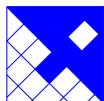




**MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA**



INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais



FUNCATE - Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais



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

PROJETO BÁSICO

**TRECHO III – EIXO NORTE
R14 – DOSSIÊ DE LICITAÇÃO
TOMO III – ESPECIFICAÇÃO DE LINHA DE TRANSMISSÃO**



**TRECHO III – EIXO NORTE
R14 – DOSSIÊ DE LICITAÇÃO
TOMO III – ESPECIFICAÇÃO DE LINHA DE TRANSMISSÃO**

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

PROJETO BÁSICO

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL

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

Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica

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

Coordenador Geral: **João Urbano Cagnin**

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Diretor: **Luiz Carlos Moura Miranda**

FUNCATE – Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

Gerente: **José Armando Varão Monteiro**

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

Coordenador Técnico Adjunto: **Ricardo Antônio Abrahão**

São José dos Campos, setembro de 2003

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais - FUNCATE

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

111 p

1. Transposição de Águas; Engenharia Elétrica.
 - I. Trecho III – Eixo Norte - R14 – Dossiê de Licitação – Tomo III – Especificação de Linha de Transmissão.

CDU 556.18:621:3

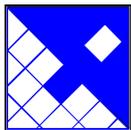
FUNCATE:

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

São José dos Campos – SP

CEP: 12210-131

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



FUNCATE

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

Projeto	SA	Data SET/2003
Verificação	RAA	Data SET/2003
Aprovação	ACAV	Data SET/2003
Aprovação	JAVM	Data SET/2003
Código FUNCATE	EN.B/III.RF.OR.0006	



MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL

Verificação		Data
Aprovação		Data

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

PROJETO BÁSICO

**TRECHO III - EIXO NORTE
R14 - DOSSIÊ DE LICITAÇÃO
TOMO III - ESPECIFICAÇÃO DE LINHA DE TRANSMISSÃO**

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

Equipe

José Armando Varão Monteiro: Gerente

Antônio Carlos de Almeida Vidon: Coordenador Técnico

Ricardo Antônio Abrahão: Coordenador Técnico Adjunto

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

Aloysio Accioly de Senna Filho: Chefe da Equipe de Geologia

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

José Carlos Degaspare: Chefe da Equipe de Estrutura

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

Bernd Dieter Lukas: Chefe da Equipe de Engenharia Mecânica

Sidnei Collange: Chefe da Equipe de Engenharia Elétrica

Equipe de Produção

Antonio Carlos Cunha Aguiar – Projetista

Antonio Muniz Neto – Projetista

Leandro Eboli – Projetista

João Luiz Bosso – Projetista

Laryssa Lillian Lopes – Técnica em Geoprocessamento

Mônica de Lourdes Sampaio – Desenhista Projetista

Infra Estrutura e Apoio

Ana Julia Cristofani Belli – Secretária

Célia Regina Pandolphi Pereira – Assistente Adm. Especializada

Andréa Marques Moraes – Aux. Administrativo

Maria Aparecida de Souza – Servente

Consultor

Luiz Antonio Villaça de Garcia



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

APRESENTAÇÃO

O presente documento se constitui no Relatório R14 – DOSSIÊ DE LICITAÇÃO – TOMO III – ESPECIFICAÇÃO DE LINHA DE TRANSMISSÃO, parte integrante do **Projeto Básico do Trecho III – Eixo Norte**, referente ao PROJETO DE TRANSPOSIÇÃO DE ÁGUAS DO RIO SÃO FRANCISCO PARA O NORDESTE SETENTRIONAL, elaborado pela FUNCATE através do contrato INPE/FUNCATE nº 01.06.094.0/99.

O Projeto de Transposição está sendo desenvolvido com base no Convênio nº 06/97-MPO/SEPRE – celebrado entre o MINISTÉRIO DE INTEGRAÇÃO NACIONAL-MI e o MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA-MCT e seu INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS-INPE.

O **Projeto Básico do Trecho III – Eixo Norte** compõe-se dos seguintes relatórios:

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



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Índice Geral do relatório R14 – Dossiê de Licitação

Tomo I – Especificações Técnicas e Normas de Medição e Pagamento

Tomo II – Especificação Elétrica:

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

Tomo III: Especificação de Linha de Transmissão

Tomo IV: Especificação Mecânica

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

Tomo V: Montagem



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

ÍNDICE	PG.
1 . INTRODUÇÃO.....	1
2 . NORMAS	1
3 . ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA CABOS DE ALUMÍNIO COM ALMA DE AÇO	1
3.1 Características Básicas do Cabo	1
3.2 Características dos Fios de Alumínio	2
3.3 Características dos Fios de Aço Galvanizados	2
3.4 Características do cabo completo.....	2
3.5 Ensaio	3
3.5.1 Ensaio de Tipo	3
3.5.2 Ensaio de Controle de Qualidade.....	3
3.5.3 Ensaio de Aceitação	4
3.6 Embalagem.....	5
4 . ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA CORDOALHA DE AÇO GALVANIZADO	6
4.1 Características Básicas do Cabo Pára-Raios.....	6
4.2 Características dos Fios de Aço Zincado.....	6
4.3 Características do cabo de aço completo	6
4.4 Ensaio	7
4.4.1 Ensaio de Tipo	7
4.4.2 Ensaio de Controle de Qualidade.....	7
4.4.3 Ensaio de Aceitação	7
4.5 Embalagem.....	7
5 . ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA CABO OPGW	9
5.1 Objetivo.....	9
5.2 Condições de Fornecimento.....	9
5.2.1 Generalidades	9
5.2.2 Constituição Básica do Cabo OPGW.....	9
5.2.3 Fibras Ópticas	9
5.2.4 Unidade Óptica.....	11
5.2.5 Núcleo Óptico.....	11
5.2.6 Fios Metálicos Encordoados	12
5.3 Ensaio	13
5.3.1 Ensaio de Tipo	13
5.3.2 Ensaio de Rotina.....	13
5.3.3 Ensaio de Aceitação na Fábrica	14
6 . ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA FERRAGENS E ACESSÓRIOS.....	16
6.1 Requisitos de Projeto	16



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

6.1.1 Configuração	16
6.1.2 Requisitos Gerais	16
6.2 Ferragens e Acessórios para o Cabo Condutor e Pára-raios	18
6.2.1 Grampos de Suspensão	18
6.2.2 Armaduras	19
6.2.3 Balancins	19
6.2.4 Conjuntos de pesos adicionais	19
6.2.5 Ferragens com garfo Y	20
6.2.6 Ferragens com concha e bola	20
6.2.7 Grampos de Ancoragem	20
6.2.8 Anéis Corona	21
6.2.9 Emendas à compressão	21
6.2.10 Emendas preformadas	22
6.2.11 Ensaios	22
6.3 Ferragens e Acessórios do Cabo OPGW	22
6.3.1 Características dos Acessórios	22
6.3.2 Grampo de Ancoragem Passante	24
6.3.3 Grampo de Suspensão	24
6.3.4 Grampo Guia	25
6.3.5 Grampo de Aterramento	25
6.3.6 Caixas de Emendas	26
6.3.7 Amortecedores de Vibração	26
6.3.8 Esferas de Sinalização Aérea	27
6.3.9 Ensaios para os Acessórios do Cabo OPGW	29
6.4 Desenhos de Fabricação	32
7 . ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA ISOLADORES COMPOSTOS	32
7.1 Introdução	32
7.2 Materiais e Fabricação	32
7.2.1 Núcleo de Fibra de Vidro	32
7.2.2 Revestimento	33
7.2.3 Partes Metálicas	33
7.2.4 Zincagem	33
7.2.5 Isolador Completo	33
7.3 Ensaios	34
7.3.1 Ensaios de projeto	34
7.3.2 Ensaios de Tipo	35
7.3.3 Ensaios de Rotina	35
7.3.4 Ensaios de Recebimento	35
8 . ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA ESTRUTURAS METÁLICAS	35
8.1 Introdução	35
8.2 Requisitos de Projeto	35
8.2.1 Carregamentos	35
8.2.2 Materiais	35
8.2.3 Limites Dimensionais	36
8.2.4 Tensões Admissíveis	36
8.2.5 Requisitos Adicionais	37



