros deverão ser do tipo multi-cubículo, conforme definido na NBRIEC 60439-1, fabricados em chapa de aço lisa, livre de quaisquer imperfeições. Os quadros para sistemas eletrônicos deverão ser construídos em acordo com as normas DIN 41494/EIA RS-310 (padrão de 19 polegadas).

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

Os quadros deverão ser construídos em seções, de modo a possibilitar a sua separação para transporte e acesso ao local de instalação. Após a montagem, o alinhamento entre as seções deverá ser perfeito.

As portas deverão proporcionar fácil acesso aos equipamentos de cada seção. Deverão possuir trinco com fechadura tipo Yale, do tipo cremone, de três pontos de fechamento. Deverá ser fornecido um par de chaves para cada fechadura, sendo que todas as chaves de um mesmo quadro deverão ter o mesmo segredo. As portas deverão ser facilmente removíveis e possuir uma junta de neoprene para vedação.

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 chapa de aço, provida de vedação adequada, própria para receber os prensa-cabos adequados para vedação da entrada de cabos. 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.

Deverão ser previstas venezianas de ventilação, providas com tela de malha fina e filtro. O filtro deverá ser facilmente removível para limpeza.

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 ter 80 mm de altura e receber pintura resistente a abrasão e a impactos. Os dispositivos para fixação dos quadros ao piso ou parede deverão estar incluídos no Fornecimento.

### **15.9.1.2 Projeto e Montagem**

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

Se o quadro possuir equipamentos de potência e de controle, estes deverão ser separados entre si, definindo-se uma seção para cada finalidade (potência ou controle).

Com este objetivo, circuitos de automatismo, intertravamento, proteção, alarme, sinalização, medição e outros do gênero, deverão ocupar seções distintas dos circuitos de potência. Os 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.

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

### **15.9.1.3 Proteção dos Circuitos**

Toda alimentação auxiliar externa deverá ser protegida por disjuntores tipo caixa moldada, dimensionados de acordo com a carga que for alimentar.

Os circuitos de comando e proteção deverão possuir um relé auxiliar, normalmente energizado, para alarme caso ocorra abertura do disjuntor ou descontinuidade na fiação.

#### **a) Grau de Proteção IP**

De modo geral, exceto onde especificado ou onde as condições de instalações exigirem outros requisitos, os quadros deverão ter os graus de proteção definidos pela NBRIEC 60529, como segue:

- Instalação ao tempo: IP 65;
- Instalação abrigada: IP 40.

### **15.9.2 Barramento**

Os barramentos deverão ser executados em cobre eletrolítico, de seção compatível com a corrente nominal do quadro, e fixados de forma a suportar os esforços dinâmicos e térmicos resultantes da máxima corrente de curto-circuito especificada e deverão estar em conformidade com a norma NBRIEC 60439-1.

A disposição das fases para quadros de corrente alternada deverá ser A-B-C da esquerda para direita, de cima para baixo e da frente para trás, quando se está de frente para o quadro. Todos os instrumentos, barramentos e equipamentos envolvendo circuitos trifásicos deverão ser instalados com esta disposição. Dispositivos similares deverão ter sua fiação desta forma. Para os quadros de corrente contínua a disposição das barras positiva e negativa deverá obedecer à seqüência citada acima.

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

As barras deverão ser identificadas através de fitas coloridas nas cores definidas pela norma NBRIEC 60439-1.

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

As barras deverão ser fixadas em suportes isolantes e a passagem entre compartimentos deverá ser feita por meio de barreiras de material isolante individuais.

Não deverá ser necessário reaperto das conexões ou derivações após a colocação em operação do equipamento.

### **15.9.3 Iluminação**

Deverá ser prevista internamente a cada quadro, uma ou mais lâmpadas incandescentes com potência de 60 W, tensão de 220 V, comandada por um microinterruptor acionado ao abrir a porta. Os receptáculos para lâmpadas incandescentes deverão ser reforçados e ter rosca Edison E-27.

### **15.9.4 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.

Em cada quadro deverá ser instalada uma resistência controlada por termostato ajustável.

A resistência deverá ser do tipo blindada, 220 V, com superfície de dissipação suficiente para a emissão térmica requerida, sem sobreaquecimento.

### **15.9.5 Tomadas Multipolares**

As tomadas e plugues deverão ser isoladas para 250 V, 20 A, conforme NBR-14.136 de 2002. As 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 deverão ser identificadas de maneira indelével e imperdível.

### **15.9.6 Régua de Bornes e Acessórios**

As régua de bornes deverão possuir os suportes isolantes fabricados em composto não rígido, termofixo, moldado, classe 750 V, montadas sobre perfil metálico (DIN 46277).

Os bornes deverão ser fornecidos completos, com todos os acessórios. O sistema de fixação dos terminais deverá garantir uma pressão eficaz e uniforme mesmo quando submetidos a vibrações. Não serão aceitos bornes para solda.

Todos os bornes deverão ser apropriados para os terminais do condutor que irá conectar. Toda a cablagem de entrada e saída dos quadros deverá ser realizada através de régua de bornes instaladas nos quadros.

As réguas de bornes deverão ser separadas em réguas para circuitos de potência e para circuitos de controle, comando e instrumentação. Deverão ser convenientemente distribuídas dentro do quadro, obedecendo-se a separação entre potência e controle. As réguas de controle, comando e instrumentação internas também deverão ser separadas das de controle, comando e instrumentação externa.

O projeto de quadro deverá levar em consideração que todos os cabos de controle e instrumentação externos aos quadros terão algum tipo de blindagem; portanto, as réguas de bornes que receberão estes cabos, deverão ser previstas com bornes para aterramento das blindagens nas quantidades adequadas.

As réguas deverão ser colocadas de tal modo que o acesso às mesmas seja feito sem necessidade de desmontagem de qualquer equipamento ou parte do quadro e que haja espaço suficiente para que a fiação interna e externa seja realizada com folga e sem dificuldades.

Cada régua de bornes deverá possuir 20% de bornes de reserva de cada tipo empregado naquela régua.

Os bornes para os circuitos de controle e comando 220 Vca e 125 Vcc, deverão ser com conexão por grampo-parafuso de pressão indireta, com dispositivo para travamento automático do parafuso.

Os bornes para circuitos de TCs e TPs deverão ser com conexão por parafuso ou pino passante, terminal olhal, seccionáveis tipo faca e para TCs, curto-circuitáveis. Nos locais sujeitos a vibração os bornes para instrumentação deverão ser dotados de contraporca adicional.

Os bornes para aterramento deverão ter o corpo isolante nas cores verde e amarela.

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

### **15.9.7 Fiação Interna**

#### **15.9.7.1 Geral**

A fiação interna dos quadros deverá atender aos requisitos da norma NBRIEC 60439-1 e permitir livre acesso aos equipamentos sem a desmontagem de qualquer parte do quadro ou a retirada de qualquer equipamento.

Toda fiação interna deverá ser levada à régua de bornes terminais.

O arranjo da fiação dentro do quadro deverá prever a segregação da fiação de comando, controle e instrumentação da de potência. O fabricante deverá prover todos os meios adequados para evitar interferências eletromagnéticas.

Os conectores deverão garantir conexão elétrica e mecânica dos fios de ligação, mesmo sujeitos a vibrações e deverão possuir resistência à corrosão sob as condições ambientais presentes nos locais de operação. Todas as conexões dos cabos externos deverão ser feitas por meio de conectores terminais.



As interligações entre seções de quadro, quando este for dividido em partes para transporte, e deverão ser feitas por meio de régua de interligação. O mesmo processo deverá ser utilizado para interconexão entre quadros e/ou equipamentos de um mesmo fornecimento e que fazem parte de um sistema.

A fiação interna deverá ser totalmente instalada em calhas plásticas não propagadoras de fogo. Não serão aceitos chicotes, ganchos adesivos, fitas perfuradas, helicóides metálicas, etc. A fiação deverá ter comprimento suficiente de modo a evitar esforços mecânicos nos pontos de conexão e fixação. Nos locais em que não for possível utilizar calhas plásticas, a passagem deverá ser executada dentro de mangueiras flexíveis apropriadas, cuja ocupação não deverá ser superior a 40% de sua seção útil.

Não serão aceitas emendas ou avarias na fiação.

Toda a fiação interna dos quadros deverá ser executada na fábrica e verificada e testada antes do transporte. A interligação da fiação entre quadros adjacentes interrompida para finalidade de transporte deverá ser completada e testada no campo.

Não deverá haver emendas na fiação, e todas as ligações deverão ser feitas em pinos terminais ou blocos terminais. Não deverão ser conectados mais do que dois (2) fios a um ponto de bloco terminal.

Em interrupções, na fiação para transporte, deverão ser providos blocos terminais em cada painel para ligações da fiação interrompida. Uma extremidade de tais cabos deverá ser ligada ao bloco terminal de um painel e a extremidade remanescente deverá ser enrolada, sendo claramente marcada para ligação no campo ao quadro adjacente.

Onde forem necessários cabos sujeitos a movimento para conexão entre quadros fixos e quadros articulados ou portas articuladas, deverão ser providos blocos terminais em ambos os lados do articulado com fios flexíveis de comprimento suficiente e em forma de bobina. As ligações devem ter um arranjo tal que nenhuma força de torção ou tração sejam transmitidas do quadro móvel aos fios flexíveis

#### **15.9.7.2 Condutores**

Os condutores utilizados na fiação interna deverão ser extraflexíveis, unipolares, de cobre eletrolítico, têmpera mole, formação de no mínimo 19 fios, isolados com material termoplástico (PVC 70 °C), isolamento 750 V. Todas as extremidades dos condutores deverão ser providas de terminações para cabos.

A seção dos condutores utilizados para controle não poderá ser inferior a 1,5mm<sup>2</sup>. Para TCs a seção mínima deverá ser 4mm<sup>2</sup>.

A seção dos condutores utilizados para iluminação deverá ser no mínimo de 2,5mm<sup>2</sup>.

Os condutores de terra deverão ser isolados na cor verde com faixas amarelas.

Para as terminações das resistências anticondensação deverão ser utilizados cabos resistentes ao calor, com seção mínima do condutor de 2,5mm<sup>2</sup>.

Para os circuitos de baixas correntes e alta sensibilidade (circuitos de transdutores e RTDs) deverão ser usados fios e cabos blindados.



Onde for requerido que os cabos externos fornecidos também sejam blindados isto deverá ser claramente indicado nos desenhos.

#### **15.9.7.3 Conexões em Quadros Eletrônicos**

Todas as interconexões entre módulos deverão ser feitas com a utilização de conectores.

Todos os sinais e interface com o campo deverão ingressar nos equipamentos em bornes de ligação mecanicamente independentes dos de módulos funcionais, onde serão ligados todos os cabos externos.

Todos os pontos de conexão elétrica de conectores de módulos deverão ser concebidos de forma a evitar mau contato.

#### **15.9.7.4 Calhas Plásticas**

As calhas plásticas deverão ser do tipo recorte aberto, fabricadas em PVC rígido, não propagadora de fogo, com tampa facilmente removível.

Deverão ser instaladas calhas plásticas para execução da fiação de interligação ao lado das régua de bornes para a fiação externa. Neste caso também deverá ser prevista a segregação da fiação, conforme descrito anteriormente.

#### **15.9.7.5 Identificação da Fiação**

Toda extremidade de cabos e fios deverá obrigatoriamente ser identificada com o número do ponto elétrico constante nos diagramas esquemáticos. Os marcadores deverão ser montados no interior de tubos de plástico translúcido, e este sobre os cabos. Os tubos deverão ser adequados a dimensão dos cabos.

#### **15.9.8 Identificação dos Equipamentos**

Cada quadro deverá ter uma placa de identificação. As placas de identificação deverão ser rígidas, de metal não corrosível, e fixadas por meio de rebites adequados, na parte frontal dos mesmos. As placas deverão incluir, sem se limitar as seguintes informações:

- Nome do fabricante;
- TAG;
- Tipo e designação do quadro;
- Ano de fabricação;
- Tensão nominal do circuito principal (V ou kV) (quando aplicável);
- Frequência nominal (Hz) (quando aplicável);
- Capacidade de curto-circuito (kA) (quando aplicável);
- Grau de proteção.

Os detalhes de tamanho, localização e fixação da placa deverão ser aprovados pelo Cliente. As inscrições deverão ser feitas na língua portuguesa.

Cada dispositivo utilizado, interna ou externamente aos quadros, deverá ser identificado por uma plaqueta que conterá o código do equipamento. Estas plaquetas deverão ser sempre 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.

Externamente ao quadro deverão ser providas plaquetas que identifiquem, conforme os Desenhos de Projeto, cada equipamento. Todas as seções dos quadros deverão possuir plaquetas de identificação, e no centro do conjunto deverá existir uma plaqueta, de no mínimo 200 x 120 mm, que identifique o conjunto. Estas plaquetas deverão ser plástico laminado ou acrílico de 3 mm de espessura, com inscrições brancas indeléveis em fundo preto e fixadas por parafusos. As partes, frontal e posterior, de quadro deverão possuir identificação das seções e do conjunto.

Deverão também ser identificados com plaqueta ou inscrição irremovível e indelével todos os componentes internos aos quadros eletrônicos, como módulos, circuitos impressos, gavetas, conectores, régua de terminais, fios e cabos, módulos sobressalentes e qualquer outra parte do equipamento cuja rápida localização seja necessária para maximizar a eficiência dos trabalhos de manutenção. As identificações deverão conter, como mínimo, as seguintes informações:

- Identificação do fabricante;
- Modelo e versão;
- Data de fabricação.

## **15.10 DISJUNTORES DE CAIXA MOLDADA**

### **15.10.1 Corrente Alternada**

Os disjuntores da caixa moldada para corrente alternada deverão ser 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. A capacidade de interrupção deverá ser adequada ao ponto de instalação. Os disjuntores deverão estar de acordo com as normas NBRIEC 60947-2.

Os motores de acionamento dos disjuntores deverão ser para 125 Vcc.

O punho de operação deverá indicar claramente as posições dos contatos principais do disjuntor LIGADO-DESLIGADO PELA PROTEÇÃO - DESLIGADO e o mecanismo de disparo deverá ser do tipo abertura livre.

Os disjuntores deverão ser intercambiáveis, quando de mesmo tamanho e mesmas características nominais e de montagem fixa.

Os disjuntores deverão ser do tipo termomagnético e característica de tempo inverso. O elemento magnético, se não ajustável, deverá ser fornecido para operar aproximadamente a 10 vezes a corrente nominal. Onde aplicável, todos os ajustes deverão ser possíveis sem necessidade de desmontagem do equipamento.

No caso específico de demarradores de motores, os disjuntores deverão proteger o alimentador somente contra curto-circuito, possuindo, portanto, somente proteção magnética.

Os disjuntores motorizados deverão ser equipados com, no mínimo, um contato auxiliar reversível, para indicação da posição dos contatos principais e outro independente para indicação de disparo (atuação da proteção). Os terminais dos contatos auxiliares, deverão ser levados a régua de bornes para fiação externa.

Os disjuntores de acionamento manual deverão ter, no mínimo, um contato auxiliar para indicação de disparo pela proteção e, se requerido, um contato para indicação de posição. Os terminais dos contatos auxiliares deverão ser levados à régua de bornes para fiação externa.

### **15.10.2 Corrente Contínua**

Os disjuntores de caixa moldada para corrente contínua deverão possuir as mesmas características e acessórios dos disjuntores de caixa moldada para corrente alternada, exceto que deverão ser bipolares, capacidade mínima de interrupção 10 kA em 250 V, em corrente contínua. Disjuntores tripolares com dois pólos ligados em série, bem como outros arranjos semelhantes, não serão aceitos.

## **15.11 TRANSFORMADORES**

### **15.11.1 Transformadores de Potencial**

Os transformadores de potencial de média e baixa tensão deverão ser secos, encapsulados em resina sintética, possuir blindagem eletrostática entre os enrolamentos e atender os requisitos da norma NBR-6855. A carga nominal dos transformadores de potencial deverá ser claramente indicada. Os fusíveis primários deverão ser do tipo limitador de corrente, capazes de suportar a máxima corrente de excitação, e de interromper o circuito em caso de curto-circuito no secundário dos transformadores. Deverão ser providos fusíveis de proteção secundária.