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

8.2.6	Fundações – Não aplicável aos pórticos metálicos das Subestações.....	37
8.2.7	Detalhamento para Fabricação.....	37
8.3	Projeto do Fabricante	38
8.3.1	Requisitos Gerais	38
8.3.2	Documentos de Cálculo	38
8.3.3	Desenhos de Montagem.....	38
8.4	Requisitos de Fabricação	39
8.4.1	Furação	39
8.4.2	Marcação	39
8.4.3	Galvanização	40
8.5	Ensaio s	40
8.5.1	Ensaio s de Tipo	40
8.5.2	Ensaio s de Rotina.....	40
8.5.3	Ensaio s de Aceitação	40
8.6	Embalagem e Transporte	40
9	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA PLANOS DE SONDAGEM TIPO SPT	41
9.1	Generalidades	41
9.2	Equipamentos	41
9.3	Inspeção Visual.....	42
9.4	Perfuração	42
9.5	Determinação do Nível do Lençol D'Água.....	42
9.6	Ensaio de Penetração.....	42
9.7	Critérios para Fixação de Profundidades Limites de Sondagem.....	43
9.7.1	Profundidade Mínima.....	43
9.7.2	Profundidade Máxima.....	43
9.8	Amostragem	44
9.9	Apresentação dos Resultados.....	45
10	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA CONSTRUÇÃO DA LINHA DE TRANSMISSÃO	45
10.1	Generalidades	45
10.2	Obrigações do Fornecedor	46
10.3	Subfornecedores	46
10.4	Programação dos Trabalhos.....	46
10.5	Métodos de Trabalho	46
10.6	Ferramentas e Equipamentos.....	47
10.7	Placas de Obra	47
10.8	Proteção e Conservação de Vias e Obras Existentes	47
10.9	Organização de Canteiros, Medicina e Segurança no Trabalho	47
10.9.1	Organograma Funcional do FORNECEDOR.....	47
10.9.2	Segurança e Medicina do Trabalho - Condições Gerais.....	51



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

10.9.3 Medicina no Trabalho	52
10.10 Segurança no Trabalho	53
10.10.1 Organização e Funcionamento da CIPA	53
10.11 Administração de Materiais	55
10.11.1 Recebimento dos Materiais	55
10.11.2 Armazenamento dos Materiais	55
10.12 Faixa de Servidão	56
10.12.1 Desmatamento e Limpeza da Faixa de Servidão	56
10.12.2 Corte de árvores fora da faixa	57
10.12.3 Seccionamento e Aterramento de Cercas	57
10.12.4 Roçada Final	57
10.12.5 Acessos para Construção	58
10.13 Serviços de Topografia	58
10.13.1 Dados Fornecidos pela CONTRATANTE	58
10.13.2 Verificação do Levantamento Topográfico	59
10.13.3 Locação Física das Estruturas e Levantamento das Seções Diagonais	60
10.13.4 Levantamento das Seções Diagonais	61
10.13.5 Marcação das Escavações	62
10.14 Sondagens	63
10.14.1 Responsabilidades do FORNECEDOR	63
10.14.2 Sondagens a Trado	63
10.14.3 Sondagens SPT	64
10.15 Fundações das Estruturas	64
10.15.1 Tipos de Fundações	64
10.15.2 Classificação das Escavações	65
10.15.3 Serviços Iniciais	65
10.15.4 Escavações	66
10.15.5 Reaterro	67
10.15.6 Fundação em Concreto	69
10.15.7 Preparo e Aplicação de Solo-Cimento	76
10.15.8 Obras e Serviços Complementares Relativos às Fundações	77
10.15.9 Cuidados Especiais em Áreas Urbanas	78
10.15.10 Fundações Estaqueadas	78
10.15.11 Ancoragem em Rocha	80
10.15.12 Ensaios de Arrancamento em Tubulão	80
10.15.13 Instalação do Sistema de Aterramento das Estruturas	81
10.16 Montagem das Estruturas	83
10.16.1 Execução da Montagem	83
10.16.2 Montagem de Estrutura em Áreas Urbanas	85
10.16.3 Instalação de Defensas	85
10.16.4 Pintura de Defensas em Trilhos	85
10.17 Instalação dos Isoladores e Ferragens	86
10.17.1 Execução dos Serviços	86
10.18 Instalação dos Cabos Pára-Raios	87
10.18.1 Introdução	87
10.18.2 Plano de Lançamento dos Cabos Pára-Raios	87
10.18.3 Lançamento dos Cabos Pára-Raios	87



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

10.18.4 Execução de Emenda e terminais de Compressão dos Cabos Pára-Raios	88
10.18.5 Instalação de Amortecedores e Esferas de Sinalização nos Cabos Pára-Raios	88
10.19 Instalação dos Cabos Condutores	88
10.19.1 Introdução	88
10.19.2 Plano de Lançamento dos Cabos Condutores	89
10.19.3 Lançamento dos Cabos Condutores	89
10.19.4 Execução de Emendas, Terminais de Compressão e Reparo dos Condutores	91
10.19.5 Regulação dos Cabos Condutores	91
10.19.6 Grampeamento dos Cabos Condutores	93
10.19.7 Instalação de Amortecedores	93
10.19.8 Instalação de “Jumpers”	94
10.19.9 Instruções para a Montagem de Luvas e Terminais de Compressão	94
10.19.10 Montagem de Luvas de Reparo	96
10.19.11 Montagem dos Terminais de Compressão	96
10.19.12 Montagem de Terminais de Jumpers	98
10.19.13 Instalação de Espaçadores	98
10.20 Sinalização das Linhas	98
10.20.1 Tipos de Sinalização	98
10.20.2 Placas de Sinalização	99
10.20.3 Placas de Identificação de Fase	99
10.20.4 Placas de Numeração de Estruturas	99
10.20.5 Placas de Advertência de Perigo	100
10.20.6 Esferas de Sinalização	100
10.20.7 Pintura de Sinalização	100
10.20.8 Balizadores Noturnos	101
10.21 Lançamento do Cabo OPGW	101
10.21.1 Aterramento das Estruturas	102
10.21.2 Lançamento e Grampeamento do Cabo	102
10.21.3 Equipamento de Proteção Individual	102
10.21.4 Transporte de Pessoal	102
10.21.5 Higiene e Medicina do Trabalho	103
10.21.6 Tensão Mecânica de Puxamento	103
10.21.7 Instalação do Cabo	103
10.21.8 Colocação do Grampo de Ancoragem	104
10.21.9 Grampeamento	104
10.21.10 Amortecedores	104
10.21.11 Caixa de Emenda	104
10.21.12 Confecção das Emendas	105
10.22 Revisão final e Comissionamento	105
10.22.1 Aspectos Gerais das Diversas Etapas	105
10.22.2 Faixa de Serviços	105
10.22.3 Estradas de Serviços	105
10.22.4 Seccionamento e Aterramento de Cercas	105
10.22.5 Fundações das Estruturas	105
10.22.6 Estruturas	106
10.22.7 Sistema de Aterramento	106
10.22.8 Isoladores e Ferragens	106
10.22.9 Cabos Pára-Raios	106
10.22.10 Cabos Condutores	106



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

1 . INTRODUÇÃO

Este documento tem por objetivo apresentar as especificações técnicas a serem utilizadas na construção da linha de transmissão entre a SE CAIÇARA e a UHE SALGADO II, em 69 kV, correspondente ao Trecho III, da Transposição do rio São Francisco.

2 . NORMAS

A relação de normas a seguir deve ser considerada como requisito geral, não abrangendo exaustivamente todos os materiais a serem empregados. O uso de materiais com características e qualidades diferentes daquelas aqui definidas para as respectivas aplicações poderá, a critério da CONTRATANTE, ser aprovado ou não.

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Onde as Normas da ABNT forem omissas ou inexistentes, serão aceitas as normas apropriadas e recentes da:

- ANSI - American National Standards Institute;
- DIN -Deutsche Institut für Normung;
- EIA-Electronics Industries Association;
- IEC-International Electrotechnical Commission;
- NEMA -National Electrical Manufacturers Association;
- VDE -Verband Deutscher Elektrotechniker;
- IEEE -Institute of Electrical and Electronic Engineers;
- UL -Underwriters Laboratories Inc.;
- NEC-National Electrical Code;
- OSHA-Occupational Safety and Health Act;
- ASTM - American Society for Testing and Materials;
- AWPA - American Wood-Preservers' Association
- SAE - Society of Automotive Engineers
- AISC - American Institute of Steel Construction
- AWS - American Welding Society
- ASCE - American Society for Civil Engineering

3 . ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA CABOS DE ALUMÍNIO COM ALMA DE AÇO

3.1 Características Básicas do Cabo

Apresenta-se na tabela seguinte as principais características do cabo a ser fornecido:

CÓDIGO	HAWK
TIPO	CAA
BITOLA	477 MCM
FORMAÇÃO (Fios Alumínio / Fios Aço)	26 / 7



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

SEÇÃO TRANSVERSAL (mm ²)	281,04
DIÂMETRO (mm)	21,78
PESO UNITÁRIO (kgf/km)	0,976
CARGA DE RUPTURA (kgf)	8.500
CLASSE DE GALVANIZAÇÃO	A
COMPRIMENTO NOMINAL DO LANCE (m)	2.500

3.2 Características dos Fios de Alumínio

Os lingotes a serem utilizados na fabricação do condutor devem conter, no mínimo, 99,5% de alumínio. Quando solicitado, o FORNECEDOR deve comprovar, através de certificados idôneos, a composição química dos lingotes.

Os fios de alumínio podem ser trefilados a partir do processo contínuo do forno Properzi ou do vergalhão de alumínio obtido de conformidade com a norma NBR-7103. Apenas um dos dois sistemas deve ser utilizado na fabricação dos fios.

Os fios de alumínio serão de têmpera H19 e devem atender os requisitos da norma NBR-5118, inclusive quanto à resistividade, que não deverá ser superior a 0,028264 Ohm.mm²/m a 20°C, o que corresponde a uma condutividade mínima de 61% IACS.

O fio acabado deve ter superfície cilíndrica bem acabada, isento de fendas, torções, rebarbas, vazios e outras imperfeições. O diâmetro deve ser uniforme ao longo de toda sua extensão.

3.3 Características dos Fios de Aço Galvanizados

Os fios de aço galvanizados devem atender aos requisitos da norma NBR-6756. Sua superfície deve ser perfeitamente cilíndrica e sem a presença de fendas, torções, rebarbas e outras imperfeições. O diâmetro deve ser uniforme ao longo de toda sua extensão.

A camada de zinco deve ser aplicada por processo que resulte em cobertura uniforme, com boa aderência e um peso mínimo de camada de conformidade com a classe de galvanização especificada.

A alma de aço galvanizado deve atender aos requisitos das normas NBR-7270 e NBR-6756. Todos os fios utilizados na alma de aço devem ser da mesma procedência e da mesma corrida de fabricação, de modo a garantir a homogeneidade das propriedades físicas do cabo a ser fornecido.

O encordoamento da alma deve ser executado como previsto na norma NBR-7270, não sendo permitidas emendas de qualquer espécie no fio acabado.

3.4 Características do cabo completo

O cabo deve ser fabricado segundo os requisitos da norma NBR-7270 (classe AA). Além de utilizar fios de aço da mesma procedência e mesma corrida de fabricação, o cabo completo deve ser fabricado de tal forma que todos o fornecimento tenha características mecânicas tão uniformes quanto possível, visando a igualdade de flechas no lançamento.

O encordoamento deve ser executado de modo a se evitar que o condutor acabado apresente os fios com tendência a se destrançarem. Após cortar-se uma amostra do condutor com uma serra, a posição de todos os fios deve ficar praticamente inalterada, sem tendência de afrouxamento do encordoamento.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Os fios de alumínio devem ser justapostos de modo concêntrico, de forma a se evitar a formação de vazios e a presença de fios frouxos ou excessivamente tracionados. As camadas sucessivas devem ter o sentido do encordoamento alternado, de tal forma que a camada externa seja trançada para a direita. A forma externa dos cabos deve ser uniformemente cilíndrica, quando da conclusão da fabricação, devendo esta característica ser conservada após o bobinamento, lançamento sob tensão mecânica e grampeamento.

Durante o processo de encordoamento dos cabos, não serão permitidas emendas nos fios de alumínio de cabos formados por apenas 7 fios. Para os demais cabos, poderão ser feitas emendas, mediante solda elétrica de topo ou a frio, por pressão. A distância entre duas soldas não poderá ser inferior a 15m, seja no mesmo fio ou em fios diferentes. As soldas nos fios de alumínio devem ser lisas e limpas, de tal maneira que, na região da solda, se tenha o mesmo diâmetro e aparência do restante do fio.

Antes do início da produção de cabos CAA, deve ser verificado se a ,maquinaria se encontra limpa, especialmente se a mesma tiver sido utilizada para a produção de cabos de cobre.

A matéria prima e os processos de fabricação utilizados devem conduzir a um produto acabado com características de tensão-alongamento e fluência que obedeçam às curvas padronizadas pela "The Aluminum Association".

O cabo, quando finalmente enrolado nas bobinas, deve estar limpo, livre de cantos vivos, sinais de abrasão, graxa, partículas de sujeira ou outros que possam contaminá-lo.

3.5 Ensaios

3.5.1 Ensaios de Tipo

Não serão necessários ensaios de tipo, porém o FORNECEDOR deverá entregar um documento de características técnicas garantidas, contendo todas as informações referentes às características elétricas, mecânicas e dimensionais dos fios de alumínio, dos fios de aço galvanizado e do cabo completo. Além disso, deverá fornecer também as curvas de tensão-deformação inicial e final do cabo, bem como as curvas de creep para 1h, 24h, 1 ano e 10 anos.

3.5.2 Ensaios de Controle de Qualidade

O FORNECEDOR deve apresentar seu plano de inspeção e controle de qualidade, o qual deve incluir, no mínimo, todos os ensaios, verificações e análises especificados, bem como os níveis de amostragem, os critérios de aceitação e rejeição e a frequência com que serão realizados. O FORNECEDOR deve apresentar relatórios mensais confirmando que esses ensaios foram feitos durante o processo de fabricação, indicando os resultados obtidos e número de amostras submetidas a cada ensaios.

O programa de controle de qualidade deve incluir, no mínimo, as seguintes verificações e inspeções :

- determinação da composição química dos lingotes de alumínio
- inspeção do carregamento do forno
- acompanhamento da trefilação dos fios de alumínio
- inspeção das soldas e dos processos de soldagem dos fios
- galvanização dos fios de aço, inclusive características químicas de zinco e espessura e uniformidade da camada



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- verificação do encordoamento dos fios da alma de aço e encordoamento das camadas de fios de alumínio, inclusive o passo e sentido do encordoamento, distância entre soldas e ocorrência de defeitos nos fios
- verificação das características elétricas e mecânicas dos fios de alumínio e aço e do cabo completo, inclusive pesos, diâm e seções
- verificação das bobinas quanto à qualidade e tratamento da madeira e reforço das mesmas.

3.5.3 Ensaios de Aceitação

Para os ensaios de aceitação, entenda-se por lote uma determinada quantidade de material de mesmo tipo e qualidade, fabricada essencialmente sob as mesmas condições e apresentada à inspeção de uma só vez.