### **15.11.2 Transformadores de Corrente**

Os transformadores de corrente de média e baixa tensão deverão ser secos, encapsulados em resina sintética e atender os requisitos da norma NBR-6856. 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.

A carga nominal dos transformadores de corrente deverá ser claramente indicada. Os transformadores de corrente tipo janela, ou de bucha, e deverão estar de acordo com os requisitos da classe de isolamento do circuito onde estão instalados, e de teste de tensão aplicada entre os barramentos e os terminais secundários dos transformadores. Todos os transformadores de corrente deverão ser adequados para operação contínua à plena

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

### **15.11.3 Transformadores de Comando**

Os transformadores de comando deverão ser monofásicos, do tipo seco, protegidos por fusíveis no lado primário e secundário, sendo o secundário aterrado. A tensão do secundário, destinada ao circuito de controle deverá ser de 220 V.

## **15.12 CONTADORES E RELÉS TÉRMICOS**

Os contadores magnéticos deverão ser dos tamanhos indicados pela norma NEMA para os requisitos da carga e/ou serviços indicados e deverão estar de acordo com as normas IEC-60947-4-12. 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 deverão ser dimensionados para partida a plena tensão (classe A) de motores de indução de velocidade única, tipo gaiola, categoria de utilização AC3. Os contadores para os circuitos de serviço deverão ser dimensionados para categoria de utilização DC1.

Os contadores deverão ser do tipo com operação elétrica e retenção magnética. Os contadores tripolares deverão ser da classe de 600 V, 60 Hz, e os bipolares deverão ser da classe de 250 V, corrente contínua. 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, a que for maior.

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

Os contadores deverão operar livres de vibração ou qualquer ruído perceptível, quando energizados. As bobinas deverão ser adequadas para operação contínua em 220 V, corrente alternada, ou 125V corrente contínua e ser capazes de manter o contator fechado com 75% da tensão nominal.

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 IEC-292, classe de utilização AC3. O rearme dos relés deverá ser feito da parte externa dos quadros, sem necessidade de acesso ao interior do compartimento onde está instalado o relé.

### **15.13 SOLENÓIDES**

Os solenóides deverão ser do tipo moldados e encapsulados em epóxi, resistentes a óleo, fungos, vapores e umidade. Eles deverão operar em regime contínuo à tensão de 125 V, corrente contínua, e suportar as variações de tensão especificadas e ser equipados com proteção contra surtos de tensão (filtros RC ou supressor de surtos). Não será admitida a inserção de resistências em série com a bobina. As bobinas deverão ser facilmente substituíveis. As bobinas deverão ter instalados diodos para descarga de energia magnética no instante da desenergização, evitando-se assim as sobretensões no circuito.

### **15.14 MOTORES ELÉTRICOS**

Os motores elétricos deverão ser especificamente projetados para os serviços a que se destinam e deverão obedecer aos requisitos da última edição das seguintes normas ABNT:

- NBR-7094 - Máquinas Elétricas Girantes - Motores de Indução;
- NBR-5031 - Máquinas Elétricas Girantes - Classificação das Formas Construtivas e Montagens;
- NBR-8441 - Máquinas Elétricas Girantes - Motores de Indução de Gaiola, Trifásicos, Fechados - Correspondência entre Potência Nominal e Dimensões;
- NBR-5383-1 - Máquinas Elétricas Girantes - Máquinas de Indução - Ensaio;
- NBR-5432 - Máquina Elétrica Girante - Dimensões e Potências Nominais;
- NBR-7565 - Máquinas Elétricas Girantes - Limites de Ruído.

Os motores elétricos deverão ser de indução, com rotor de gaiola, categoria N, totalmente fechados, invólucro com grau de proteção mínimo IP-54 conforme a norma ABNT NBRIEC-60529.

Deverão ser adequados para a partida à plena tensão e poder aplicar os conjugados necessários a 80 % de sua tensão nominal.

Para todas as aplicações deverão ser empregados motores adequados para serviço em locais quentes e úmidos, com isolamento classe F, com elevação de temperatura de classe B, resistente à umidade e à formação de fungos, com resistores de aquecimento. Para motores pequenos instalados em equipamentos muito úmidos ou ao tempo, será aceitável a aplicação de tensão reduzida nos enrolamentos (provida pelo fabricante do equipamento).

Os motores deverão possuir caixa de terminais com grau de proteção IP-55, segundo a norma ABNT NBRIEC-60529, com furos rosqueados para conexão com eletrodutos ou para utilização de prensa-cabos.

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

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 de potência igual ou superior a 0,75 kW (1 cv) deverão ser trifásicos, projetados para a tensão e frequências nominais de 380 V, 60 Hz. Os motores de potência inferior a 0,75 kW (1 cv) deverão ser monofásicos, projetados para a tensão e frequências nominais de 220 V, 60 Hz.

Os motores deverão ser fornecidos com conectores de aterramento mecânicos (sem solda) de bronze-silício adequados para conexão a cabos de cobre nu, têmpera meio-dura, bitola 35 mm<sup>2</sup>.

Os motores de elevação para uso com inversor deverão possuir ventilação forçada, se necessário. Todos os motores devem ser fornecidos com a respectiva folha de dados preenchida.

Todos os motores deverão ser submetidos aos ensaios de rotina especificados nas normas ABNT NBR 7094 e NBR 5383 e deverão ser apresentados todos os certificados de teste 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.

## **15.15 RELÉS**

### **15.15.1 Relés de Proteção**

Todos os relés de proteção deverão ser do tipo estático (estado sólido) ou digital numérico e deverão atender ao especificado para os sistemas eletrônicos.

Todos os relés de proteção deverão ser adequados para conexão aos secundários de 5 A dos transformadores de corrente e de 115 V dos transformadores de potencial, ou ainda, à saída de transdutores de corrente e de tensão de campo. A tensão auxiliar disponível para os relés de proteção é de 125 V corrente contínua.

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

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

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

A curva real de operação de qualquer relé de proteção não deverá variar mais do que 5% das curvas de tempo publicadas em catálogos.



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

O sistema de alimentação de 125 Vcc apresenta ruídos e harmônicos próprios de uma instalação industrial. Caso os relés de proteção sejam sensíveis a isto, o fabricante deverá prover filtros adequados para que os relés de proteção operem dentro das características garantidas.

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

### **15.15.2 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 contínua ou alternada.

As bobinas dos relés de bloqueio deverão ser adequadas para operação em 125 Vcc, deverão ser equipadas com proteção contra surtos de tensão (filtros RC ou supressor de surtos) e serem supervisionadas por LEDs de sinalização.

### **15.15.3 Relés Auxiliares**

Os relés auxiliares deverão ser extraíveis (“plug-in”), com presilha para fixação, e deverão operar corretamente mesmo quando submetidos à vibração.

As bobinas deverão ser tropicalizadas, resistentes a óleo, umidade e fungos, sem resistências em série para redução da tensão. Deverão operar à tensão de 125 V, corrente contínua ou 220 V, corrente alternada, conforme requerido, ser equipadas com proteção contra os surtos de tensão (filtros RC ou supressor de surtos) e deverão suportar as flutuações de tensão do circuito de comando.

Os relés auxiliares deverão possuir no mínimo quatro (4) pares de contatos eletricamente independentes, não aterrados, auto limpantes, em liga de prata, facilmente conversíveis de NA para NF, e vice-versa. Deverão ainda possuir vida mecânica não inferior a 10 milhões de manobras, ser de categoria DC-11, corrente mínima de interrupção de 1,0 ampères, 125 Vcc, L/R < 40 ms, de acordo com IEC-337.1.

### **15.15.4 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 .....2%;
- Desvio para Un 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.

## 15.16 TRANSDUTORES

### 15.16.1 Geral

Os transdutores serão 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).

Os transdutores deverão atender aos seguintes requisitos:

- Tensão auxiliar .....125 Vcc;
- Classe de isolamento ..... 600 Vca;
- Classe de exatidão mínima ..... 0,25%;
- Sinal de saída..... 4 a 20 mA;
- Impedância da carga .....500 Ohms;
- Erro de linearidade .....  $\leq 1,0\%$ ;
- Influência da temperatura (menor ou igual)..... 0,005%/10 °C;
- Tempo de resposta .....  $\leq 500$  ms;
- Sensibilidade (valor final do campo de medição) ..... 0,05%.

Os transdutores deverão possuir níveis adequados de sobrecarga, de acordo com sua utilização.

Opcionalmente os transdutores convencionais poderão ser substituídos por transdutores digitais ligados diretamente a secundários dos TPs e TCs, que medem continuamente as grandezas elétricas de determinado circuito. Devem possuir a capacidade de indicação local das grandezas medidas. A saída dos dados medidos deverão estar disponíveis via porta de comunicações RS485 utilizando protocolo MODBUS. Também deverão ser previstas saídas no padrão 4-20 mA para algumas grandezas elétricas pré-selecionadas.



## **15.16.2 Requisitos específicos**

### **15.16.2.1 *Transdutores de Tensão***

Os transdutores de tensão deverão ser adequados para ligação a secundários de transformadores de potencial de 115V ou 115/ V.

### **15.16.2.2 *Transdutores de Corrente***

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

### **15.16.2.3 *Transdutores de Potência Ativa***

Estes transdutores serão utilizados para medição de potência ativa trifásica de sistema desequilibrado com neutro (4 fios) e serem adequados para ligação a secundários de transformadores de potencial de 115 Vca e transformadores de corrente de 5 A.

### **15.16.2.4 *Transdutores de Potência Reativa***

Estes transdutores serão utilizados para medição de potência reativa trifásico de um sistema desequilibrado com neutro (4 fios) e serem adequados para ligação a secundários de transformadores de potencial de 115 Vca e transformadores de corrente de 5 A.

### **15.16.2.5 *Transdutores de Frequência***

Estes transdutores serão utilizados para a supervisão de frequência nos barramentos e nas unidades de bombeamento e serem adequados para ligar a secundários de transformadores de potencial de 115 Vca.

### **15.16.2.6 *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 termo-resistência (RTD), definidos no item 15.25.4, e responder linearmente à mudança de temperatura. Deverão ser providos com transmissores, para execução das funções requeridas nas Especificações Técnicas.

### **15.16.2.7 *Transdutores de Pressão***

Os transdutores de pressão deverão ser do tipo extensométrico (Strain Gage), 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.

### **15.16.2.8 *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, os valores de saída.

Deverão ser providos com transmissores, para execução das funções requeridas nas Especificações Técnicas.

#### **15.16.2.9 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.

#### **15.17 INSTRUMENTOS INDICADORES**

Todos os instrumentos indicadores deverão ser próprios para montagem semi-embutida em quadro, na posição vertical, leitura direta e conexão traseira.

Os instrumentos analógicos deverão ser quadrados com 96 mm de lado, caixa e moldura em preto-fosco com dispositivo de ajuste de zero externo e acessível pela frente do instrumento e deverão estar de acordo com a norma NBR-5180. O ângulo de deflexão do ponteiro deverá ser de 90° e a escala deverá ser facilmente intercambiável e deverá ter inscrições em preto sobre fundo branco.

Os instrumentos digitais poderão ser microprocessados, deverão ter display de alta visibilidade, 3½ dígitos, classe de exatidão  $\pm 0,25\%$  do span + 1 dígito significativo (DMS), erro de linearidade  $\leq 0,2\%$ , influência da temperatura ambiente  $\leq 0,05\%$  / °C, tempo de resposta  $\leq 500$  ms, sensibilidade  $\leq 0,05\%$ , estabilidade  $\pm 0,02\%$  / °C, tensão de alimentação 125 Vcc e classe de isolamento de 2,5 kV, conforme IEC-60255-5. 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 (UACs), onde aplicável.

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

As caixas dos instrumentos deverão ter grau de proteção IP-65, conforme NBRIEC 60529 e o vidro de proteção deverão ser do tipo antiofuscante.

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

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

Os amperímetros para corrente contínua deverão ser adequados para conexão a shunts de 60 mV. Os voltímetros para corrente contínua deverão ser adequados para conexão direta.

Todos os wattímetros e varímetros para conexão a transformadores de potencial e de corrente deverão ser trifásicos; três elementos e três fios. Os varímetros deverão ser fornecidos com transformador defasador. Os varímetros deverão ter escala com zero central e os wattímetros com zero à esquerda.

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

## 15.18 CHAVES SELETORAS E DE COMANDO

### 15.18.1 Geral

Todas as chaves seletoras e de comando deverão ser do tipo rotativa para montagem em quadros, com punhos de cor preta na parte frontal, mecanismo de operação na parte posterior e vida mecânica não inferior a 1 milhão de manobras. As chaves deverão ser parafusadas aos quadros com parafusos de cabeça preta. Cada chave deverá ter estágios de operação separados por no mínimo 30° e comes em arranjo tal que permita cumprir suas funções. Os contatos de todas as chaves deverão ser auto-ajustáveis e deverão operar sob a ação de molas. Deverá ser previsto um dispositivo adequado para manter a pressão nos contatos quando os mesmos estão fechados, e as molas de compressão não podem ser elementos condutores de corrente. Todas as chaves seletoras e de comando deverão ser adequadas para 600 V, corrente alternada, ou 250 V, corrente contínua e ter grau de proteção IP-54, conforme NBRIEC 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 contínua ou alternada.

O sentido de rotação das chaves seletoras e de comando deverá obedecer à seguinte tabela:

| SENTIDO      |            |
|--------------|------------|
| ANTI-HORÁRIO | HORÁRIO    |
| ABRIR        | FECHAR     |
| DESLIGAR     | LIGAR      |
| PARAR        | PARTIR     |
| TESTE        | NORMAL     |
| LOCAL        | REMOTO     |
| MANUAL       | AUTOMÁTICO |
| SECUNDÁRIA   | PRINCIPAL  |
| DIMINUIR     | AUMENTAR   |

### 15.18.2 Espelhos

Cada chave seletora de comando deverá ser provida de um espelho, marcado clara e indelevelmente com as posições de operação. As gravações dos espelhos serão feitas conforme as inscrições citada nos Desenhos de Projeto. Os espelhos deverão ser quadrados com 72mm de lado.

### 15.18.3 Chaves Seletoras

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

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

As chaves seletoras, quando usadas para transferência de comando, deverão ter duas posições LOCAL-REMOTO. Estas chaves serão providas de bloqueio que permitirá a extração do punho na exposição REMOTO.

#### 15.18.4 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.

### 15.19 BOTOEIRAS DE COMANDO

#### 15.19.1 Geral

As botoeiras de comando deverão ser do tipo pulsante, com blocos de contatos facilmente permutáveis e vida mecânica não inferior a 1 milhão de manobras. Todos os botões deverão ser redondos, com 36 mm de diâmetro, para 600 V, corrente alternada, ou 250 V, corrente contínua, contatos com capacidade para conduzir 20 A continuamente sem exceder uma elevação de temperatura de 30°C e ter grau de proteção IP-54, conforme NBRIEC-60529. Todas as botoeiras deverão possuir pelo menos um par de contatos (um NA e um NF) de reserva.

#### 15.19.2 Cores

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

| COR      | FUNÇÃO                   |
|----------|--------------------------|
| VERMELHA | LIGAR OU FECHAR          |
| VERDE    | DESLIGAR, ABRIR OU PARAR |
| PRETA    | REPOSIÇÃO                |
| AMARELA  | CONHECIMENTO OU REARME   |
| AZUL     | TESTE                    |
| CINZA    | FUNÇÕES MÚLTIPLAS        |

### 15.20 SINALIZADORES LUMINOSOS

#### 15.20.1 Geral

Toda a sinalização de estado deverá ser feita através de LED's (Diodos Emissores de Luz) montados em armações apropriadas. Não serão aceitos sinalizadores com lâmpadas incandescentes.

As armações para sinalização deverão ser próprias para montagem em quadro, com lentes apropriadamente coloridas. As lentes deverão ser de material que não sofra deformações ou mudança de cor com o tempo.

As armações de sinalização e os LEDs deverão formar um conjunto que indique claramente se estão acesas ou não, mesmo quando sujeitas à incidência direta da luz solar.

As legendas dos sinalizadores deverão ser em português.