3.5.3.1 Fios de Alumínio e de Aço Galvanizado

As amostras de fio de alumínio devem ser submetidas aos seguintes ensaios, de acordo com os procedimentos estabelecidos na norma NBR-5118, inclusive no que se refere aos critérios de amostragem, aceitação e rejeição :

- carga de ruptura e alongamento
- verificação do diâmetro
- resistividade e condutividade elétricas
- acabamento superficial
- enrolamento

As amostras de fio de aço galvanizado devem ser selecionadas conforme indicado na NBR-6756 e submetidas aos seguintes ensaios :

- tensão correspondente a 1% de alongamento
- carga de ruptura e respectivo alongamento
- verificação do diâmetro
- enrolamento
- massa e aderência da camada de zinco
- uniformidade da camada de zinco

3.5.3.2 Cabo Completo

O cabo, depois de fabricado, deve ser submetido aos seguintes ensaios :

- verificação dimensional e de peso
- carga de ruptura

Com a amostragem definida no item 6.2.2 da NBR-7270, serão verificadas: a área do cabo completo, passo, o sentido do encordoamento e o peso. Os critérios de aceitação e rejeição estão definidos na NBR-7270.

De 1% das bobinas de cada lote, mas não menos que de uma bobina, devem ser retiradas amostras com um comprimento mínimo de 10 m, para a realização do ensaio de ruptura. Este ensaio deve obedecer aos requisitos indicados no item 6.4.1.1 da NBR-7270.

Se a amostra ensaiada falhar em qualquer dos requisitos indicados nessa norma, todo o lote por ela representado será rejeitado.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

3.6 Embalagem

O cabo deve ser acondicionado em bobinas de madeira não retornáveis, dimensionadas de acordo com os requisitos indicados a seguir.

Cada bobina deve conter apenas um lance de cabo, no comprimento padrão especificado pelo COMPRADOR. A variação do comprimento de cabo, por bobina, não poderá exceder a $\pm 5\%$ do padrão estabelecido.

Será permitido o fornecimento de até 5%, em peso, da encomenda, em comprimentos aleatórios, desde que superiores a 50% do lance padrão especificado.

As bobinas e seus fechamentos devem ser solidamente construídos, de forma a resistir aos esforços decorrentes do transporte sobre vias não pavimentadas, manuseio grosseiro e operações de lançamento, protegendo o cabo, em todas essas circunstâncias, contra danos de qualquer espécie, devendo atender à padronização estabelecida na NBR-7308.

De acordo com a NBR-6236, toda a madeira utilizada na construção das bobinas e nos sarrafos de fechamento deve ser nova, de boa qualidade, Ter densidade igual ou superior a $0,5 \text{ g/cm}^3$ e ser quimicamente tratada.

Antes da fabricação das bobinas, a madeira deve ser submetida a um tratamento preservativo, necessitando, para tanto, apresentar teor de umidade igual ou inferior a 30% e estar trabalhada em suas dimensões finais.

Os sarrafos de fechamento das bobinas devem ser firmemente mantidos em posição com o auxílio de, no mínimo, duas fitas de aço de dimensões apropriadas. O aumento de distância entre os flanges, em qualquer ponto, devido a esforços de transporte, manuseio e lançamento, não deverá exceder $2/3$ do diâmetro do cabo. Junto ao eixo da bobina, devem existir pelo menos 2 furos para seu travamento durante a operação de lançamento do cabo.

Não devem existir arestas, protuberâncias ou cantos vivos na parte interna da bobina, que possam vir a danificar o cabo. A parte interna dos flanges deve ser coberta com papelão à prova d'água, de modo a produzir uma espessura de pelo menos 0,6 mm. Também deve ser colocado papel à prova d'água sobre a camada externa do cabo.

O cabo deve ficar com suas pontas firmemente fixadas na bobina. A ponta externa deve ser fixada à bobina com o cabo ainda sob tensão de enrolamento, a qual deve ser suficiente para que o enrolamento na bobina se faça com firmeza e uniformidade.

Cada espira deve ser enrolada com pressão adequada contra a espira anterior e as espiras externas da camada também devem ficar apertadas contra os flanges. A passagem de uma camada para a seguinte deve ser feita com a menor folga possível. O sentido de enrolamento do cabo na bobina deve ser escolhido de modo a se prevenir qualquer tendência de afrouxamento no encordoamento do cabo.

Os materiais utilizados nas bobinas não devem aderir ao condutor ou provocar a sua corrosão, quando estocados em condições de intempérie.

As seguintes informações devem ser pintadas com tinta à prova de tempo, em ambos os lados da bobina :

- nome ou símbolo do FORNECEDOR
- nome do COMPRADOR, número da encomenda e destino (almoxarifado do COMPRADOR)
- tipo do cabo (código, bitola, encordoamento e classe de galvanização da alma de aço)
- comprimento do cabo (m)
- pesos líquido, bruto e tara (kgf)



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- dimensões externas (m)
- número da bobina (m)
- seta, com a indicação: “DESENROLE NESTE SENTIDO”.

As informações acima também devem constar das listas de embarque.

4 . ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA CORDOALHA DE AÇO GALVANIZADO

4.1 Características Básicas do Cabo Pára-Raios

Apresentamos na tabela abaixo as principais características do cabo a ser fornecido:

TIPO	AÇO GALVANIZADO	AÇO GALVANIZADO
UTILIZAÇÃO	PÁRA-RAIOS	ATERRAMENTO
BITOLA	3/8”	3/8”
FORMAÇÃO (Fios Aço)	7	7
SEÇÃO TRANSVERSAL (mm ²)	55,24	55,24
DIÂMETRO (mm)	9,52	9,52
PESO UNITÁRIO (kgf/km)	442	442
CARGA DE RUPTURA (kgf)	7.000 (EHS)	3.153 (SM)
CLASSE DE GALVANIZAÇÃO	A	A

4.2 Características dos Fios de Aço Zincado

A matéria prima e os processos utilizados na obtenção e zincagem dos fios de aço individuais devem atender aos requisitos da norma NBR-5908.

Após a trefilação, os fios de aço devem apresentar uma superfície perfeitamente cilíndrica, bem acabada, sem a presença de fendas, torções, rebarbas e outras imperfeições. O diâmetro deve ser uniforme ao longo de toda a sua extensão.

A camada de zinco deve aderir firmemente ao fio, ter espessura uniforme e o peso de zinco mínimo exigido.

Não serão permitidas emendas de qualquer espécie no fio acabado. Só serão permitidas emendas no fio antes do início de sua trefilação a frio.

4.3 Características do cabo de aço completo

Os cabos completos devem atender aos requisitos da norma NBR-5909.

Todos os fios devem ser da mesma procedência e da mesma corrida de fabricação, de modo a se garantir a homogeneidade das propriedades físicas do cabo completo.

O encordoamento deve ser executado de modo a se evitar que o cabo acabado apresente os fios com tendência a se destrançarem. Após cortar-se uma amostra do cabo com uma serra, a posição dos fios deve ficar praticamente inalterada.

Os fios devem ser trançados de forma a se evitar a formação de vazios e a presença de fios frouxos ou excessivamente tracionados. O sentido do encordoamento da camada externa deve ser para a esquerda.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Após o encordoamento, o cabo completo e seus fios componentes devem estar limpos e bem acabados, não apresentando cantos vivos, arranhões, sinais de abrasão ou corrosão, graxa, partículas metálicas ou outros que possam contaminá-lo.

4.4 Ensaaios

4.4.1 Ensaaios de Tipo

Não serão necessários ensaios de tipo, porém o FORNECEDOR deverá entregar um documento de características técnicas garantidas, contendo todas as informações referentes às características elétricas, mecânicas e dimensionais dos fios de aço galvanizado e do cabo completo.

4.4.2 Ensaaios de Controle de Qualidade

O FORNECEDOR deve apresentar seu plano de inspeção e controle de qualidade, o qual deve incluir, no mínimo, todos os ensaios, verificações e análises especificados, bem como os níveis de amostragem, os critérios de aceitação e rejeição e a frequência com que serão realizados. O FORNECEDOR deve apresentar relatórios mensais confirmando que esses ensaios foram feitos durante o processo de fabricação, indicando os resultados obtidos e número de amostras submetidas a cada ensaio.

O programa de controle de qualidade deve incluir, no mínimo, as seguintes verificações e inspeções :

- inspeção das soldas e do processo de soldagem dos fios de aço, antes da trefilação
- acompanhamento da trefilação dos fios de aço
- galvanização dos fios, inclusive características químicas do zinco, espessura e uniformidade da camada
- verificação do encordoamento, inclusive quanto ao passo e sentido, e da ocorrência de defeitos nos fios
- verificação do diâmetro, peso e seção dos fios e do cabo completo
- verificação das bobinas quanto à qualidade e tratamento da madeira e reforço das mesmas

4.4.3 Ensaaios de Aceitação

Para os ensaios de aceitação, entenda-se por lote uma determinada quantidade de material de mesmo tipo e qualidade, fabricada essencialmente sob as mesmas condições e apresentada à inspeção de uma só vez.

As amostras devem ser submetidas aos seguintes ensaios de acordo com a NBR-5909, inclusive no que se refere aos critérios de amostragem, aceitação e rejeição :

- verificação dimensional
- passo e sentido do encordoamento
- ductilidade do aço
- massa, aderência e uniformidade da camada de zinco
- carga de ruptura e alongamento.

4.5 Embalagem

A cordoalha de aço deve ser acondicionada em bobinas de madeira não retornáveis.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Cada bobina deve conter apenas um lance de cabo, no comprimento padrão especificado pelo COMPRADOR. A variação do comprimento do cabo por bobina não poderá exceder a $\pm 5\%$ do padrão estabelecido.

Será permitido o fornecimento de até 5%, em peso, da Encomenda, em comprimentos aleatórios desde que superiores a 50% do padrão especificado.

As bobinas e seus fechamentos devem ser solidamente construídos, de forma a resistir aos esforços decorrentes do transporte sobre vias não pavimentadas, manuseio grosseiro e operações de lançamento, protegendo o cabo, em todas essas circunstâncias, contra danos de qualquer espécie, devendo atender à padronização estabelecida na NBR-7311.

De acordo com a NBR-6236, toda madeira utilizada na construção das bobinas e nos sarrafos de fechamento deve ser nova, de boa qualidade, ter densidade igual ou superior a $0,5 \text{ g/cm}^3$ e ser quimicamente tratada.

Antes da fabricação das bobinas, a madeira deve ser submetida a um tratamento preservativo, necessitando para tanto, apresentar teor de umidade igual ou inferior a 30% e estar trabalhada em suas dimensões finais.

Os sarrafos de fechamento das bobinas devem ser firmemente mantidos em posição com o auxílio de, no mínimo, duas fitas de aço de dimensões apropriadas. O aumento de distância entre os flanges, em qualquer ponto, devido a esforços de transporte, manuseio e lançamento, não deverá exceder $2/3$ do diâmetro do cabo. Junto ao eixo da bobina, devem existir pelo menos 2 furos para seu travamento durante a operação de lançamento do cabo.

Não devem existir arestas, protuberâncias ou cantos vivos na parte interna da bobina, que possam vir a danificar o cabo. A parte interna dos flanges deve ser coberta com papelão à prova d'água ou outro material similar, o qual deve permanecer em posição mesmo durante o desenrolamento do cabo. O tambor deve ser envolvido por uma ou mais camadas de papel à prova d'água, de modo a produzir uma espessura de, pelo menos, 0,6 mm. Também deve ser colocado papel à prova d'água sobre a camada externa do cabo.

O cabo deve ficar com suas pontas firmemente fixadas na bobina. A ponta externa deve ser fixada à bobina com o cabo ainda sob a tensão de enrolamento, a qual deve ser suficiente para que o enrolamento da bobina se faça com firmeza e uniformidade.

Cada espira deve ser enrolada com pressão adequada contra a espira anterior e as espiras externas da camada também devem ficar apertadas contra os flanges. A passagem de uma camada para a seguinte deve ser feita com a menor folga possível. O sentido de enrolamento do cabo na bobina deve ser escolhido de modo a se prevenir qualquer tendência de afrouxamento no encordoamento do cabo.

Os materiais utilizados nas bobinas não devem aderir ao cabo ou provocar sua corrosão, quando estocados em condições de intempérie.

As seguintes informações devem ser indicadas com tinta à prova de tempo, em ambos os lados da bobina (cabos de aço):

- nome ou símbolo do FORNECEDOR
- nome do COMPRADOR, número da Encomenda e destino (almoxarifado do COMPRADOR)
- tipo do cabo (bitola, tipo do aço e classe da galvanização)
- comprimento do cabo, em m
- pesos líquido, bruto e tara, em kgf
- dimensões externas, em m



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- número de identificação da bobina
- seta, com a indicação: “DESENROLE NESTE SENTIDO”

As informações acima também devem constar das listas de embarque.

5 . ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA CABO OPGW

5.1 Objetivo

A presente ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA tem por finalidade estabelecer os requisitos técnicos necessários para projeto, materiais, fabricação, inspeção, ensaios e embalagem para o fornecimento de Cabo Pára-Raios com Núcleo de Fibras Ópticas (OPGW) para Linhas de Transmissão.

5.2 Condições de Fornecimento

5.2.1 Generalidades

O cabo OPGW a ser instalado deve atender às solicitações máximas permissíveis nas estruturas, fornecer a proteção elétrica adequada aos cabos fase e ter nível de sobre-tensão controlado de tal forma que não interfira no desempenho normal da linha. Deve permitir também a circulação da corrente de curto-circuito suportando no mínimo a temperatura de 180° C. Quanto às fibras, o cabo OPGW deve fornecer total proteção, de forma a não alterar nem degradar seu desempenho.

Todos os materiais que fazem parte deste fornecimento devem ser da melhor qualidade, novos, livres de defeitos e os mais adequados aos fins a que se destinam, devendo estar de acordo com o estabelecido neste documento e com os desenhos.

Todos os materiais a serem usados na fabricação do cabo e acessórios devem ser submetidos a inspeção e ensaios rigorosos. A fabricação só deve ser iniciada depois que os ensaios de tipo tenham sido completados e os certificados tenham sido submetidos e aprovados pela CONTRATANTE.

Todos os materiais devem ser ensaiados de acordo com os requisitos da norma aplicável ou outro método aceito pela CONTRATANTE.

Todos os materiais fornecidos devem ser fabricados de maneira esmerada, usando mão-de-obra especializada nos diversos ofícios e de acordo com as mais modernas técnicas de fabricação.

5.2.2 Constituição Básica do Cabo OPGW

O cabo OPGW será composto com fibras ópticas para telecomunicações, contidas em uma ou várias unidades ópticas dielétricas, protegidas por um revestimento que, por sua vez, é envolto por fios metálicos encordoados em camadas concêntricas simples ou múltiplas. O cabo OPGW deve possuir as características elétricas equivalentes ao cabo pára-raios convencional, permitindo a transmissão de sinais de telecomunicações por meio de suas fibras ópticas. Mecanicamente deve atender aos mesmos requisitos do cabo pára-raios convencional, mas deve propiciar total proteção às fibras ópticas.

5.2.3 Fibras Ópticas

As fibras ópticas integrantes do cabo OPGW deverão ter as seguintes características:

- Comprimento de onda: 1550 nm;
- Modo de propagação: monomodo;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Atenuação máxima: 0,21 dB/km a 1550 nm;
- Dispersão cromática: < 18,0 ps/(nm.km) a 1550 nm;
- Revestimento primário: acrilato;
- Diâmetro sobre o revestimento primário: 250 ± 15 microm;
- Diâmetro do núcleo: $8,3 \pm 1$ micrometro;
- Diâmetro sobre a casca: 125 ± 3 microm;
- Excentricidade: ≤ 1 micrometro;
- Proof-test: $0,69 \text{ GN/m}^2$ (1% de alongamento) por um segundo;
- Raio mínimo de curvatura: 6 vezes o diâmetro sobre o elemento óptico.