## 15.20.2 Cores

Todas as armações de sinalização deverão ter as cores indicadas a seguir, porém a armações de uma mesma cor não poderão ter variação de tonalidade:

### Posição de Equipamento de Manobra

| COR      | FUNÇÃO         |
|----------|----------------|
| VERDE    | ABERTO         |
| VERMELHA | FECHADO        |
| BRANCA   | EM TESTE       |
| BRANCA   | MOLA CARREGADA |
| AZUL     | EM MANUTENÇÃO  |
| AMARELA  | PORTA ABERTA   |

### Geral

| COR      | FUNÇÃO                                |
|----------|---------------------------------------|
| AMARELA  | CONDIÇÃO ANORMAL                      |
| VERMELHA | EQUIPAMENTO ENERGIZADO (LIGADO)       |
| VERDE    | EQUIPAMENTO DESENERGIZADO (DESLIGADO) |
| VERDE    | CARREGADOR/BATERIA EM FLUTUAÇÃO       |
| VERMELHA | CARREGADOR/BATERIA EM CARGA           |
| AMARELA  | CARREGADOR/BATERIA FIM DE CARGA       |
| BRANCA   | POSIÇÃO CHAVE SELETORA                |
| BRANCA   | RELÉ DE BLOQUEIO ARMADO (NORMAL)      |
| BRANCA   | SUPERVISÃO DE BOBINA (NORMAL)         |
| BRANCA   | DISCREPÂNCIA                          |
| VERMELHA | BOMBA PRINCIPAL                       |

### Válvulas

| COR      | FUNÇÃO        |
|----------|---------------|
| VERMELHA | ABERTA        |
| VERDE    | FECHADA       |
| AMARELA  | EM MOVIMENTO  |
| AZUL     | EM MANUTENÇÃO |

## **15.21 TERMINAÇÕES DE CABOS**

### **15.21.1 Cabos de Potência de Baixa Tensão**

O fabricante fornecerá todas as terminações para os cabos de potência que chegam aos equipamentos de seu Fornecimento. As terminações deverão ser do tipo pressão para cabos de cobre nas bitolas adequadas. No caso de cabos que chegam diretamente aos terminais dos equipamentos, o fabricante deverá prever meios para fixá-los ao longo de todo o percurso, internamente ao 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.

### **15.21.2 Cabos de Controle e Instrumentação**

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

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

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

## **15.22 BLOCOS DE TESTES**

Os blocos de testes deverão ser de conexão traseira, montagem semi-embutida em quadro, dotados de tampa frontal fixa por parafusos imperdíveis.

As caixas dos blocos de testes deverão ser a prova de pó e dotadas de identificação imperdível e indelével do circuito a que pertencem. Os blocos de testes deverão ser da classe 600 V, capacidade de condução mínima de 20 A, continuamente, sem exceder o limite de elevação de temperatura de 30 °C.

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

## **15.23 FUSÍVEIS DE BAIXA TENSÃO**

Os fusíveis de baixa tensão deverão satisfazer os requisitos da norma IEC 60269 e ser limitadores de corrente, com alta capacidade de ruptura e adequados para proteção do circuito em que serão utilizados. Deverão ser próprios para instalação interna em quadros ou cubículos e montados em local de fácil acesso para inspeção e manutenção, e ser providos de dispositivos de extração.

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 deverão ser empregados fusíveis do tipo "DIAZED".

## **15.24 MATERIAIS PARA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS**

### **15.24.1 Eletrodutos e Acessórios**

Os eletrodutos deverão ser do tipo rígido, de aço galvanizado pelo processo de imersão a quente, interna e externamente, em zinco fundido de acordo com a norma NBR-6323, classe pesada, fabricados conforme a norma EB-342 (NBR-5598), rosca BSP paralela ISO R-228 e superfície interna isenta de arestas cortantes.

Os eletrodutos deverão ser padronizados nos seguintes diâmetros: 20 mm (3/4"), 25 mm (1"), 40 mm (1 1/2"), 50 mm (2"), 80 mm (3") e 100 mm (4").

Deverão ser fornecidos todos os acessórios necessários à correta instalação de eletrodutos, tais como parafusos, arruelas, chumbadores, braçadeiras, fixadores tipo unha etc.

As curvas de 90° deverão ser pré-moldadas, rígidas, de aço galvanizado pelo processo de imersão a quente em zinco fundido de acordo com a norma NBR-6323, classe extra. Deverão ser fabricadas conforme a norma NBR-5598 (rosca BSP paralela ISO R-228) com a superfície interna lisa e ambas as extremidades com cantos internos chanfrados.

Os eletrodutos metálicos flexíveis deverão ser fabricados com fita de aço zincado, com revestimento externo e interno de polivinil clorídrico extrudado.

As buchas deverão ser fabricadas em ferro nodular de alta resistência mecânica, galvanizadas, com isolamento de baquelite na extremidade, para serem instaladas na extremidade de eletrodutos metálicos, rosca BSP paralela ISO R-228.

As arruelas metálicas deverão ser em ferro nodular, galvanizadas, de alta resistência mecânica, para fixação de eletroduto metálico em caixa de passagem, quadro ou luminária, rosca BSP paralela ISO R-228.

As caixas de passagem e de derivação deverão ser à prova de umidade, gases, vapores e pó, com as superfícies, externa e interna, completamente lisas, fabricadas em liga de alumínio fundido, dotadas de tampa cega, junta vedadora de neoprene, fixação da tampa por parafusos imperdíveis de aço zincado, quatro entradas rosqueadas de diâmetro não inferior a 20 mm (3/4"), rosca BSP paralela ISO R-228, três bujões seladores de ferro nodular galvanizado com rebaixo quadrado e orelhas de fixação reforçadas. As caixas deverão ser esmaltadas em estufa, na cor cinza. As caixas de passagem deverão ser locadas de modo que o acesso às mesmas seja feito sem necessidade de desmontagem de qualquer equipamento ou parte da instalação e deverão permitir fácil acesso para instalação e manutenção.

As luvas de aço ou ferro nodular deverão ser galvanizadas pelo processo de imersão a quente em zinco fundido de acordo com a Norma NBR-6323. Deverão ser fabricadas de acordo com a norma NBR-5598, com rosca BSP paralela ISO R-228.



Os “nipples” deverão ser curtos para junção de duas peças de roscas internas, fabricados em aço 1020, galvanizados, com rosca BSP paralela ISO R-228.

As uniões deverão ser de aço galvanizado, assegurar a vedação e ter roscas BSP paralela ISO R-228.

Os fixadores tipo unha deverão ser reforçados, com base de apoio, para fixação de eletroduto metálico rígido, fabricados em ferro nodular de alta resistência mecânica, galvanizados.

As braçadeiras para eletrodutos ou cabos rígidos, com cunha de aperto deverão ser fabricadas em chapa de aço e galvanizadas por imersão a quente.

#### **15.24.2 Tomadas e Plugues**

As tomadas e plugues deverão ser isoladas para 250 V, 10 A, conforme NBR-14.136 de 2002. As 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 buijões seladores. As caixas deverão ser esmaltadas em estufa, na cor alumínio.

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

#### **15.24.3 Cabos de Interligação**

##### **15.24.3.1 Cabos de Energia**

Os cabos de energia deverão ser singelos, isolamento para 1 kV, com condutor formado por fios de cobre eletrolítico, nu, têmpera mole, encordoamento classe 2, isolamento com características de auto-extinção e não propagação de fogo, com condutor isolado em PVC/A, cobertura na cor preta. Os cabos deverão ser adequados para operação a 90 °C em regime contínuo. A norma técnica aplicável é a NBR-7285. A seção dos cabos não deverá ser inferior a 2,5 mm<sup>2</sup>.

##### **15.24.3.2 Condutores de Iluminação**

Os condutores para os circuitos de iluminação até as caixas de ligação deverão ser do tipo fio singelo, classe 750 V, seção circular maciça de cobre eletrolítico, nu, têmpera mole, classe 1, isolamento na cor preta, constituída por uma camada sólida extrudada de PVC, com características de auto-extinção e não propagação do fogo. A norma técnica aplicável é a NBRNM-247-3. A seção nominal não deverá ser inferior a 1,5 mm<sup>2</sup>.

##### **15.24.3.3 Cabos de Controle e de Instrumentação**

###### **a) Requisitos Gerais**

Os cabos de controle e de instrumentação deverão ser constituídos de no mínimo 7 fios de cobre; quando for necessário grande flexibilidade deverão ser utilizados cabos de 19 fios.

A classe de temperatura do material isolante do cabo deverá ser determinada pela maior temperatura a que o cabo estiver exposto em sua rota, porém o valor mínimo é 90°C.

A blindagem metálica dos cabos deverá ser feita de uma fita de cobre que proporcione 100% de cobertura para o condutor; o fio de dreno deverá estar em contato com a blindagem em todo o comprimento do cabo.

A norma aplicável aos cabos de controle e de instrumentação é a NBRNM-280.

**b) Cabos de Controle**

Os cabos de controle deverão ser para classe de tensão 750 V, multipolares, constituídos por condutores formados por fios de cobre eletrolítico nu, temperatura mole, compactados ou não, classe 2, isolamento com características de auto-extinção e não propagação de fogo com o condutor isolado com PVC/A, o enfaixamento feito com fita de poliéster e a capa externa na cor preta. A identificação das veias deverá ser pelo sistema numérico em alto ou baixo relevo. A norma técnica aplicável é a NBRNM-280. A seção nominal dos condutores não deverá ser inferior a 1,5 mm<sup>2</sup>.

**c) Cabos de Instrumentação**

Os cabos de instrumentação deverão ser para classe de tensão 360 V, multipolares, constituídos por condutores formados por fios de cobre eletrolítico, nu, temperatura mole, compactados ou não, classe 2, isolamento com características de auto-extinção e não propagação de fogo, com o condutor isolado com PVC/A, o enfaixamento feito com fita têxtil emborrachada, a blindagem com fita de cobre nu e a capa externa na cor preta. A identificação das veias deverá ser pelo sistema numérico em alto ou baixo relevo. A norma técnica aplicável é a NBRNM-280. A seção nominal dos condutores não deverá ser inferior a 1 mm<sup>2</sup> para cabos multicondutores.

Os cabos para os termômetros de resistência deverão ser para classe de tensão 360 V, multipolares, constituídos por condutores formados por fios de cobre eletrolítico, nu, temperatura mole, compactados ou não, classe 2, isolamento com características de auto-extinção e não propagação de fogo, com o condutor isolado em borracha etileno-propileno (EPR), o enfaixamento com fita têxtil emborrachada, a blindagem com fita de cobre nu e a capa externa na cor preta. A identificação das veias deverá ser pelo sistema numérico em alto ou baixo relevo. As seguintes normas técnicas são aplicáveis: NBR-6880 e 7290. A seção nominal dos condutores não deverá ser inferior a 1 mm<sup>2</sup>.

**d) Cabos para Entradas e Saídas Analógicas de Alto Nível**

Como sinais analógicos de alto nível considerar aqueles com nível de tensão superior a 1V (sinais provenientes de transmissores com saída em corrente 4 a 20 mA, por exemplo) e para os mesmos deverão ser empregados cabos multipares, de pares torcidos, passo de 50 mm no mínimo, com blindagem par a par e blindagem coletiva.

**e) Cabos para Entradas e Saídas Analógicas de Baixo Nível**

Como sinais analógicos de baixo nível considerar aqueles com nível de tensão inferior a 1V (sinais provenientes de detectores resistivos de temperatura, por exemplo) e para

os mesmos deverão ser empregados cabos multicondutores, de pares ou trios torcidos, passo de 50mm no mínimo, com blindagem par a par ou trio a trio e blindagem coletiva.

f) Cabos para Entradas e Saídas Binárias

Para os sinais binários deverão ser empregados cabos multipolares, com blindagem coletiva.

g) Cabos para TCs

Os cabos para TCs terão condutor em fios de cobre, mole, classe 2, isolamento em EPR, 90°C, 0,6/1,0KV, enfaixamento em fita de cobre nu e capa externa em PVC preta, norma NBR 7290.

## **15.25 COMPONENTES E DISPOSITIVOS DE SUPERVISÃO E PROTEÇÃO**

### **15.25.1 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 1,5mm<sup>2</sup>.

Os contatos elétricos de todos os componentes e dispositivos de supervisão e proteção deverão operar à tensão de 125V, corrente contínua e capacidade de condução de 0,5A.

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

### **15.25.2 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 destinarem, ter grau de proteção mínimo IP-44, quando aplicável (NBRIEC-60529 ou NEMA 1, grade A conforme a norma ANSI B-40.1 Indicating Pressure and Vacuum Gauges), 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. Dial com diâmetro mínimo de 4" (100 mm).

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.

### **15.25.3 Pressostatos**

Os pressostatos deverão ser providos de chaves de mercúrio ou microswitch (contato comutador), 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 (NBRIEC-60529) ou NEMA 1. Deverão ser fornecidos os mesmos acessórios requeridos para os manômetros.

### **15.25.4 Dispositivos de Supervisão de Temperatura**

As supervisões de temperatura serão feitas através de detectores a termoresistência (RTDs).

Os transdutores necessários às indicações de temperatura, deverão ser incluídos no Fornecimento.

As termoresistências (RTD) deverão ser do tipo simples, de platina 100 Ohms a 0°C, ligação a três fios, classe A, calibração pela norma IEC-60751, faixa de medição de 100,00 Ohms a 157,32 Ohms, correspondendo de 0°C a 150°C, respectivamente. Deverão ter classe de isolamento de 1 kV, conforme IEC-60255-5, não-indutiva, para uso em ambientes onde poderá haver ruídos, tais 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, tipo missanga. Deverão ser intercambiáveis, providos de dispositivo de alarme e bloqueio quando rompidos, 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 quebrar.

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 RTDs deverão ser protegidos por estojos de aço inox AISI 304, comprimento total de 500 mm, com buçim móvel, rosca externa BSP x 14 fios por polegada e isoladas para impedir correntes de fuga.

Os sensores deverão ser do tipo adequado para cada local de medição e deverão ser instalados nos pontos de maior significado para a temperatura controlada.

Quando o sensor de temperatura também tiver a função de alarme e/ou desligamento, este deverá ser provido com indicador de temperatura digital, com supervisão da tensão de alimentação auxiliar. O indicador deverá ser conforme especificado anteriormente, e também dotado de pelo menos dois contatos elétricos reversíveis, ajustáveis independentemente em toda a escala e indicação dos valores ajustados acessível. Caso ocorra perda de informação do RTD, a função de desligamento deverá ser inibida.

### **15.25.5 Termômetro de Linha**

Deverão ser do tipo bimetálico helicoidal, com caixa de fenol para montagem local, mostrados 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 1/2" NPT; os poços deverão ser de aço usinado com conexão ao processo rosqueado NPT ou flangeadas; o comprimento da haste deverá ser compatível com as características da linha.

### **15.25.6 Medidores de Vazão**

Os medidores de vazão deverão ser do tipo diferencial de pressão em placa de orifício, tipo NEMA 4, com 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.

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 vazão deverão ser graduadas em metros cúbicos por segundo (m<sup>3</sup>/s).

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. Cada ponto de tubo deverá possuir, para facilidade de manutenção, substituição ou ajuste.

### **15.25.7 Chaves de Nível**

As chaves de nível poderão ser do tipo sonda ou sensor capacitivo, eletrodo, deslocador ou bóia, providas de um ou mais pares de 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.

### **15.25.8 Chaves Fim-de-Curso**

As chaves de fim-de-curso deverão ser alojadas em caixas à prova de tempo, grau de proteção IP-65, conforme NBRIEC-60529, com dois pares de contatos reversíveis por chave, deverão ser operadas mecanicamente e ter molas de retorno. Os contatos deverão ser de operação rápida, com uma capacidade mínima de 10 A em 220 Vca, facilmente substituíveis para manutenção. As chaves deverão ser adequadas para serviço pesado, com vida mecânica de 30 milhões de manobras em condições tropicais e expostas ao tempo. As caixas deverão ter uma entrada rosqueada de diâmetro de 20 mm (3/4") BSP paralela ISO-R-228 para conexão aos eletrodutos, e tampas com vedação de neoprene.