As fibras ópticas dos lances fabricados deverão ser contínuas, não sendo permitidas emendas durante sua fabricação.

O valor de proof-test para 1 segundo calculado pelo fornecedor deverá ser testado pelo fabricante da fibra em 100% das fibras fabricadas, sendo o valor mínimo de 1% de alongamento para 1 segundo.

A atenuação na fibra deverá ser uniformemente distribuída ao longo do seu comprimento, de modo a não existir pontos de descontinuidade.

A atenuação das fibras, quando enroladas com 100 voltas em torno de um mandril de 75 mm de diâmetro, deverá se manter inalterada.

As fibras ópticas deverão manter integridade óptica e mecânica quando expostas às temperaturas operacionais de $-10 \text{ }^\circ\text{C}$ a $+65 \text{ }^\circ\text{C}$.

Os valores especificados de atenuação, dispersão cromática e outros parâmetros da fibra poderão ser melhores, devendo o PROPONENTE adequá-los ao projeto (pior caso - enlace mais longo sem regeneração) atendendo, no mínimo, as presentes especificações.

As fibras ópticas deverão possuir revestimentos primário e secundário, em material plástico utilizado para proteção das fibras, durante a fabricação, manuseio e uso.

Os revestimentos das fibras ópticas deverão ser removíveis, de modo a permitir a realização de emendas e terminações.

Os revestimentos das fibras ópticas deverão ser constituídos de materiais compatíveis com os materiais constituintes das fibras e do cabo, devendo ser inodoros, não tóxicos e sem causar danos à epiderme.

As fibras ópticas deverão possuir, como parte integrante de seus revestimentos, materiais com características de proteção térmica contra gradientes de temperatura provocados por correntes de curto-circuito ou descargas atmosféricas no cabo OPGW.

O revestimento das fibras ópticas deverá ser tingido com tintas que proporcionem condições de formar grupos de cores facilmente identificáveis.

O revestimento das fibras ópticas deve apresentar uma coloração uniforme e contínua, com acabamento superficial liso e sem rugosidades ao longo de todo o seu comprimento.

As cores originais das fibras deverão permanecer inalteradas durante toda a vida útil do cabo OPGW.

Os grupos de fibras ópticas devem ter um meio de serem identificados de maneira única.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

5.2.4 Unidade Óptica

A unidade óptica deverá ser projetada para abrigar e proteger as fibras ópticas de danos causados por esforços externos tais como esmagamento, dobramento, tração e torção, e para ter a finalidade de proteção contra umidade.

A unidade óptica deverá ser totalmente dielétrica e a sua configuração pode ser do tipo tight ou do tipo loose. No caso das fibras agrupadas em estrutura loose, as mesmas devem estar alojadas no interior de um tubo termoplástico ou metálico preenchido com geléia e não deve haver qualquer excesso de fibra no interior do tubo.

Elementos tensores de material não metálico poderão ser utilizados para limitar os esforços de tração nas fibras ópticas alojadas no interior da unidade óptica. As fibras ópticas deverão ser encordoadas sobre o elemento tensor.

Caso necessário, os interstícios da unidade óptica poderão ser preenchidos com um composto apropriado para inibir a penetração de umidade externa ou ainda qualquer migração de água ao longo da unidade óptica.

O composto de preenchimento utilizado deverá ser compatível com todos os componentes com os quais possa vir a estar em contato e deverá, ainda, absorver e/ou inibir a produção de hidrogênio no interior do cabo, ser quimicamente estável na faixa de temperatura especificada, não ser tóxico e dermatologicamente seguro.

5.2.5 Núcleo Óptico

O núcleo óptico deverá constituir-se, além das próprias unidades ópticas, de elementos apropriados para alojamento e proteção das mesmas, podendo este elemento ser um ou mais tubos metálicos, um tubo metálico contendo um espaçador com ranhuras de conformidade helicoidal ou um elemento metálico ranhurado com enfaixamento metálico.

O núcleo óptico e os fios metálicos encordoados deverão formar, conjuntamente, uma unidade integrada, dimensionados para proteção das fibras ópticas contra degradação em suas características mecânicas e ópticas provocadas por fatores externos, tais como vibração, vento, grandes variações de temperatura, correntes de curto-circuito, descargas atmosféricas e quaisquer outros efeitos ambientais que possam produzir hidrogênio.

O núcleo óptico deve suportar esforços mecânicos inerentes ao processo de instalação e operação da linha de transmissão, assim como o encurvamento do cabo até o raio mínimo garantido, sem acréscimo de atenuação das fibras.

Os seguintes requisitos são aplicáveis ao tubo metálico:

- O tubo deverá ser de liga de alumínio ou aço inoxidável e deve apresentar um acabamento industrial limpo, isento de limalhas, inclusões, porosidades, protuberâncias ou reentrâncias visíveis a olho nu, ou perceptíveis ao tato, em sua superfície;
- As dimensões do tubo devem ser uniformes na sua seção transversal e ao longo de seu comprimento;
- Caso o tubo seja de liga de alumínio, o processo de fabricação poderá ser por extrusão ou a partir de chapa metálica soldada longitudinalmente, não sendo permitidas soldas transversais;
- A solda longitudinal somente será permitida se realizada antes do tubo metálico estar em seu diâmetro final. Durante o processo de soldagem 100% dos tubos deverão ser examinados por meio de equipamento por corrente parasita, quanto a existência de porosidades;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Eventuais protuberâncias na superfície interna do tubo, provenientes do processo de soldagem, não podem exceder a 5% do diâmetro interno do tubo, limitado a um valor máximo de 0,2 mm.

Os seguintes requisitos são aplicáveis ao espaçador metálico e ao elemento metálico ranhurado:

- O espaçador metálico e o elemento ranhurado devem apresentar um acabamento industrial limpo, isento de limalhas, porosidades e protuberâncias visíveis a olho nu, ou perceptíveis ao tato, em sua superfície;
- As dimensões do espaçador metálico e do elemento metálico ranhurado devem ser uniformes na sua seção transversal e ao longo de seu comprimento;
- O processo de fabricação deve ser contínuo, não sendo permitido nenhum tipo de emenda ou solda;
- O elemento ranhurado deverá ser protegido por meio de enfaixamento metálico com sobreposição, de forma a garantir a não degradação dos componentes poliméricos sob incidência de raios ultravioleta, bem como garantir o desempenho de fibras/tubete polimérico nas ranhuras em qualquer condição de instalação e operação.

5.2.6 Fios Metálicos Encordoados

Os fios metálicos encordoados, dispostos sobre o núcleo óptico, constituem o cabo pára-raios propriamente dito. Devem ser capazes de permitir a circulação da corrente de curto-circuito sem alterações nas características das fibras ópticas.

Os fios metálicos devem ser dimensionados para suportarem as condições mecânicas do cabo pára-raios convencional especificado, acrescidas da resistência mínima necessária para a não deformação das fibras ópticas.

O cabo OPGW deve ser constituído por coroas de fios de alumínio, liga de alumínio, aço-alumínio ou aço galvanizado. O diâmetro dos fios deve ser no mínimo de 2,5 mm, de modo a dar ao cabo alta resistência à corrosão (em função das condições climáticas do local), à vibração e às descargas atmosféricas.

Os fios de alumínio deverão ter suas características conforme as normas ASTM-B-230 ou NBR-5118, os fios de liga de alumínio conforme a ASTM-B-398 ou a NBR-5103, com liga de alumínio 6201, têmpera T 81, os fios de aço-alumínio de acordo com a ASTM-B-415 ou a NBR-10711, cuja condutividade é de 20,3% IACS a 20°C (mínima) e os fios de aço galvanizado de acordo com a ASTM-B-498 ou a NBR-6756, todas as normas aplicadas aos fios antes do encordoamento.

A superfície dos fios metálicos deverá ser perfeitamente cilíndrica e livre de imperfeições, graxa, partículas metálicas e sujeira.

Os condutores podem ser constituídos de múltiplas camadas concêntricas com o sentido de encordoamento invertido entre camadas sucessivas e com a camada externa tendo sentido de encordoamento à esquerda. Os fios devem ser encordoados adequadamente de forma a que a estrutura do cabo projetado evite o "engaiolamento".

O comprimento do passo da camada externa deve ser preferencialmente de 13,5 (treze vírgula cinco) vezes o diâmetro externo, e não deve ser menor que 10 (dez), nem maior que 16 (dezesesseis) vezes esse mesmo diâmetro.

Não serão permitidas emendas de qualquer espécie nos fios acabados.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

5.3 Ensaios

5.3.1 Ensaios de Tipo

5.3.1.1 Fibras Ópticas

Os ensaios relacionados para as fibras ópticas deverão ser realizados antes da fabricação da unidade óptica.

- Atenuação com Dobramento
- Ciclo Térmico

5.3.1.2 Cabo OPGW Completo

- Ensaio de Curto-Circuito
- Ensaio de vibração eólica
- Ensaio de puxamento na polia
- Ensaios de Esmagamento e de Impacto
- Ensaio de *Creep*
- Ensaio de deformação da fibra
- Ensaio de deformação marginal
- Ensaio de tensão-deformação
- Ensaio de ciclo térmico e imersão em água
- Ensaio de Torção
- Ensaio de Curvatura
- Ensaio de Escoamento da Geléia
- Ensaio de Penetração de Umidade

5.3.2 Ensaios de Rotina

Os procedimentos de controle de qualidade deverão incluir, como um mínimo, os seguintes ensaios e verificações, dependendo do tipo de material utilizado:

- composição química dos lingotes ou vergalhões de alumínio, liga de alumínio e aço;
- carregamento do forno;
- fabricação dos vergalhões;
- trefilação;
- composição química dos fios metálicos;
- revestimento de alumínio, incluindo composição química do alumínio e espessura dos fios de aço-alumínio e uniformidade do revestimento;
- revestimento de zinco, incluindo composição química do zinco e peso, aderência e uniformidade do revestimento;
- características físicas e mecânicas dos fios metálicos e do cabo completo, incluindo diâmetro, seção transversal e massa;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- encordoamento dos fios metálicos, incluindo sentido, passo, distâncias entre soldas, defeitos dos fios, etc.;
- soldas e processos de soldagem nos fios de alumínio e liga de alumínio;
- bobinas, incluindo qualidade e tratamento da madeira, montagem, dimensões, proteção interna, placas de identificação, pinturas, etc.;
- características ópticas e dimensionais das fibras ópticas;
- resistência mecânica das fibras ópticas (*proof-test*);
- características mecânicas e elétricas do tubo metálico, do espaçador metálico ou do elemento ranhurado;
- corrente parasita no tubo metálico de alumínio.

5.3.3 Ensaios de Aceitação na Fábrica

O fornecedor deverá realizar os ensaios discriminados a seguir em conformidade com os procedimentos descritos nas respectivas normas de referência definidas em cada caso, de maneira a comprovar o atendimento às características especificadas pela CONTRATANTE.

Estes ensaios deverão ser realizados em fábrica e na presença do inspetor da CONTRATANTE. Entretanto, a CONTRATANTE poderá aceitar, em determinadas condições, a seu critério, os certificados de determinados ensaios.

Os planos de amostragem e os critérios de aceitação a serem adotados para os ensaios deverão obedecer ao previsto no PICQ-Plano de Inspeção e Controle de Qualidade aprovado pela CONTRATANTE.

5.3.3.1 Fibras Ópticas

Deverão ser realizados os seguintes ensaios:

- Tração mecânica (*proof-test*), referência: norma EIA-455-31B;
- Inspeção visual, referência: norma TELEBRÁS 235-350-506;
- Características dimensionais, ref.: norma TELEBRÁS 235-350-506;
- Atenuação óptica, referência: norma NBR-13491;
- Comprimento de onda de corte, ref.: norma NBR-13492;
- Diâmetro do campo modal, ref.: norma NBR-13493;
- Determinação da não-concentricidade do campo modal/casca, ref.: norma NBR-13494;
- Determinação da não-circularidade da casca, ref.: norma NBR-13496;
- Determinação do diâmetro da casca, ref.: norma NBR-13497;
- Determinação do diâmetro do revestimento, ref.: norma NBR-13500;
- Determinação da concentricidade da fibra/revestimento, ref.: norma NBR-13501;
- Uniformidade de atenuação, ref.: norma NBR-13502;
- Ensaio de tensão mecânica constante, ref.: norma NBR-13503;
- Dispersão cromática, referência: norma NBR-13504;
- Determinação da sensibilidade óptica à curvatura, ref.: norma NBR-13506.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

5.3.3.2 Fios Metálicos

Antes do encordoamento, os fios condutores de alumínio, liga de alumínio, aço-alumínio ou aço galvanizado a serem utilizados deverão ser submetidos a ensaios dimensionais, mecânicos e elétricos, em conformidade com o descrito nas normas ASTM-B-230, ASTM-B-398, ASTM-B-415 e ASTM-B498, respectivamente.

a) fios de liga de alumínio

- inspeção visual (acabamento superficial);
- verificação dos diâmetro;
- carga de ruptura e respectivo alongamento;
- dobramento;
- resistividade.

b) fios de aço-alumínio

- inspeção visual (acabamento superficial);
- verificação dos diâmetro;
- carga de ruptura e respectivo alongamento;
- espessura da camada de alumínio;
- torção;
- resistividade.

c) fios de alumínio

- inspeção visual (acabamento superficial);
- verificação dos diâmetro;
- carga de ruptura e respectivo alongamento;
- enrolamento;
- resistividade.

d) fios de aço zincado

- inspeção visual (acabamento superficial);
- verificação dos diâmetro;
- tensão de alongamento de 1 por cento;
- carga de ruptura e respectivo alongamento;
- enrolamento;
- massa da camada de zinco;
- aderência da camada de zinco;
- uniformidade da camada de zinco.

A CONTRATANTE poderá, a seu critério, exigir a realização dos ensaios acima após o encordoamento.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

5.3.3.3 Tubos, Espaçador Metálico e Elemento Ranhurado

Os ensaios de aceitação nos tubos, espaçador metálico ou elemento ranhurado deverão ser realizados antes da configuração de cabo OPGW, em conformidade com os requisitos especificados nas normas ASTM aplicáveis ou equivalentes:

- Ensaio de tração;
- Ensaio de deformação;
- Ensaio de resistência elétrica.

5.3.3.4 Cabo OPGW Completo

- Inspeção Visual
- Verificação Dimensional
-
- Atenuação Óptica
- Uniformidade da Atenuação Óptica
- Carga de Ruptura

6 . ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA FERRAGENS E ACESSÓRIOS

Esta especificação visa estabelecer os requisitos que devem ser atendidos para o projeto, fabricação, ensaios de conjuntos de ferragens para cadeias de isoladores a serem utilizados nas linhas de transmissão.

6.1 Requisitos de Projeto

6.1.1 Configuração

Os desenhos mostram a configuração e componentes das cadeias para o condutor 477 MCM (HAWK) para a linha de transmissão.

O projeto executivo das cadeias deve ser de acordo com o as características construtivas das estruturas.

6.1.1.1 SAE - Society of Automotive Engineers

6.1.2 Requisitos Gerais

As cargas de ruptura e outros requisitos aplicáveis a cada um dos componentes dos vários conjuntos são mostrados nos respectivos desenhos.