## 15.26 CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS - CLP

O Controlador Lógico Programável (CLP) deverá ser basicamente constituído por:

- Unidade central de processamento com capacidade adequada para processar o número de entradas/saídas (I/O) necessários;
- Fontes de alimentação, preferencialmente redundantes, adequadas ao CLP obtidas das alimentações descritas no item 15.2;
- 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;
- Cabos e componentes necessários ao bom funcionamento do controlador.
- O CLP deverá atender às seguintes características:
  - Capacidade para processar a lógica necessária ao desempenho do equipamento conforme já detalhada;
  - Entradas e saídas com proteções a 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 transferência e de “jumpers”; chamadas de bloco e outras funções necessárias para execução do programa:
    - Programação “on e off-line”;
    - Ser compatível com microcomputador tipo IBM PC na configuração Windows;
    - Memória de programa.
  - Sinalização local através de display de cristal líquido e remoto através de contatos livres de potencial (contatos secos) das seguintes ocorrências:
    - Estados das entradas e saídas;
    - CPU com defeito;
    - Desligamento/falha de alimentação;
    - Saídas providas com fusíveis, capacidade para alimentar carga de até 2 A com proteção de sobretensão incluída;
    - Tempo de ciclo menor ou igual a 20 ms por 1k de instruções;



- o Temperatura ambiente permissível para operação; 0 oC a 55 oC:
  - Memória de programa - deverá ser definida e informada pelo fabricante;
  - Capacidade da CPU com 30 % de reserva para permitir futuras expansões.

Deverão ser fornecidos cabos de conexão CLP ao micro IBM PC, CDs/disquetes com o software de programação (sistema operacional CLP), CDs/disquetes com o software de comunicação e acessórios auxiliares necessários para programação do CLP via IBM PC.

## **16. REQUISITOS MECÂNICOS GERAIS**

### **16.1 JUNTAS E FIXADORES**

Todas as faces das juntas deverão ser usinadas. Componentes de construção soldada com superfícies usinadas que devem permanecer em alinhamento preciso e/ou onde deva ser mantida a estanqueidade entre as faces da junta, deverão ser submetidas termicamente a alívio de tensão antes da usinagem.

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

No mínimo dois de tais pinos ou parafusos de ajuste deverão ser fornecidos em juntas aparafusadas entre flanges usinados. Meios para remoção deverão ser providos na extremidade maior de todos os pinos.

Todos os parafusos, pinos e porcas deverão estar de acordo com uma norma reconhecida. Todos os parafusos, pinos e porcas deverão ser acabados. Deverá ser usado bronze ou aço resistente à corrosão para pinos e porcas, em todo o trabalho, quando um ou ambos estiverem sujeitos a corrosão e/ou ajustes ou remoções freqüentes.

Faces de assentamento para cabeça de parafusos, porcas em superfícies não acabadas deverão ser usinadas.

Componentes que suportem esforços maiores, fabricadas de chapas de aço, deverão ter a direção de tensões principais coincidente com a direção de laminação da chapa.

### **16.2 MANCAIS E BUCHAS**

Mancais autolubrificados deverão atender aos requisitos e ser identificados de acordo com a norma corrente da "Anti-friction Bearing Manufacturers Association Inc.", AFBM ou normas equivalentes.

Os pinos e eixos deverão ser temperados.

Os pinos graxeiros deverão ser normalizados. O bronze deverá ser utilizado para buchas de mancais substituíveis. O plástico será aceito onde possa ser demonstrada uma experiência satisfatória. As buchas deverão ser autolubrificadas ou ter juntas para lubrificação e deverão ser travadas seguramente no lugar, com parafusos sem cabeça.



Gaxetas para vedação, onde exeqüível, deverão ser de um produto comercial de alta qualidade com teor de fluorcarbono (Teflon ou equivalente) adequado para a aplicação e para uma vida útil longa da vedação.

### **16.3 DUTOS, TUBULAÇÕES E VÁLVULAS**

O fornecedor deverá fornecer todas as tubulações e válvulas para ar comprimido, óleo, CO<sub>2</sub>, água e outras citadas no "Escopo do Fornecimento" constantes nas especificações dos sistemas e equipamentos. Elas deverão ser fornecidas completas com pinos parafusos, porcas, arruelas, juntas, suportes, etc.

O projeto e a fabricação de sistemas de tubulação deverão estar de acordo com os requisitos da norma ANSI B31.1 - "Power Piping" e deverão estar baseados na pressão máxima de operação do sistema. A velocidade de escoamento dos fluídos nos tubos deverá estar entre 1,5 e 4,5 m/s; para dutos de ventilação e ar condicionado a velocidade deve ficar entre 8 e 12 m/s.

A menos que especificado de outro modo nas Especificações Técnicas a tubulação deverá atender aos seguintes requisitos:

- As tubulações deverão ser de tubo de aço preto ASTM A53, sem costura, conforme norma ANSI B 36.10 com acessórios roscados com rosca NPT - ANSI B2.1, soldados por encaixe ou soldados de topo, conforme necessário, para bitolas nominais de 2 polegadas e menor, e com acessórios para solda de topo e flanges ANSI B16.5 soldados para 2 1/2 polegadas e maiores;
- As tubulações para instrumentação e controle deverão ser de tubos de aço inoxidável.

A menos que especificado de outro modo nas Especificações Técnicas, as válvulas deverão atender aos seguintes requisitos:

- As válvulas para água e ar a baixa pressão até 2 polegadas deverão ser de latão ou bronze. Válvulas de bitolas 2 1/2 polegadas ou maiores, deverão ser de aço fundido ou forjado com internos de latão, bronze ou aço inoxidável;
- As válvulas para óleo e ar a alta pressão deverão ser de aço fundido ou forjado com latão, bronze ou de aço inoxidável;
- As válvulas com bitolas até 2 polegadas, inclusive, terão conexões roscadas, soldadas por encaixe ou soldada de topo, conforme necessário. Válvulas nas bitola 2 1/2 polegadas e acima serão flangeadas;
- As válvulas gaveta deverão ser do tipo de cunha sólida com haste ascendente e jugo externo e trava. Onde necessário válvulas gaveta em linhas de pressão deverão ser providas com "by-pass" para equalização de pressão;
- Válvulas de retenção deverão ser do tipo "non-slam".

A tubulação deverá ser pintada de acordo com o item 17.

As tubulações deverão ser ensaiadas quanto à estanqueidade à pressão de 1,5 vezes a pressão nominal de trabalho.

## **16.4 TROCADORES DE CALOR**

O FORNECEDOR deverá incluir no fornecimento todos os trocadores de calor para óleo, água e ar necessários à operação satisfatória do equipamento.

A quantidade e capacidade dos trocadores de calor serão determinadas pelo FORNECEDOR e deverá ser tal que permita a operação segura do equipamento em sua capacidade nominal com um trocador de calor fora de serviço, a temperatura da água de resfriamento de 30°C e o suficiente de transferência de calor dos trocadores restante 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 serão redundantes e permitirão a remoção ou troca para manutenção e reparos, sem interferir com a operação dos trocadores de calor 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 um material adequado para a qualidade e condições da água de resfriamento.

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 de ar, com válvula para eliminação de ar;
- Uma aeração com válvula para permitir a drenagem completa;
- Dispositivos para levantamento para facilitar o manuseio, pés, suportes.

Válvulas de isolamento deverão ser previstas tanto nas entradas e saídas de cada trocador de calor. A válvula de entrada deverá ser adequada para a regulação da vazão de água. Os tubos ou placas serão de aço inoxidável.

## **17. PINTURA, ACABAMENTO E REVESTIMENTO DE PROTEÇÃO**

### **17.1 NORMAS E REQUISITOS**

As normas e recomendações técnicas para a limpeza, pintura e proteção de qualquer parte de equipamento, serão aquelas citadas no Manual de Pintura de Estruturas Metálicas, elaborado pelo "Steel Structures Painting Council" – SSPC, ou norma NBR-7348 - "Limpeza de Superfícies de Aço com Jato Abrasivo", e NBR-11389 – "Sistemas de Pintura para Equipamentos e Instalações de Usinas Hidrelétricas e Termoelétricas" da ABNT, e, para adutoras em aço, norma "American Water Works Association" - AWWA.

Todas as superfícies a serem pintadas deverão ser devidamente limpas e isentas de crostas de laminação, sujeira, ferrugem, graxas e outras substâncias estranhas, objetivando-se obter uma superfície limpa e seca. Todos os cantos vivos deverão ser

eliminados com esmeril ou por outros meios. Os tipos de limpeza obedecerão às normas do SSPC e os aspectos das superfícies limpas corresponderão aos padrões da norma sueca SIS 05 5900.

| TIPO DE LIMPEZA                                    | NORMA     | GRAU SIS |
|--|-----------|----------|
| LIMPEZA COM SOLVENTES                              | SSPC-SP1  | -        |
| LIMPEZA COM FERRAMENTAS MANUAIS                    | SSPC-SP2  | St2      |
| LIMPEZA COM FERRAMENTAS MOTORIZADAS OU PNEUMÁTICAS | SSPC-SP3  | St3      |
| LIMPEZA COM JATO DE AREIA COMERCIAL                | SSPC-SP6  | Sa2      |
| LIMPEZA COM JATO DE AREIA AO METAL QUASE BRANCO    | SSPC-SP10 | Sa2 ½    |
| LIMPEZA COM JATO DE AREIA AO METAL BRANCO          | SSPC-SP5  | Sa3      |

## 17.2 GENERALIDADES

Depois da fabricação e inspeção, porém antes do embarque, as superfícies dos equipamentos e peças do fornecimento, deverão receber os tratamentos e/ou recomendações a seguir:

### 17.2.1 Superfícies Embutidas

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

### 17.2.2 Tubulações Embutidas

Antes da concretagem as tubulações embutidas deverão ter as extremidades, que afloram do concreto, pintadas em um comprimento de aproximadamente 15 cm da face do concreto para dentro do mesmo, e toda a ponta que estiver exposta, para impedir a corrosão nestes pontos.

### 17.2.3 Superfícies Usinadas

As superfícies usinadas deverão estar completamente isentas de materiais estranhos e revestidas com proteção anti-corrosiva removível. As superfícies de contato acabadas, de metal ferroso, de juntas parafusadas, deverão ser lavadas com um inibidor de corrosão e revestidas com um anti-corrosivo 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 aprovados.

### 17.2.4 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.

### 17.2.5 Superfícies Zincadas

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

Deverão receber tratamento/ proteção à base de zinco as seguintes superfícies:

- Peças/ acabamentos metálicos diversos, tais como: plataformas, passadiços, suportes em geral, cercas e portões, escadas e postes, quando instalados em ambientes expostos a intempéries ou em ambientes agressivos;
- Estruturas em geral para subestações;
- Dutos e acessórios para ventilação e ar condicionado;
- Tubulações até 21/2", quando requerido;
- Eletrodutos, caixas, condutores, bandejas de cabos, luminárias.

#### **17.2.6 Parafusos, Porcas e Arruelas**

Parafusos, porcas e arruelas, quando não especificado em contrário, deverão ser zincados, ou protegidos por outro processo similar aprovado.

Quando necessário resistência à corrosão - especificar "zincadas a fogo" conforme ASTM-A-153 ou "bi-cromatizadas".

#### **17.2.7 Materiais Inoxidáveis, Não-Ferrosos, Usinados**

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

#### **17.2.8 Componentes de Painéis, Cubículos e Afins**

Todos os componentes mecânicos de cubículos e painéis, compostos de metais ferrosos, tais como invólucros, estruturas, portas e painéis fixos, blindagens, chassis, tampas, tetos, assoalhos, bases e outros, deverão receber tratamento conforme especificado. 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.

#### **17.2.9 Tratamento de Superfícies**

Para o tratamento das superfícies a serem pintadas deverão ser seguidas as recomendações das normas aplicáveis da ABNT ou SIS e genericamente todas as peças antes de receberem o tratamento, deverão passar por uma rigorosa inspeção visual, controlando-se acabamento de solda e lixamento, rebarbas de recorte, e nas áreas afetadas por graxas, óleos e outras substâncias gordurosas, estes deverão ser removidos por limpeza apropriada. A limpeza das peças será feita conforme os seguintes tipos de superfícies:

##### **a) Aço**

Através de jateamento abrasivo, de granulação apropriada com o perfil de rugosidade requerido. O perfil de rugosidade para a maior parte das tintas será de 50 a 70 µm. O máximo perfil de rugosidade permitido será de 80 µm. Os abrasivos utilizados deverão estar de acordo com a norma ABNT NBR-8264.

O padrão de jateamento será conforme indicado nestas Especificações Técnicas e 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°C acima do ponto de orvalho do ar ambiente. O processo de tratamento não deverá ser interrompido por um período superior a três horas, após o jateamento.

#### b) Alumínio

Será feita limpeza com solvente desengraxante/desengordurante e com panos limpos. Após deverá ser feito lixamento brando 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.

A aplicação da primeira demão de tinta deve ser feita no menor prazo possível e no mesmo dia da limpeza e também devem ser seguidas as recomendações descritas no item 17.10 Generalidade para a Pintura na Obra, desta Especificação.

### **17.2.10 Pintura - Aplicação das Tintas**

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

A pintura deverá ser executada em geral a pistola, os processos de aplicação por pincel, trincha ou rolo em princípios não serão aceitos a não ser quando requerido pela tinta empregada.

Também não serão aceitos defeitos de aplicação, tais como: porosidades, descascamentos, empolamentos, escorrimentos, sulcamentos, enervamentos, respingos, e enrugamentos.

Em toda extensão das extremidades que serão soldadas no campo deverá ser deixada uma faixa de 100 mm sem pintura, sendo executada por terceiros a pintura dessas áreas, após a montagem do equipamento. Para isso, o fabricante deverá enviar tintas do mesmo tipo usado no equipamento, com acréscimo de 10% (dez por cento) do total necessário para tais pinturas.

A menos que seja especificado em contrário, a temperatura das superfícies a serem pintadas e o ar em contato com as mesmas não deverá ser inferior a 7 °C durante a aplicação da tinta, e enquanto a tinta não houver secado, o que deverá ser verificado por toque.

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

Não deverão ser pintadas as partes a serem embutidas em concreto tais como chumbadores e ancoragens.

#### **17.2.11 Superfície em Contato**

Sempre que, uma diferença de potencial possa se estabelecer entre superfícies metálicas de composição química diferente, em contato por rebites ou parafusos, cada uma das superfícies em contato deverá ser limpa, pré-tratada e deverá receber uma demão de "primer", tudo conforme especificado para o caso particular dos metais envolvidos. Se, por outro lado, o contato for entre superfícies ferrosas e entre outras partes de composição química similar, tais superfícies deverão ser protegidas, porém não obrigatoriamente através de pintura.

As superfícies de contato nas ligações de alta resistência deverão ser jateadas, não recebendo qualquer revestimento. Por ocasião da montagem estas superfícies poderão ser limpas, caso necessário, através de jato leve. No caso de uma superfície não metálica em contato com uma superfície metálica por meio de rebites ou parafusos, a superfície de contato do metal deverá receber o esquema de pintura que lhe for especificado.

#### **17.3 RETOQUES DE PINTURA NA OBRA**

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

Para a execução dos retoques deverá ser seguida a recomendação do fabricante das tintas e as recomendações indicadas nesta Especificação.

As tintas e solventes e as cores das tintas para os retoques deverão ser do mesmo fabricante daquelas já aplicadas na fábrica e a quantidade será aproximadamente 5% (cinco por cento) da quantidade de tinta requerida para a pintura completa do equipamento.

#### **17.4 RESPONSABILIDADE DOS SERVIÇOS/FORNECIMENTO DE TINTAS**

A preparação de superfície e pintura de Conduitos Forçados (blindagem externa e interna) deverão ser executadas na Obra pela montadora, de acordo com o plano de pintura acordado, devendo este suprir os produtos necessários para a preparação e pintura (tintas e solventes).

As superfícies das caixas espirais, pré-distribuidores, tubo de sucção e pilares serão pintadas na Obra.



As demais superfícies de todos os equipamentos e acessórios deverão receber a proteção ou pintura completa na fábrica, conforme os requisitos destas Especificações Técnicas.

Com exceção de Condutos Forçados que serão pintados integralmente na Obra, as demais superfícies dos equipamentos, receberão os retoques previstos.

Para os retoques realizados na Obra e sob responsabilidade do fabricante do equipamento estes deverão ser fornecidos os produtos (tintas e solventes) necessários, acompanhados dos respectivos procedimentos de retoque.

Todas as tintas e solventes para as pinturas de fábrica e retoques na obra serão fornecidas pelo fabricante do equipamento.

Para a pintura das tubulações deverá ser prevista uma quantidade de tinta suficiente para a pintura realizada na pré-montagem e a pintura de acabamento, realizada após a montagem definitiva das tubulações.

A pintura completa na obra, inclusive retoques, o fornecimento das tintas e os serviços de pintura sob deverão atender os seguintes procedimentos:

- Será atendida a espessura mínima recomendada nestas Especificações Técnicas;
- As tintas fornecidas deverão ser novas e com prazo de validade indicado pelo fabricante da tinta ultrapassando o período previsto para sua aplicação.

## **17.5 QUALIDADE DAS TINTAS E INSPEÇÕES**

Todas as tintas utilizadas no fornecimento deverão ser de um mesmo fabricante.

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.

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.

## **17.6 ESQUEMAS DE PINTURA, PREPARO DE SUPERFÍCIES E ABRANGÊNCIA**

### **17.6.1 Generalidades**

Componentes comuns a todos os equipamentos das estações de bombeamento, usinas, subestações e estruturas de controle, tais como painéis e cubículos, deverão ser enquadrados no esquema de pintura em que estiverem citados e, além disso, deverá ser atendida a norma NBR-8755 - "Sistemas de Revestimentos Protetores para Painéis Elétricos".

Nos itens a seguir, são estabelecidos os processos específicos de pintura dos equipamentos e superfícies, nos quais são especificados o processo de limpeza e



preparação das superfícies, o esquema de pintura e os equipamentos/superfícies ao qual se aplicam os referidos esquemas.

### 17.6.2 Superfícies em Contato Permanente com Água

#### a) Limpeza e Preparação de Superfícies.

- O padrão de jateamento será ao metal branco Grau Sa3.

#### b) Esquema de Pintura

- Duas demãos de tinta a base de resina epóxi betuminoso, isento de alcatrão de hulha, com espessura mínima da película seca de 200µm por demão.

#### c) Equipamentos

Fazem parte deste esquema de pintura, as seguintes superfícies dos equipamentos:

- *Bomba*: áreas internas da bomba, difusor, coluna tubular, cone de aspiração, revestimento tubular do eixo da bomba, base de apoio.

### 17.6.3 Superfícies Submersas

#### a) Limpeza e Preparação de Superfícies.

O padrão de jateamento será ao metal branco Grau Sa3.

#### b) Esquema de Pintura

- Uma demão de tinta de fundo, a base de resina epóxi, isenta de alcatrão de hulha, bi componente, curada com poliamida, pigmentada com zinco, tendo um conteúdo de zinco metálico na película seca superior a 85%, para aplicação em uma única demão com espessura mínima do filme seco de 75 µm. Sólidos por volume da tinta na faixa de 53%”;
- Uma demão de tinta epóxi líquida, isento de alcatrão de hulha, bi componente, curada com poliamida, pigmentada com cargas inertes de alta dureza (alta resistência à abrasão), para ser aplicada com espessura mínima do filme seco de 150 µm, cor marrom. Sólidos por volume na faixa de 75%;
- Uma demão de tinta epóxi líquida, isento de alcatrão de hulha, bi componente, curada com poliamida, pigmentada com cargas inertes de alta dureza (alta resistência à abrasão), para ser aplicada com espessura mínima do filme seco de 150 µm, cor preta. Sólidos por volume na faixa de 75%.

⇒ **Nota:** Na interface para pintura entre a 1ª demão e a 2ª demão, deverá ser seguida a recomendação do fabricante da tinta para a selagem do zinco e conseqüente melhoria da aderência entre as camadas.

### c) Equipamentos

Fazem parte deste esquema de pintura, as seguintes superfícies dos equipamentos:

- *Equipamentos Hidromecânicos:* comportas vagão, comportas ensecadeiras, vigas pescadoras, acessórios e grades da tomada d'água;
- *Outros Equipamentos:* superfícies expostas das peças fixas de 2º estágio.

### 17.6.4 Superfícies Internas e Externas do Conduto de Adução ou Forçado

#### a) Limpeza e Preparação de Superfícies

- O padrão de jateamento será ao metal branco Grau Sa 3, conforme SSPC-SP-5.

#### a) Esquema de Pintura

- Deverá ser atendida a padronização do revestimento conforme especificado na norma AWWA C210-03 (livre de alcatrão) e norma AWWA C218.

#### b) Equipamentos

Fazem parte deste esquema de pintura, as seguintes superfícies dos equipamentos:

- Conduto de Adução ou Forçado, aparente ou enterrado: superfícies, internas e externas, e acessórios.

#### 17.6.4.1 Revestimentos internos em instalações aéreas e enterradas

- Aplicar as demãos de tinta de fundo e acabamento de epóxi curada com poliamida de alta espessura (bi componente) isenta de alcatrão, conforme AWWA C210 até a espessura final de película seca de no mínimo de 410 µm.

#### 17.6.4.2 Revestimentos externos em instalações aéreas e abrigadas

- Aplicar uma demão de fundo, primer epóxi fosfato de zinco de alta espessura, conforme AWWA C218, com espessura final de película seca de no mínimo de 150 µm;
- Aplicar as demãos de tinta de acabamento de poliuretano acrílico alifático (protetor UV), conforme AWWA C218, com espessura final de película seca de no mínimo de 50 µm.

#### 17.6.4.3 Revestimentos externos em instalações enterradas

- Aplicar as demãos de tinta de fundo de epóxi curada com poliamida de alta espessura (bi componente) isenta de alcatrão, conforme AWWA C210 até a espessura final de película seca de no mínimo de 410 µm.

### 17.6.5 Superfícies Aparentes - Protegidas (Sob Teto)

#### a) Limpeza e Preparação de Superfícies

- O padrão de jateamento será ao metal quase branco Grau Sa 3, conforme SSPC-SP-5.

#### Esquema de Pintura:

- Uma demão de tinta de fundo, a base de antioxidante epóxi poliamida ao cromato de zinco, para aplicação com espessura mínima de película seca de 60  $\mu\text{m}$ ;
- Uma demão de tinta de acabamento, a base de resina epóxi poliamida, para aplicação com espessura mínima da película seca de 60  $\mu\text{m}$ .

⇒ **Nota:** Deverá ser seguida a recomendação do fabricante das tintas para garantir a selagem do zinco e aderência entre as camadas.

Este esquema de pintura é para execução principalmente em fábrica.

#### b) Equipamentos

Fazem parte deste esquema de pintura, as seguintes superfícies dos equipamentos:

- *Bomba:* alavancas, bielas, anéis de regulação, superfícies externas dos reservatórios e cubas de óleo, monovias, tampas, superfícies internas dos revestimentos dos poços, painéis e cubículos e trocadores de calor;
- *Motor e Regulador de Tensão:* tampas inferior e superior, passarelas, coberturas dos anéis coletores, cubo, aranha, cruzeta e estator, painéis, cubículos, trocadores de calor e coberturas dos anéis coletores, onde aplicável;
- *Outros Equipamentos:* superfícies externas dos reservatórios de ar comprimido, servomotores, barramento de fases isoladas, pontes rolantes (superfícies internas e externas).

### 17.6.6 Superfícies Aparentes - Intemperismo

#### a) Limpeza e Preparação de Superfícies

- O padrão de jateamento será ao metal quase branco Grau Sa 3, conforme SSPC-SP-5.

#### b) Esquema de Pintura

- Uma demão de tinta de fundo, a base de zinco etil silicato, bi componente, para aplicação com espessura mínima do filme seco de 75  $\mu\text{m}$ . Sólidos por volume na faixa de 62%;
- Uma demão de tinta intermediária, a base de resina epóxi poliamina, alta espessura, bi componente, para aplicação com espessura do filme seco de 100  $\mu\text{m}$ . Sólidos por volume na faixa de 60%;
- Uma demão de tinta de acabamento, a base de resina poliuretano/acrílico, bicomponente, para aplicação com espessura mínima de filme seco de 60  $\mu\text{m}$ . Sólidos por volume na faixa de 70%.

⇒ **Nota:** Deverá ser seguida a recomendação do fabricante das tintas para garantir a selagem do zinco e aderência entre as camadas.

Este esquema de pintura é para execução principalmente em fábrica.

c) Equipamentos

Fazem parte deste esquema de pintura, as seguintes superfícies dos equipamentos:

- *Equipamentos de Levantamento/Movimentação de Cargas:* superfícies internas e externas da ponte rolante e guincho monotrilho, completos, e vigas de levantamento;
- *Outros Equipamentos:* superfícies externas dos transformadores, disjuntores, seccionadores, pára-raios, transformadores de potencial, transformadores de corrente.

### 17.6.7 Superfícies em Contato Permanente com Óleo

a) Limpeza e Preparação de Superfícies

O padrão de jateamento será ao metal branco Grau Sa 3.

b) Esquema de Pintura

- Uma demão de tinta de fundo antioxidante epóxi poliamina ao cromato de zinco, para aplicação com espessura da película seca de 60µm;
- Uma demão de tinta de acabamento, a base de resina epóxi poliamina, para aplicação com espessura da película seca de 40µm.

⇒ **Nota:** Para a execução da pintura deverá ser rigorosamente seguida a recomendação do fabricante das tintas.

A tinta utilizada neste esquema deverá ser resistente ao óleo contido nos reservatórios e cubas.

Este esquema de pintura é para execução principalmente em fábrica.

c) Equipamentos

Fazem parte deste esquema de pintura, as seguintes superfícies dos equipamentos:

- *Cubas de Óleo:* superfícies internas de reservatórios e cubas de óleo hidráulico, lubrificante e isolante, superfícies internas dos servomotores.

### 17.6.8 Tubos, Conexões, Válvulas e Acessórios - Protegidas e/ou Intemperismo Limpeza e Preparação de Superfícies

O padrão de jateamento será ao metal quase branco Grau Sa 2½.

a) Esquema de Pintura

- Uma demão de tinta a base de resina epóxi modificada, tipo "mastic", bicomponente, poliamina pigmentada com alumínio lamelar e outros pigmentos

anti-corrosivos, para aplicação como tinta de fundo e acabamento, com espessura mínima do filme seco de 150  $\mu\text{m}$ . Sólidos por volume na faixa de 77%.

⇒ **Nota:** Para a execução da pintura deverá ser rigorosamente seguida à recomendação do fabricante das tintas.

As tubulações deverão ter a tinta de acabamento na cor alumínio RAL 9006 e deverão receber faixas indicativas do tipo de fluido que contém. Conforme especificado nos itens (a) e (b) da seção 17.7 - Pintura de Identificação dos Equipamentos e Sistemas.

As tintas para as faixas indicativas deverão ser epóxi e compatíveis com a tinta utilizada nas tubulações ou poderão ser usadas faixas de fitas adesivas adequadas às superfícies pintadas.

#### b) Equipamentos

Fazem parte deste esquema de pintura, as seguintes superfícies de equipamentos:

- *Tubulações dos sistemas auxiliares:* Superfícies aparentes de tubos, conexões, válvulas e acessórios;
- *Outros Equipamentos:* Superfícies externas dos filtros principais do sistema de água de resfriamento, caso não seja aceito o esquema de pintura do fabricante, superfícies externas dos reservatórios de CO<sub>2</sub>.

### 17.6.9 Superfícies Zincadas

#### a) Pintura

A princípio, as superfícies zincadas não necessitarão ser pintadas, salvo por questões de aparência ou de segurança.

#### b) Limpeza e Preparação de Superfícies

As superfícies zincadas deverão ser limpas com solvente apropriado e se necessário, escovamento ou lixamento manual brando.

#### c) Esquemas de Pintura

c.1) Para superfícies zincadas por metalização/ aspersão térmica/ projeção de zinco fundido, deve-se aplicar o seguinte esquema de pintura:

- Uma demão de tinta de primer de aderência epóxi/ isocianato, bicomponente, para aplicação com espessura do filme seco de 15  $\mu\text{m}$ . Sólidos por volume na faixa de 17%;
- Uma demão de tinta intermediária, a base de resina Epóxi poliamida, alta espessura, bicomponente, para aplicação com espessura mínima do filme seco de 100  $\mu\text{m}$ . Sólidos por volume na faixa de 60%;

- Uma demão de tinta de acabamento, a base de resina poliuretano/alifático, bicomponente, para aplicação com espessura mínima do filme seco de 40 µm. Sólidos por volume na faixa de 52%.
- c.2) Para superfícies zincadas por imersão à quente/ zincagem à fogo, deve-se aplicar o seguinte esquema de pintura:
- Uma de mão de tinta de primer de aderência polivinil butiral pigmentado com tetroxi cromato de zinco, bicomponente, para aplicação com espessura mínima do filme seco de 10 µm. Sólidos por volume na faixa de 11%;
  - Uma demão de tinta intermediária, a base de resina Epóxi poliamida, alta espessura, bicomponente, para aplicação com espessura mínima do filme seco de 100 µm. Sólidos por volume na faixa de 60%;
  - Uma demão de tinta de acabamento, a base de resina de poliuretano/ alifático, bicomponente, para aplicação com espessura mínima do filme seco de 40 µm. Sólidos na faixa de 52%.

#### 17.6.10 Padrão do Fabricante

##### a) Limpeza e Preparação de Superfícies

O padrão de jateamento será ao metal quase branco Grau Sa2<sup>1/2</sup>, ou outro conforme o padrão do Fabricante.

##### b) Esquema de Pintura

Poderão ser aceitos os esquemas de pintura conforme padrão do Fabricante, desde que sejam previamente submetidos e aprovados.

##### c) Equipamentos

Fazem parte deste esquema de pintura, as seguintes superfícies dos equipamentos:

- *Bomba*: rotores, bombas, transdutores eletrohidráulicos, compressores de ar, motores elétricos e trocadores de calor;
- *Motor e Regulador de Tensão*: estator, anel magnético, pólos, bombas, trocadores de calor, cilindros de freio;
- *Auxiliares Mecânicos*: compressores de ar, bombas de esgotamento e drenagem, unidades de ar condicionado e ventiladores, filtros principais, válvulas, elevadores.

#### 17.7 PINTURA DE IDENTIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E SISTEMAS

##### a) Cores

- *Preto (notação Munsell N1. 0)* - deverão receber esta cor as superfícies internas das caixas espirais e condutos forçados, revestimentos dos tubos de sucção e pilares, pré-distribuidores e palhetas diretrizes, comportas e acessórios, grades da

tomada d'água, vigas pescadoras e ganchos dos equipamentos de levantamento (intercalados com listas amarelas) tubulação de esgoto sanitário;

- *Alumínio (notação RAL 9006)*- deverão receber esta cor as superfícies externas dos condutos forçados, tubulações, válvulas e acessórios em geral, superfície externa do reservatório de CO<sub>2</sub>;
- *Creme claro (notação Munsell 2.5 Y 9/4)* - deverão receber esta cor as superfícies externas das bombas, cubas de óleo dos mancais, reservatórios de óleo (superfícies externas), tampas superiores, acumuladores ar/óleo (até o nível do óleo), cone, revestimento do poço;
- *Laranja (notação Munsell 2.5 YR 6/14)* - deverão receber esta cor as superfícies dos anéis de regulação, alavancas, bielas, painéis, cubículos e placas de montagem de quadros elétricos;
- *Cinza claro (notação Munsell N6.5)* - deverão receber esta cor as superfícies de quadros elétricos, motores elétricos, bombas de óleo, transdutores, tampas superiores e inferiores do motor, passarelas no piso do motor, guias de ar, cobertura dos anéis coletores (interna), estator, cubo e aranha do rotor, cruzetas e cilindros de freio, bombas de esgotamento e drenagem, sistema de ar condicionado, superfícies internas e externas de painéis e cubículos (exceto a parte interna das portas), superfícies externas dos transformadores, reatores e demais equipamentos de subestação e estruturas de controle;
- *Amarelo (notação Munsell 5 Y 8/12)* - deverão receber esta cor as superfícies das monovias, pórticos e pontes rolantes, superfícies internas e externas, escotilhas, corrimãos, passarelas, batentes e ganchos (intercalados com listras pretas) e plataformas;
- *Azul claro (notação Munsell 2.5 PB 4/10)* - deverão receber esta cor as superfícies dos compressores de ar de serviço e rebaixamento, reservatórios de ar, acumulador ar-óleo do sistema de regulação (acima do nível do óleo);
- *Vermelho (notação Munsell 5 R 4/14)* - deverão receber esta cor as superfícies externas dos anéis coletores, pára-raios, cilindros e suportes do sistema de combate a incêndio, armários para mangueiras, hidrantes, extintores de incêndio e demais acessórios do sistema de combate a incêndio em geral;
- *Branco* - deverá receber esta cor as superfícies internas de reservatórios de óleo, de ar comprimido, cubas de óleo e redutores (interno).

#### b) Identificação de tubulação dos sistemas

As tubulações deverão ser pintadas na cor alumínio recebendo faixas de identificação conforme descrito a seguir.

As tubulações serão identificadas por faixas definidas na tabela a seguir, feitas de fita adesiva vinílica fabricadas por MULT-FIX - Professional Sinmking Film Série 5000, ou similar, que também indicarão o sentido do fluxo do fluido.



| CORES DE IDENTIFICAÇÃO                 |            |                 |
|--|------------|-----------------|
| TUBULAÇÃO                              | COR        | CÓDIGO MULT-FIX |
| ÁGUA TRATADA                           | VERDE SEDA | 5019            |
| ÁGUA BRUTA E DE SERVIÇO                | VERDE      | 5020            |
| ÁGUA DE RESFRIAMENTO                   | VERDE      | 5020            |
| ÁGUA DE DRENAGEM                       | VERDE      | 5020            |
| ÁGUA DE ESGOTAMENTO E ENCHIMENTO       | VERDE      | 5020            |
| AR COMPRIMIDO DE SERVIÇO               | AZUL       | 5011            |
| AR DE FRENAGEM                         | AZUL       | 5011            |
| AR DE REGULAÇÃO                        | AZUL       | 5011            |
| ÓLEO LUBRIFICANTE E ÓLEO ISOLANTE      | MARROM     | 5013            |
| CO2 E ÁGUA DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO | VERMELHO   | (NA)            |
| ESGOTO SANITÁRIO                       | PRETO      | (NA)            |

## 17.8 SUPERFÍCIES DE EMENDAS QUE SERÃO SOLDADAS NA OBRA

Todas as bordas das chapas preparadas para soldagem na obra, deverão receber uma camada de composto anti-corrosivo. Este composto que deverá ser aplicado de acordo com as instruções do fabricante, não deverá requerer remoção antes da soldagem ou ser removível por ação de solvente orgânico.

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

## 17.9 TRANSPORTE E MANUSEIO APÓS A PINTURA

Todas as peças pintadas e prontas para embarque deverão ser cuidadosamente embaladas e/ou acomodadas para transporte (em berços de apoio próprios) a fim de não danificar a pintura.

## 17.10 GENERALIDADES PARA A PINTURA NA OBRA

### 17.10.1 Tópicos Gerais

Para equipamentos tais como: Conduto e Caixas Espirais (Fabricante: pintura completa inclusive com as tintas. Empreiteira:- pintura completa, porém sem fornecer as tintas).

Além dos itens a seguir descritos, deverão também ser contemplados os demais itens destas Especificações Técnicas para pintura de equipamentos eletromecânicos.

### 17.10.2 Preparo de Superfície

Conforme descrito no item 17.2.9 Tratamento de Superfícies, porém acrescentando: caixas espirais e tubos de sucção e demais superfícies em contato com água.

- A limpeza externa dos condutos poderá ser feito por jateamento com areia;
- Para evitar a propagação e presença de poeira, causados pelo jateamento das superfícies, principalmente internos dos condutos e caixas espirais, o FORNECEDOR deverá instalar um sistema de exaustão ou outros meios apropriados a esta finalidade.

### **17.10.3 Equipamentos e Materiais**

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.

Para a execução dos trabalhos deverão ser consideradas todas as condições e dificuldades para os serviços de jateamento e pintura, planejar a execução dos serviços e de todos os equipamentos que serão utilizados, tais como guinchos, andaimes, ventiladores, exaustores, aquecedores, compressores, equipamentos completos de jato e pintura.

Na obra deverá haver os seguintes equipamentos para controle de qualidade, porém sem se restringir a eles:

- Rugosímetro;
- Padrão comparativo do preparo de superfície;
- Termo higrômetros;
- Medidor de película do filme úmido;
- Medidor de película do filme seco - preferencialmente do tipo eletrônico;
- Materiais para testes de aderência;
- Medidores de temperatura do substrato;
- Medidor de viscosidade.

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.

A obra deverá dispor de todas as normas aplicáveis da ABNT ou SIS, principalmente sobre controle de qualidade das tintas, abrasivos, aplicações, Boletins Técnicos de todas as tintas que estão sendo utilizadas.

### **17.10.4 Qualidade das Tintas, Inspeções e Serviços**

Todas as tintas utilizadas no fornecimento deverão ser de um mesmo fabricante.

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

### **17.10.5 Assistência Técnica**

Deverá ser prestada total assistência técnica para as tintas fornecidas, através de um supervisor do fabricante das tintas sempre que houver necessidade do mesmo na obra.

### 17.10.6 Pessoal de Pintura

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.

### 17.10.7 Rendimento das Tintas

Os serviços de pintura deverão ser realizados obtendo o melhor rendimento prático das tintas, de acordo com os valores estabelecidos pelo fabricante das tintas.

Para o cálculo do rendimento serão levadas em conta todas as perdas admissíveis no processo de aplicação, tais como: condições ambientais do local de aplicação, perfil de rugosidade, quantidade de diluente, método de aplicação.

### 17.11 TESTE DE ADERÊNCIA

Para a pintura de fábrica e/ou obra deverá ser feito teste de aderência pelo processo por tração, com instrumento apropriado (ADHESION TESTER), devendo atingir a tensão mínima conforme os esquemas a seguir e em conformidade com a norma ASTM-D-04541:

| TABELA DE TESTES DE ADERÊNCIA POR PROCESSO DE TRAÇÃO |  |                          |
|--|--|--------------------------|
| ESQUEMA 17.6.2 -                                     | SUPERFÍCIES EM CONTATO PERMANENTE COM ÁGUA                             | 30 kgf/cm <sup>2</sup> ; |
| ESQUEMA 17.6.3 -                                     | SUPERFÍCIES SUBMERSAS  | 35 kgf/cm <sup>2</sup> ; |
| ESQUEMA 17.6.4 -                                     | SUPERFÍCIES INTERNAS E EXTERNAS DO CONDUTO FORÇADO                     | 30 kgf/cm <sup>2</sup> ; |
| ESQUEMA 17.6.5 -                                     | SUPERFÍCIES APARENTES – PROTEGIDAS (SOB TETO)                          | 25 kgf/cm <sup>2</sup> ; |
| ESQUEMA 17.6.6 -                                     | SUPERFÍCIES APARENTES - INTEMPERISMO                                   | 25 kgf/cm <sup>2</sup> ; |
| ESQUEMA 17.6.7 -                                     | SUPERFÍCIES EM CONTATO PERMANENTE COM ÓLEO                             | 30 kgf/cm <sup>2</sup> ; |
| ESQUEMA 17.6.8 -                                     | TUBOS, CONEXÕES, VÁLVULAS E ACESSÓRIOS - PROTEGIDAS E/OU INTEMPERISMO. | 30 kgf/cm <sup>2</sup> ; |
| ESQUEMA 17.6.9 -                                     | SUPERFÍCIES APARENTES DO INVÓLUCRO DO BARRAMENTO – NORMAL / PROTEGIDAS | 30 kgf/cm <sup>2</sup> ; |
| ESQUEMA 17.6.10 -                                    | SUPERFÍCIES ZINCADAS   | 25 kgf/cm <sup>2</sup> ; |
| ESQUEMA 17.6.11 -                                    | PADRÃO DO FABRICANTE   | (*)                      |

(\*) Conforme plano de pintura do fabricante.

⇒ **Nota:** Os testes de aderência serão feitos em corpos de prova apenas ao processo de pintura que está sendo realizado.

| TABELA DE PINTURA DOS EQUIPAMENTOS ELETROMECAÂNICOS             |              |                 |                    |          |
|---|--------------|-----------------|--------------------|----------|
| EQUIPAMENTO   | COR          | NOTAÇÃO MUNSELL | ESQUEMA DE PINTURA | SERVIÇOS |
| <b>CONDUTOS DE ADUÇÃO E FORÇADOS</b>                            |              |                 |                    |          |
| 1. BLINDAGEM - SUPERFÍCIES INTERNAS                             | PRETO        | N 1.0           | 17.6.4             | 1        |
| 2. BLINDAGEM - SUPERFÍCIES EXTERNAS                             | ALUMÍNIO     | -               | 17.6.4             | 1        |
| <b>PAINÉIS E CUBÍCULOS ELÉTRICOS E DE INSTRUMENTAÇÃO</b>        |              |                 |                    |          |
| 1. SUPERFÍCIES INTERNAS E EXTERNAS (EXCETO INTERNAS DAS PORTAS) | CINZA CLARO  | N 6.5           | 17.6.5             | 0 E 2    |
| 2. SUPERFÍCIES INTERNAS DAS PORTAS                              | LARANJA      | 2.5 YR 6/14     | 17.6.5             | 0 E 2    |
| <b>BARRAMENTOS DE FASES ISOLADAS</b>                            |              |                 |                    |          |
| 1. DENTRO DA CASA DE FORÇA:                                     |              |                 |                    |          |
| - INVÓLUCROS - SUPERFÍCIES EXTERNAS                             | CINZA CLARO  | N 6.5           | 17.6.9             | 0 E 2    |
| 2. FORA DA CASA DE FORÇA:                                       |              |                 |                    |          |
| - INVÓLUCROS - SUPERFÍCIES EXTERNA                              | CINZA CLARO  | N 6.5           | 17.6.9             | 0 E 2    |
| <b>TUBULAÇÕES E VÁLVULAS</b>                                    |              |                 |                    |          |
| 1. TUBULAÇÕES GALVANIZADAS APARENTES - SUPERFÍCIES EXTERNAS     | ALUMÍNIO (*) | RAL - 9006      | 17.6.10.           | 1        |
| 2. TUBULAÇÕES EXPOSTAS E VÁLVULAS - SUPERFÍCIES EXTERNAS        | ALUMÍNIO (*) | RAL - 9006      | 17.6.4             | 1        |
| <b>COMPORTAS DO TUBO DE SUÇÃO</b>                               |              |                 |                    |          |
| 1. COMPORTAS ENSECADEIRAS DE AÇO                                | PRETO        | N 1.0           | 17.6.3             | 0 E 2    |
| 2. PEÇAS FIXAS 2º ESTÁGIO - SUPERFÍCIES EXPOSTAS                | PRETO        | N 1.0           | 17.6.3             | - E 2    |
| <b>COMPORTAS DA TOMADA D'ÁGUA</b>                               |              |                 |                    |          |
| 1. COMPORTAS VAGÃO COMPLETAS                                    | PRETO        | N 1.0           | 17.6.3             | 0 E 2    |
| 2. GUINCHOS DAS COMPORTAS:                                      | -            | -               | -                  | -        |
| - SERVOMOTORES  | PRETO        | N 1.0           | 17.6.3             | 0 E 2    |
| - RESERVATÓRIO DE ÓLEO - SUPERFÍCIES INTERNAS                   | BRANCO       | 5 Y 6/1         | 17.6.7             | 0 E 2    |
| - RESERVATÓRIO DE ÓLEO - SUPERFÍCIES EXTERNAS                   | CREME CLARO  | 2.5 Y 9/4       | 17.6.5             | 0 E 2    |
| 3. PAINÉIS DA COMPORTA ENSECADEIRA                              | PRETO        | N 1.0           | 17.6.3             | 0 E 2    |
| 4. PAINÉIS DE GRADES  | PRETO        | N 1.0           | 17.6.3             | 0 E 2    |
| 5. PEÇAS FIXAS 2º ESTÁGIO - SUPERFÍCIES EXPOSTAS                | PRETO        | N 1.0           | 17.6.3             | 0 E 2    |
| 6. CONEXÕES - HASTES  | PRETO        | N 1.0           | 17.6.3             | 0 E 2    |
| 7. VIGAS PESCADORAS   | PRETO        | N 1.0           | 17.6.6             | 0 E 2    |
| <b>COMPORTAS DO DESVIO DO RIO</b>                               |              |                 |                    |          |
| 1. COMPORTAS VAGÃO E GAVETA COMPLETAS                           | PRETO        | N 1.0           | 17.6.3             | 0 E 2    |
| 2. PEÇAS FIXAS 2º ESTÁGIO - SUPERFÍCIES EXPOSTAS                | PRETO        | N 1.0           | 17.6.3             | 0 E 2    |
| <b>COMPORTAS DO VERTEDEURO</b>                                  |              |                 |                    |          |
| 1. COMPORTAS SEGMENTO   | PRETO        | N 1.0           | 17.6.3             | 0 E 2    |
| 2. GUINCHOS DAS COMPORTAS:                                      | -            | -               | -                  | -        |
| - SERVOMOTORES  | PRETO        | N 1.0           | 17.6.3             | 0 E 2    |

| TABELA DE PINTURA DOS EQUIPAMENTOS ELETROMECÂNICOS   |                 |                  |                    |          |
|--|-----------------|------------------|--------------------|----------|
| EQUIPAMENTO  | COR             | NOTAÇÃO MUNSELL  | ESQUEMA DE PINTURA | SERVIÇOS |
| - RESERVATÓRIO DE ÓLEO - SUPERFÍCIES INTERNAS        | BRANCO          | 5Y 9/1           | 17.6.7             | 0 E 2    |
| - RESERVATÓRIO DE ÓLEO - SUPERFÍCIES EXTERNAS        | CREME CLARO     | 2.5 Y 9/4        | 17.6.5             | 0,2 E 3  |
| 3. PAINÉIS DA COMPORTA ENSECADEIRA                   | PRETO           | N 1.0            | 17.6.3             | 0 E 2    |
| 4. PEÇAS FIXAS 2º ESTÁGIO - SUPERFÍCIES APARENTES    | PRETO           | N 1.0            | 17.6.3             | 0 E 2    |
| <b>BOMBA</b>   |                 |                  |                    |          |
| 1. CAIXA ESPIRAL:                                    |                 |                  |                    |          |
| - SUPERFÍCIES INTERNAS                               | PRETO           | N 1.0            | 17.6.2             | 1        |
| - SUPERFÍCIES USINADAS                               | -               | -                | VERNIZ PROTETOR    | LIMPEZA  |
| - TAMPA DE INSPEÇÃO                                  | PRETO           | N 1.0            | 17.6.2             | 0 E 2    |
| - CALOTA DE TESTE/DISPOSITIVOS DE IÇAMENTO           | PRETO           | N 1.0            | 17.6.2             | 0 E 2    |
| 2. BOMBA:  |                 |                  |                    |          |
| - ROTOR  | -               | -                | PROTETOR SOLAR     | 0 E 2    |
| - SUPERFÍCIES USINADAS                               | -               | -                | VERNIZ PROTETOR    | LIMPEZA  |
| - CUBA DE ÓLEO DOS MANCAIS – SUPERFÍCIES INTERNAS    | BRANCO          | -                | 17.6.7             | 0 E 2    |
| - CUBA DE ÓLEO DOS MANCAIS – SUPERFÍCIES EXTERNAS    | CREME CLARO     | 2.5 Y 9/4        | 17.6.4             | 0 E 2    |
| 3. PEÇAS FIXAS DE 2º ESTÁGIO – SUPERFÍCIES EXPOSTAS  | PRETO           | N 1.0            | 17.6.2             | 0 E 2    |
| <b>PÓRTICOS ROLANTES, PONTES ROLANTES E MONOVIAS</b> |                 |                  |                    |          |
| 1. PÓRTICOS ROLANTES:                                |                 |                  |                    |          |
| - ESTRUTURAS - SUPERFÍCIES EXTERNAS                  | AMARELO         | 5 Y 8/12         | 17.6.6             | 0 E 2    |
| - VIGAS PESCADORAS                                   | PRETO           | N 1.0            | 17.6.6             | 0 E 2    |
| - PÁRA-CHOQUES E BATENTES                            | AMARELO E PRETO | 5 Y 8/12 E N 1.0 | 17.6.6             | 0 E 2    |
| 2. PONTES ROLANTES E MONOVIAS:                       |                 |                  |                    |          |
| - ESTRUTURAS - SUPERFÍCIES EXTERNAS                  | AMARELO         | 5 Y 8/12         | 17.6.5             | 0 E 2    |
| - DISPOSITIVOS DE IÇAMENTO                           | AMARELO         | 5 Y 8/12         | 17.6.5             | 0 E 2    |
| - PÁRA-CHOQUES E BATENTES                            | AMARELO E PRETO | 5 Y 8/12 E N 1.0 | 17.6.5             | 0 E 2    |
| 3. PEÇAS FIXAS DE 2º ESTÁGIO – SUPERFÍCIES EXPOSTAS  | PRETO           | N 1.0            | 17.6.3             | 0 E 2    |
| <b>BOMBAS</b>  |                 |                  |                    |          |
| 1. ESTATOR   |                 |                  |                    |          |
| - CARÇAÇA  | CINZA CLARO     | 5 BG 7/0.4       | 17.6.5             | 0 E 2    |
| 2. COBERTURAS:                                       |                 |                  |                    |          |
| - SUPERFÍCIES INTERNAS E EXTERNAS                    | CINZA CLARO     | N 6.5            | 17.6.5             | 0 E 2    |
| 3. ROTOR:  |                 |                  |                    |          |
| - CRUZETA  | CINZA CLARO     | N 6.5            | 17.6.5             | 0 E 2    |
| 4. MANCAIS:  |                 |                  |                    |          |
| - RESERVATÓRIO DE ÓLEO - SUPERFÍCIES INTERNAS        | BRANCO          | -                | 17.6.5             | 0 E 2    |

| TABELA DE PINTURA DOS EQUIPAMENTOS ELETROMECAÂNICOS   |             |                 |                        |          |
|---|-------------|-----------------|------------------------|----------|
| EQUIPAMENTO   | COR         | NOTAÇÃO MUNSELL | ESQUEMA DE PINTURA     | SERVIÇOS |
| - RESERVATÓRIO DE ÓLEO - SUPERFÍCIES EXTERNAS   | CREME CLARO | 2.5 Y 9/4       | 17.6.5                 | 0 E 2    |
| 5. SISTEMA DE RESFRIAMENTO – TROCADORES DE CALOR  | ALUMÍNIO    | -               | 17.6.8                 | 0 E 2    |
| 6. PEÇAS FIXAS DE 2º ESTÁGIO - SUPERFÍCIES EXPOSTAS   | PRETO       | N 1.0           | 17.6.2                 | 0 E 2    |
| 7. SISTEMA DE FRENAGEM E ELEVAÇÃO – ACUMULADORES DE AR  | AZUL        | 2.5 PB 4/10     | 17.6.5                 | 0 E 2    |
| SERVIÇOS AUXILIARES MECÂNICOS   |             |                 |                        |          |
| 1. SISTEMA DE DRENAGEM E SISTEMA DE ESGOTAMENTO E ENCHIMENTO:   |             |                 |                        |          |
| - BOMBAS  | CINZA CLARO | N 6.5           | PADRÃO FABR.           | 0 E 2    |
| 2. SISTEMA DE ÁGUA DE RESFRIAMENTO:   |             |                 |                        |          |
| - FILTRO - SUPERFÍCIES INTERNAS   | PRETO       | N 1.0           | PADRÃO FABR. OU 17.6.3 | 0 E 2    |
| - FILTRO - SUPERFÍCIES EXTERNAS   | ALUMÍNIO    | -               | PADRÃO FABR. OU 17.6.8 | 0 E 2    |
| - BOMBAS - SUPERFÍCIES EXTERNAS   | CINZA CLARO | N 6.5           | PADRÃO FABR.           | 0 E 2    |
| 3. SISTEMA DE ÁGUA ANTI-INCÊNDIO  |             |                 |                        |          |
| - HIDRANTES, ARMÁRIOS PARA MANGUEIRA, CILINDROS E DEMAIS ACESSÓRIOS (INCLUINDO TUBULAÇÕES E VÁLVULAS) | VERMELHO    | 5 R 4/14        | 18.6.5                 | 0 E 2    |
| - BOMBAS - SUPERFÍCIES EXTERNAS   | VERMELHO    | 5 R 4/14        | PADRÃO FABR. OU 17.6.5 | 0 E 2    |
| 4. SISTEMAS DE AR COMPRIMIDO DE SERVIÇO E REBAIXAMENTO:   |             |                 |                        |          |
| - RESERVATÓRIOS DE AR DE SERVIÇO - SUPERFÍCIES EXTERNAS   | AZUL        | 2.5 PB 4/10     | PADRÃO FABR. OU 17.6.5 | 0 E 2    |
| - RESERVATÓRIOS DE AR DE REBAIXAMENTO - SUPERFÍCIES EXTERNAS  | AZUL        | 2.5 PB 4/10     | PADRÃO FABR. OU 17.6.5 | 0 E 2    |
| - COMPRESSORES DE AR  | AZUL        | 2.5 PB 4/10     | PADRÃO FABR. OU 17.6.5 | 0 E 2    |
| TRANSFORMADORES ELEVADORES E AUXILIARES   |             |                 |                        |          |
| 1. TRANSFORMADORES - SUPERFÍCIES EXTERNAS   | CINZA CLARO | N 6.5           | PADRÃO FABR. OU 17.6.6 | 0 E 2    |
| 2. TRANSFORMADORES - SUPERFÍCIES INTERNAS   | BRANCO      | -               | PADRÃO FABR. OU 17.6.7 | 0 E 2    |
| 3. SISTEMA DE COMBATE A INCÊNDIO (ÁGUA) – TUBULAÇÕES  | VERMELHO    | 5 R 4/14        | PADRÃO FABR. OU 17.6.5 | 0 E 2    |
| 4. HIDRANTES  | VERMELHO    | 5 R 4/14        | PADRÃO FABR. OU 17.6.5 | 0 E 2    |
| EQUIPAMENTOS DE SUBESTAÇÃO  |             |                 |                        |          |
| PÁRA-RAIOS  |             |                 |                        |          |
| 1 – BASES   | ZINCADA     | —               | —                      | —        |
| TRANSFORMADORES DE POTENCIAL  |             |                 |                        |          |
| 1 – SUPERFÍCIES INTERNAS  | BRANCO      | —               | PADRÃO                 | 0        |

| TABELA DE PINTURA DOS EQUIPAMENTOS ELETROMECÂNICOS                                     |             |                 |                        |          |
|--|-------------|-----------------|------------------------|----------|
| EQUIPAMENTO  | COR         | NOTAÇÃO MUNSELL | ESQUEMA DE PINTURA     | SERVIÇOS |
|  |             |                 | FABR. OU 17.6.7        |          |
| 2 – SUPERFÍCIES EXTERNAS   | CINZA CLARO | N 6,5           | PADRÃO FABR. OU 17.6.6 | 0 E 2    |
| <b>TRANSFORMADORES DE CORRENTE</b>   |             |                 |                        |          |
| 1 - SUPERFÍCIES INTERNAS   | BRANCO      | —               | PADRÃO FABR. OU 17.6.7 | 0        |
| 2 - SUPERFÍCIES EXTERNAS   | CINZA CLARO | N 6,5           | PADRÃO FABR. OU 17.6.6 | 0 E 2    |
| <b>DISJUNTORES</b>   |             |                 |                        |          |
| 1 - ARMÁRIOS DE COMANDO  | CINZA CLARO | N 6,5           | PADRÃO FABR. OU 17.6.6 | 0 E 2    |
| 2 - ESTRUTURAS SUPORTE   | CINZA CLARO | N 6,5           | PADRÃO FABR. OU 17.6.6 | 0 E 2    |
| <b>TRANSFORMADORES DE SERVIÇOS AUXILIARES</b>  |             |                 |                        |          |
| 1 - SUPERFÍCIES INTERNAS   | BRANCO      | —               | PADRÃO FABR. OU 17.6.7 | 0        |
| 2 – SUPERFÍCIES EXTERNAS   | CINZA CLARO | N 6,5           | PADRÃO FABR. OU 17.6.6 | 0 E 2    |
| <b>SECCIONADORES</b>   |             |                 |                        |          |
| 1 – BASES  | ZINCADA     | —               | —                      | —        |
| 2 – ARMÁRIOS DE COMANDO  | CINZA CLARO | N 6,5           | PADRÃO FABR. OU 17.6.6 | 0 E 2    |
| <b>PEÇAS METÁLICAS DIVERSAS ZINCADAS (SÓ QUANDO REQUERIDO, POR EX.: SEGURANÇA)</b>     |             |                 |                        |          |
| 1. PLATAFORMAS, PASSADIÇOS, ESCADAS, CERCAS, PORTÕES, SUPORTES, ESCADAS DE MARINHEIRO: | ALUMÍNIO    | -               | 17.6.10.C.1/C.2        | 1        |
| 2 – GUARDAS CORPOS EXTERNOS;   | AMARELO     | 5 Y 8/12        | 17.6.10.C.1/C.2        | 1        |
| <b>PEÇAS METÁLICAS DIVERSAS NÃO ZINCADAS</b>   |             |                 |                        |          |
| 1. PLATAFORMAS, PASSADIÇOS, ESCADAS, PORTÕES, SUPORTES, ESCADAS DE MARINHEIRO:         | ALUMÍNIO    | -               | 17.6.6                 | 1        |
| 2. GUARDA CORPOS INTERNOS  | AMARELO     | 5 Y 8/12        | 17.6.6                 | 1        |
| 3. TAMPAS, GRELHAS, QUADROS (MOLDURAS)   | PRETO       | N 1.0           | 17.6.6                 | 1        |
| <b>MATERIAIS DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS – GALVANIZADAS</b>                               |             |                 |                        |          |
| 1. PINTURAS POR MOTIVO DE APARÊNCIA OU SEGURANÇA                                       | ALUMÍNIO    | RAL 9006        | 17.6.10.C.1/C.2        | 1        |

⇒ **NOTAS:** (\*) Tais tubulações deverão receber pintura de faixas indicativas de fluído, conforme a Norma NBR-6493 e item 17.7.b.

⇒ **OBS.:** Padrão Fabr. = Padrão do Fabricante (do equipamento ou da tinta).



## 17.12 CLASSIFICAÇÃO DOS TIPOS DE SERVIÇO

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

## 18. INSPEÇÃO E ENSAIOS

### 18.1 GERAL

Serão procedidas inspeções na fabricação do equipamento, em conformidade com os seguintes itens:

- Aprovação do plano de inspeção e ensaios do subfornecedor e avaliação inicial do sistema de controle;
- Verificações periódicas dos procedimentos de fabricação para confirmação da efetiva aplicação;
- Inspeção do fornecimento e / ou verificação dos registros de inspeção, cobrindo:
  - Adequação das matérias primas com as normas indicadas nas Especificações;
  - Adequação das partes e conjuntos fabricados com as Especificações, desenhos aprovados, normas de contrato e boa prática de engenharia;
  - Inspeção periódica do projeto e produção do subfornecedor e preparo dos respectivos relatórios;
  - Testemunho dos ensaios;
  - Acompanhamento da adequação da programação de entrega e liberação para embarque dos equipamentos;
  - Verificação da adequação da embalagem para embarque, tendo em vista a proteção e o manuseio para transporte;
  - Verificação das listas de embarque para confirmar se todos os materiais relacionados são efetivamente embalados, incluindo identificação e destino da caixa.

Toda matéria prima, componentes, montagens de fábrica e produtos estarão sujeitos a inspeção durante o período de fabricação.

Todos os materiais que integram este fornecimento deverão ser ensaiados para verificação da sua adequação às Especificações. O subfornecedor deverá preparar amostras, realizar ensaios e análises para demonstrar a adequação dos vários materiais.

Caso o subfornecedor deseje usar materiais já estocados, não especificamente adquiridos ou fabricados para o fornecimento coberto pelas Especificações, ele deverá comprovar que tais materiais as atendem.

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.

Nenhum equipamento ou material deverá ser embarcado antes que todos os ensaios, análises e inspeções tenham sido realizados, ou cópias certificadas de relatórios de ensaios e análises ou certificados do subfornecedor tenham sido aceitas e liberados.

## 18.2 ENSAIOS DESTRUTIVOS E NÃO DESTRUTIVOS, PROCEDIMENTOS DE INSPEÇÃO E PADRÕES E ACEITAÇÃO

Os procedimentos específicos para ensaios destrutivos e não destrutivos, descrevendo os métodos empregados e os padrões de aceitação e rejeição, deverão ser elaborados e apresentados para análise do cliente.

A menos que especificado em contrário, os requisitos mínimos relativos a ensaios destrutivos e não destrutivos estão apresentados nas tabelas a seguir:

### FUNDIDOS E FORJADOS

| MATERIAIS/<br>PARTES<br>MECÂNICAS | INSPEÇÕES ENSAIOS  | EXTENSÃO E SEQUÊNCIA  | NORMA DE ENSAIO OU<br>ACEITAÇÃO             |
|-----------------------------------|--|---|---|
| FUNDIDOS                          | COMPOSIÇÃO QUÍMICA   | 100% PEÇAS E COMPONENTES ESTRUTURAIS OU FUNCIONALMENTE IMPORTANTES                                  | NORMA ESPECÍFICA DO MATERIAL                |
|                                   | TRAÇÃO, IMPACTO, 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, RAIOS-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 DESENHOS APROVADOS | 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, RAIOS 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   | REQUERIDA PELO PROJETO                      |

## CHAPAS E PERFILADOS

| MATERIAIS/<br>PARTES<br>MECÂNICAS | INSPEÇÕES ENSAIOS                                      | EXTENSÃO E SEQUÊNCIA   | NORMA DE ENSAIO OU<br>ACEITAÇÃO   |
|-----------------------------------|--|--|---|
| CHAPAS                            | COMPOSIÇÃO QUÍMICA                                     | 100% PEÇAS E COMPONENTES ESTRUTURAIS OU FUNCIONALMENTE IMPORTANTES DE ACORDO COM DESENHOS APROVADOS  | NORMA ESPECÍFICA DO MATERIAL  |
|                                   | 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 NBRISO-6890 E NBR-6153              |
|                                   | ULTRA-SOM  | 100% CHAPAS PARA PEÇAS COM ESPESSURA SUPERIOR A 19 mm  | ASTM E ASME SEÇÃO VIII APÊNDICE 7   |
|                                   | DUREZA   | AÇOS INOXIDÁVEIS QUANDO REQUERIDOS PELO PROJETO APROVADO   | REQUISITOS ESPECÍFICOS DO PROJETO   |
| PERFILADOS                        | COMPOSIÇÃO QUÍMICA                                     | POR AMOSTRAGEM, PARA COMPONENTES ESTRUTURAIS OU FUNCIONALMENTE IMPORTANTES, DE ACORDO COM O PROJETO. | NORMA ESPECÍFICA DO MATERIAL (VER NOTA 2)                                     |
|                                   | DOBRAMENTO, TRAÇÃO, IMPACTO.                           | POR AMOSTRAGEM, PARA COMPONENTES ESTRUTURAIS OU FUNCIONALMENTE IMPORTANTES, DE ACORDO COM O PROJETO. | NORMA DO MATERIAL OU REQUISITO DO PROJETO NBRISO-6890 E NBR-6153 (VER NOTA 2) |

## SOLDAS

| MATERIAIS/<br>PARTES<br>MECÂNICAS |             |      | INSPEÇÕES ENSAIOS                              | EXTENSÃO E SEQUÊNCIA  | NORMA DE ENSAIO OU<br>ACEITAÇÃO   |
|-----------------------------------|-------------|------|--|---|---|
| SOLDADAS                          | ESTRUTURAIS | TOPO | ULTRA-SOM OU RAIOS-X                           | 100% DOS CORDÕES<br>CARACTERIZADOS NOS<br>DESENHOS APROVADOS,<br>ANTES DO ALÍVIO DE<br>TENSÕES, APÓS USINAGEM<br>FINAL (VER NOTA 1) | ASME SEÇÃO VIII<br>PARTE UW-51,<br>APÊNDICE 12 OU<br>CONFORME APLICÁVEL<br>(VER NOTA 1) |
|                                   |             |      | LÍQUIDO PENETRANTE OU<br>PARTÍCULAS MAGNÉTICAS | 100% ANTES DO ALÍVIO DE<br>TENSÕES, E APÓS<br>USINAGEM FINAL. 100%<br>SOLDAS BIMETÁLICAS  | ASME SEÇÃO VIII<br>APÊNDICE 8 OU<br>APÊNDICE 6  |
| FILETE                            |             |      | VISUAL   | ANTES E DEPOIS DO ALÍVIO<br>DE TENSÕES, APÓS<br>USINAGEM FINAL.   | SEM DEFEITOS<br>VISÍVEIS  |
|                                   |             |      | ULTRA-SOM                                      | 100% ANTES DO ALÍVIO DE<br>TENSÕES APÓS USINAGEM<br>FINAL   | ASME SEÇÃO VIII<br>APÊNDICE 12  |
|                                   |             |      | LÍQUIDO PENETRANTE OU<br>PARTÍCULAS MAGNÉTICAS | 100% ANTES DO ALÍVIO DE<br>TENSÕES, APÓS USINAGEM<br>FINAL.   | ASME SEÇÃO VIII<br>APÊNDICE 8 OU<br>APÊNDICE 6  |
|                                   |             |      | VISUAL   | ANTES E DEPOIS DO ALÍVIO<br>DE TENSÕES, APÓS<br>USINAGEM FINAL.   | SEM DEFEITOS<br>VISÍVEIS  |
| NÃOESTR<br>U-TURAIS               |             |      | LÍQUIDO PENETRANTE OU<br>PARTÍCULAS MAGNÉTICAS | VERIFICAÇÃO POR PONTOS  | ASME SEÇÃO VIII<br>APÊNDICE 8 OU<br>APÊNDICE 6  |
|                                   |             |      | VISUAL   | 100% ANTES E APÓS<br>USINAGEM FINAL   | SEM DEFEITOS<br>VISÍVEIS  |

## DIVERSOS

| MATERIAIS/<br>PARTES<br>MECÂNICAS                                | INSPEÇÕES<br>ENSAIOS             | EXTENSÃO E SEQUÊNCIA  | NORMA DE ENSAIO OU<br>ACEITAÇÃO   |
|--|----------------------------------|---|---|
| PARAFUSOS,<br>PORCAS   | TRAÇÃO                           | POR AMOSTRAGEM, PARA COMPONENTES ESTRUTURAIS FUNCIONALMENTE IMPORTANTES, DE ACORDO COM O PROJETO. | NORMA ESPECÍFICA DO MATERIAL (VER NOTA 2)                                   |
| PINOS,<br>CHUMBADORES,<br>ETC.                                   | VISUAL/<br>DIMENSIONAL           | POR AMOSTRAGEM, PARA COMPONENTES ESTRUTURAIS FUNCIONALMENTE IMPORTANTES, DE ACORDO COM O PROJETO. | SEM DEFEITOS VISÍVEIS<br>NORMAS DIMENSIONAIS<br>ESPECIFICAR (VER<br>NOTA 2) |
|  | TRAÇÃO                           |   | ASTM D-412  |
|  | DUREZA                           | QUANDO REQUERIDOS PELOS DESENHOS  | ASTM D-676  |
| ELASTÔMEROS  | TRAÇÃO APÓS<br>ENVELHECIMENTO    | APROVADOS OU PARA COMPROVAR   | ASTM D-572  |
|  | RESISTÊNCIA À<br>DESCOLAMENTO DE | EXIGÊNCIAS DAS<br>ESPECIFICAÇÕES  | ASTM D-395  |
|  | PELÍCULA                         |   | ASTM D-413  |
| PINTURA  | ESPESSURA/<br>ADERÊNCIA          | SUPERFÍCIES PROTEGIDAS<br>POR PINTURA DE FÁBRICA  | PETROBRÁS N-2135 EN-<br>2241  |
| REVESTIMENTOS<br>METÁLICOS,<br>CROMAÇÃO,<br>METALIZAÇÃO,<br>ETC. | DETERMINAÇÃO DA<br>ESPESSURA     | CONFORME INDICADO NOS<br>DESENHOS APROVADOS,<br>UTILIZANDO ELCÔMETRO OU<br>INSTRUMENTO SIMILAR.   | REQUISITOS DO<br>PROJETO  |

### ⇒ Nota 1:

- Nos casos em que o projeto permita a inspeção do cordão de solda por amostragem, o trecho a ser ensaiado deverá ser indicado pelo projeto e/ou poderá ser locado pelo Inspetor do Cliente. A extensão dos trechos a serem inspecionados deverá atender ao seguinte critério:
  - Ensaio por Ultra-som:* As soldas caracterizadas nos desenhos construtivos e determinadas de comum acordo serão ensaiadas num comprimento equivalente a 30% do total do cordão. Constatando-se defeitos inaceitáveis, deverão ser ensaiados os 70% restantes;
  - Ensaio por Radiografia:* As soldas caracterizadas nos desenhos construtivos e determinadas de comum acordo serão ensaiadas num comprimento equivalente a 10% do total. Constatando-se algum defeito, será ensaiado outro trecho de 20% do comprimento total do cordão. Sendo ainda constatado algum defeito o cordão será ensaiado nos 70% restantes. Os trechos rejeitados através dos ensaios deverão ser reparados e novamente submetidos aos ensaios aplicáveis;
  - As soldas dos tambores dos mecanismos de elevação, quando construídos de chapas calandradas e soldadas, serão ensaiadas por radiografia ou gamagrafia em 100% dos seus comprimentos. Os critérios de aceitação serão conforme a Norma ASME.

⇒ **Nota 2:**

- O Cliente poderá aceitar a apresentação de certificados de ensaios emitidos pelo fornecedor ou seu subfornecedor para os materiais e componentes padronizados incluídos no Fornecimento, reservando-se ao direito de verificar por amostragem, a seu critério, os dados apresentados nos certificados;
- Os procedimentos de inspeção por amostragem deverão atender às diretrizes previstas na norma NBR-8540 da ABNT.

### **18.3 VERIFICAÇÕES DIMENSIONAIS E INSPEÇÕES DE COMPONENTES**

#### **18.3.1 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 das Especificações Técnicas, para todos os componentes do fornecimento.

#### **18.3.2 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.

#### **18.3.3 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 e ensaios para a comprovação de suas características técnicas, em conformidade com as normas aplicáveis a cada um, e deverão ser fornecidos acompanhados de Certificados de Ensaio.

O Cliente deverá ser comunicado da realização das inspeções e ensaios, 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 aplicáveis:

##### **a) Motores Elétricos**

Os ensaios deverão ser realizados em conformidade com as Normas NBR-7094 e NBR-5383, da ABNT. Serão fornecidos os ensaios de tipo feitos na tensão e frequência nominais.

##### **b) Quadros Elétricos de Controle**

Os quadros deverão ser submetidos aos seguintes ensaios e verificações, na fábrica do FORNECEDOR, antes do embarque:

- Inspeção visual e dimensional;
- Verificação da continuidade da fiação;

- Ensaios de tensão aplicada, de acordo com a norma NBRIEC-60439-1;
- Verificação da resistência de isolamento de acordo com a norma NBRIEC 60439-1;
- 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.

Na obra, os equipamentos deverão ser acuradamente inspecionados e, após finalizada a instalação, deverá ser feito o Ensaio de Colocação em Serviço e de Aceitação.

c) Resistência de Partida

- Teste de funcionamento acoplada ao respectivo motor elétrico sem carga;
- Medição da resistência ôhmica dos conjuntos;
- Medição da resistência de isolamento;
- Ensaios de tensão aplicada em frequência industrial.

d) Controlador Lógico Programável

O CLP deverá ser submetido aos seguintes ensaios e verificações em fábrica 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 isolação I/O e teste de operação com o programa final já gravado.

e) Transformadores

- Verificação da relação de transformação;
- Ensaio de aterramento;
- Ensaio de tensão aplicada em frequência industrial;
- Medição da resistência de isolamento.

f) Cabos de Força e dos Circuitos de Controle

- Ensaios de continuidade:
  - Teste de tensão aplicada em frequência industrial entre fase e terra;
  - Medição da resistência de isolamento entre fase e terra.

g) Freios Eletromagnéticos e Eletrohidráulicos

- Certificado de desempenho do protótipo;
- Ensaios em vazio;
- Ensaio de tensão aplicada em frequência industrial;
- Medição da resistência de isolamento.

h) Freios Eletrodinâmicos

- Certificado de desempenho do protótipo;
- Ensaios de tensão aplicada em frequência industrial;
- Medição da resistência de isolamento.

i) Redutores de Velocidade

- Teste para comprovação das características técnicas acopladas a um motor elétrico (só para teste);
- Medição de temperatura dos mancais;
- Medição das temperaturas do óleo lubrificante;
- Inexistência de ruídos anormais.

j) Polias e Ganchos

- Certificados de análise química e de propriedades mecânicas;
- Certificado de verificações dimensionais.

k) Trilhos

- Medição de dureza da superfície do boleto;
- Certificado de qualidade.

l) Rodas

- Certificados de análise química e de propriedades mecânicas;
- Medição da dureza da banda de rodagem;



- Certificado de verificações dimensionais.

m) Cabos de Aço

- Ensaio de tração e torção.

n) 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).

### **18.3.4 Peças Sobressalentes**

As peças sobressalentes deverão ser submetidas a inspeções idênticas às aplicáveis aos componentes principais.

## **18.4 PROCEDIMENTO DE REPARO**

Caso algum equipamento ou componente seja rejeitado, fornecedor somente poderá iniciar a recuperação do mesmo após a aprovação pela compradora do correspondente "Procedimento de Reparo". Este documento deverá descrever todos os procedimentos, cuidados e inspeções a serem observados na recuperação do equipamento referido e deverá atender às normas aplicáveis. A peça e/ou equipamento recuperado, somente será aceito após a verificação de que o reparo tenha sido executado corretamente e mantenha inalteradas as características nominais do projeto.

## **18.5 RELATÓRIOS DE ENSAIOS**

Dentro dos prazos previstos no Contrato, o fornecedor deverá submeter, para cada peça ou componente do equipamento, um Relatório de Ensaio, contendo todos os dados necessários para o entendimento adequado dos resultados.

Na liberação do equipamento, o fornecedor deverá submeter um Relatório Final contendo todos os relatórios parciais de fabricação efetuados para o equipamento.

## **18.6 PRÉ-MONTAGEM E INSPEÇÃO FINAL DA FÁBRICA**

### **18.6.1 Geral**

Toda pré-montagem e os testes de fábrica deverão ser acompanhados por um inspetor do Cliente.

Os equipamentos deverão ser completamente pré-montados na fábrica, para que todos os subconjuntos sejam ajustados entre si formando uma unidade completa e alinhada.

## **19. MONTAGEM NA FÁBRICA E NA OBRA**

Todos os componentes deverão ser marcados na pré-montagem de fábrica, se esta tiver sido prevista.

Olhais deverão ser previstos, quando necessários, para facilitar o manuseio.

## **19.1 ARMAZENAGEM NA OBRA**

O FORNECEDOR será responsável pela supervisão da descarga e da armazenagem na obra dos seus equipamentos em área especialmente destinada para esses serviços.

Caso haja necessidade de área abrigada o FORNECEDOR deverá prever as proteções necessárias.

## **19.2 MONTAGEM NA OBRA**

O FORNECEDOR será responsável pela supervisão da montagem do seu escopo de fornecimento na obra.

Fornecerá toda a mão de obra, aparelhos, equipamentos e ferramentas especiais necessárias.

A ponte rolante da Estação de Bombeamento se estiver em condições de operação, poderá ser usada para as montagens.

# **20. PLACAS E PLAQUETAS DE IDENTIFICAÇÃO**

## **20.1 GERAL**

Todos os equipamentos possuirão placas de identificação, bem como, placas contendo as suas principais características operacionais. Os componentes e dispositivos tanto mecânicos como elétricos, inclusive os dispositivos montados no interior dos quadros elétricos, deverão possuir plaquetas de identificação. Todas as placas e plaquetas deverão ser gravadas em português contendo as unidades de medida indicadas no S.I

As placas de identificação dos equipamentos deverão ter gravação do nome do fornecedor e do fabricante, do ano de fabricação e dos dados nominais principais.

Nenhuma placa deverá apresentar arranhões, marcas ou correções.

As placas de identificação deverão ser montadas onde suas inscrições possam ser lidas facilmente.

As placas de identificação deverão ser em aço inoxidável com espessura apropriada para longa duração. Não será aceita fixação de placas através de adesivo.

## **20.2 PLACAS DE IDENTIFICAÇÃO E DE CARACTERÍSTICAS**

Para todos os equipamentos de levantamento deverão ser fornecidas placas contendo o nome do fabricante e o ano de fabricação do equipamento, bem como as características nominais dos mesmos, em dimensões compatíveis com as dimensões do equipamento e que seja de fácil identificação nos locais onde estão instalados.

## **20.3 PLAQUETAS DE IDENTIFICAÇÃO E DE CARACTERÍSTICAS**

### **20.3.1 Componentes Internos**

Todos os componentes elétricos tais como relés de proteção e auxiliares, régua de bornes terminais, chaves de controle, de nível, de pressão, de posição, etc., deverão ter

plaquetas de identificação e/ ou de características instaladas sobre ou próximo a tais componentes.

As plaquetas deverão conter a designação funcional dos componentes conforme definido nos diagramas elementares e funcionais aprovados.

### **20.3.2 Quadros Elétricos**

Todos os quadros, cubículos, painéis, deverão ter na sua parte frontal uma plaqueta de identificação contendo a designação daquele quadro.

### **20.3.3 Componentes Frontais**

Todos os componentes dispostos sobre as faces dos quadros, cubículos ou painéis, tais como chaves de controle, instrumentos, relés de proteção ou auxiliares, etc., deverão ter uma plaqueta de identificação afixada ao quadro, imediatamente acima ou abaixo dos componentes, contendo a descrição da função ou designação funcional do componente.

### **20.3.4 Equipamento do Tipo Extraível**

As plaquetas de identificação de todos os equipamentos do tipo extraível, deverão ser montadas tanto na parte removível como na parte fixa dos mesmos, em local visível quando os referidos equipamentos estiverem em posição normal.

## **20.4 MATERIAIS E ACABAMENTOS**

### **20.4.1 Placas de Identificação e de Características**

As placas de identificação e de características dos equipamentos principais deverão ser de aço inoxidável ou bronze fundido. Todos os dados deverão ser gravados em baixo relevo e preenchidos com esmalte preto. Deverão ser fixadas por meio de parafusos de aço inoxidável ou solda.

As placas de características dos equipamentos auxiliares deverão ser de aço inoxidável ou latão. Não serão aceitas placas de características em alumínio.

Todos os dados deverão ser gravados em baixo relevo, não sendo aceitável gravação por punção. Estas placas deverão ser fixadas por parafusos, não sendo aceitável fixação por rebite ou adesivo.

As placas de características de componentes deverão ser de alumínio anodizado com os dados gravados de forma indelével. Poderão ser fixadas com adesivo tipo epóxi. Não serão aceitas fitas adesivas, metalizadas ou não, ou similares.

### **20.4.2 Plaquetas de Identificação e de Características**

As plaquetas de identificação e de características de componentes elétricos, tanto interna quanto externamente a quadros, painéis, deverão ser conforme o padrão do fabricante e, de preferência, fixadas por meio de parafusos.

## 20.5 DESENHOS DAS PLACAS E PLAQUETAS

Deverão ser apresentados os desenhos de todas as placas de características e plaquetas de identificação com indicação de dimensões e todas as inscrições, para receber o atestado de conformidade do cliente antes de proceder a confecção e gravação das mesmas.

## 21. TREINAMENTO

Quando solicitado pelo Cliente deverão ser ministrados treinamentos para seus técnicos nas instalações do fabricante e/ou nas instalações na obra.

- *Parte Teórica:* (i) Teoria, Aplicação, Funcionamento, Montagem; (ii) comissionamento, Ajustes e Manutenção dos equipamentos fornecidos;
- *Parte Prática:* Comissionamento, Ajustes e Manutenção dos equipamentos fornecidos.

O treinamento deverá ser ministrado nas semanas que antecedem os ensaios de fábrica dos equipamentos, na hipótese destes serem fabricados no Brasil. No caso de equipamentos importados, o treinamento deverá ser ministrado no Brasil, logo após a entrega.