Os materiais a serem fornecidos de acordo com estas especificações deverão estar de acordo com as mais modernas práticas de projeto e fabricação de ferragens usadas em linhas de EAT, permitindo fácil montagem e desmontagem com ferramentas comuns. O detalhamento deverá ser adequado para a utilização de ferramentas para manutenção com linha-viva.

As ferragens deverão resistir às ações atmosféricas e às condições de serviço da linha por uma vida útil estimada em 50 anos, sem apresentar quaisquer defeitos.

Todos os pinos de engate que, por sua posição nos conjuntos, possam sofrer esforços longitudinais ou desgaste excessivo da cupilha devem ser fornecidos com porca e cupilha. Os parafusos devem ter cabeças e porcas hexagonais. Todas as conexões parafusadas deverão ter



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

dispositivos de travamento. Todos os pinos que utilizarem apenas cupilha, deverão ser providos de arruelas planas.

Todo cuidado deve ser tomado no projeto dos diversos itens para evitar pontos e áreas de concentração de esforços mecânicos ou elétricos que coloquem em risco sua utilização. Devem ser evitados cantos vivos e variações bruscas dos raios de curvatura. A concordância das curvas deve ser suave e uniforme. Devem ser usadas arruelas sempre que houver contanto entre peças de alumínio e aço. Devem ser usadas arruelas de pressão nos casos de uso de parafusos de aço conectando peças de alumínio.

Não será permitido o uso de solda em peças que suportem carregamentos principais. Onde o uso de solda for necessário, deverá ser claramente anotado nos desenhos. Os desenhos devem indicar as dimensões da solda e do eletrodo, o método e a temperatura utilizados no processo de soldagem.

Todos os materiais ferrosos deverão ser galvanizados a quente. Todas as peças galvanizadas a quente deverão estar de acordo com os requisitos das normas ASTM A123, A143 e A153. As seguintes subclasses da norma A153 aplicam-se aos itens abaixo:

Classe A – Ferro maleável

Classe B – Aço forjado, ferro fundido

Classe C – Parafusos e porcas

Classe D – Arruelas

Toda as ferragens e acessórios utilizados do lado sob tensão das cadeias ou em contacto com os condutores devem ter as superfícies externas perfeitamente lisas e todas as arestas e quinas arredondadas, de modo a se reduzir o efeito corona. Todos os parafusos e porcas destas peças devem ter bordas arredondadas e os filetes de rosca exteriores às porcas, quando necessário, devem ser protegidos.

As cadeias de suspensão, com ou sem os pesos adicionais instalados, devem ser projetadas de acordo com os níveis de RIV e corona estabelecidos nestas especificações, sem o uso de anéis corona. As cadeias de ancoragem poderão utilizar anéis ou raquetes de blindagem contra o corona, caso o Fornecedor julgue necessário.

Todos os parafusos usados nas manilhas e estribos (ferragens de fixação) devem ter comprimento de rosca e cupilha determinados de modo que, quando sujeitos a condições normais de trabalho com as cabeças tocando a ferragem de fixação, as seguintes condições sejam verificadas:

- A porca não deve tocar na manilha/cavalote quando estiver no fim da rosca
- A instalação e a retirada da cupilha deverão ser feitas facilmente.
- Todas as cupilhas devem ser feitas de latão extra-duro ou aço inoxidável, do tipo auto-travante, sem que as extremidades necessitem serem dobradas após a instalação.

Após a galvanização, as dimensões internas dos olhais e garfos, os diâmetros dos furos e as espessuras e diâmetros das ferragens devem ter uma tolerância máxima de $\pm 0,5$ mm.

A ductilidade deve ser suficiente para permitir um alongamento mínimo, medido no comprimento de 50mm (2"), de 8% para ferro maleável, dúctil ou nodular, de 15% para aço fundido e de 18% para forjados, barras e chapas. Peças de alumínio fundido devem apresentar um alongamento mínimo de 3%, medido no comprimento de 50mm.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

6.2 Ferragens e Acessórios para o Cabo Condutor e Pára-raios

As ferragens para as cadeias do cabo condutor devem incluir todos os componentes necessários para conectar os cabos aos isoladores e os isoladores às estruturas, incluindo os grampos, armaduras (onde aplicável), balancins, elos, manilhas, pinos, parafusos, dispositivos de travamento e anéis corona (onde aplicáveis).

Todos os componentes dos conjuntos de ferragens, exceto grampos de suspensão e ancoragem, armaduras, anéis corona e pesos adicionais, devem ser de aço forjado.

Os conjuntos de ferragens das cadeias devem utilizar uma quantidade mínima de peças, sem diminuir suas mobilidades transversal e longitudinal sob as diversas oscilações mecânicas dos cabos.

Os balancins e as varias conexões dos conjuntos de ferragens das cadeias do condutor devem permitir bons contatos elétricos para evitar aquecimento excessivo dos componentes quando submetidos a arcos de potência.

6.2.1 Grampos de Suspensão

Os grampos de suspensão para cabo CAA devem ser constituídos de berço e calha em liga de alumínio. Os grampos de suspensão para cabos de aço poderão ser fabricados em liga de alumínio, ferro maleável, ferro nodular ou aço forjado.

Os grampos de suspensão (e balancins associados) devem ser projetados de tal forma que resulte mínima a distância entre a posição do condutor e o pino do isolador mais próximo, para impedir a distribuição de campos elétricos nos isoladores inferiores da cadeia e para reduzir o RIV. Os grampos devem ter momento de inércia mínima e máxima liberdade de movimento sob as diversas oscilações mecânicas dos cabos (transversais e longitudinais), devendo operar com um mínimo aumento de temperatura para todas as condições de operação da linha. Todos os grampos de um mesmo conjunto de ferragens devem ser idênticos.

O berço e a calha devem ter formatos adequados, evitando ângulos vivos e pequenos raios de curvatura na saída do grampo para não danificar o condutor. O berço do grampo deve ter um comprimento adequado, com raio longitudinal suficientemente grande, de modo a se evitar concentração de esforços de flexão. O berço do grampo deve ser projetado de modo que a pressão máxima seja no centro, diminuindo gradualmente à medida que se aproxima das extremidades. O berço e a calha devem ser projetados de modo a exercer uma pressão circular uniforme no condutor, sem criar nenhum ponto de concentração de tensões. Todas as superfícies em contato com cabos de alumínio (ou armaduras) devem ser perfeitamente lisas. Todas as áreas de apoio devem ser dimensionadas para as cargas exigidas e os materiais utilizados. Os grampos devem ser projetados de modo a permitir a retirada do condutor através de ferramentas para a linha viva.

As partes do grampo que suportam as cargas mecânicas devem ser projetadas de modo a suportar esforços com duração, sentido e intensidade variáveis, bem como os esforços à flexão originários do movimento de torção do corpo do grampo, da manilha (ou do garfo-olhal) e do balancim, sem redução da capacidade mecânica do grampo.

Os grampos de suspensão devem ter uma carga de escorregamento de 25% da carga de ruptura do cabo, com os parafusos do grampo apertados com o torque recomendado pelo fabricante. Isto deve ser comprovado por relatórios de ensaio de carga de escorregamento “versus” torque de aperto, a serem apresentados pelo Fornecedor.

Os parafusos do grampo de suspensão do condutor devem ser de aço galvanizado com as pontas arredondadas e voltadas para cima e, se possível, devem ficar embutidos no corpo do grampo. Todos os parafusos devem ser providos com arruelas de pressão de modo a se manter



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

constante o aperto da calha contra o berço do grampo. Todos os pinos de conexão devem ser de aço de alta resistência tratado à quente.

O eixo de oscilação dos grampos de suspensão deve ser de preferência projetado o mais perto possível do centro da seção transversal do cabo. O grampo deve ter liberdade para oscilar nas direções transversal e longitudinal. O eixo longitudinal do grampo de suspensão deve ter um ângulo de oscilação livre no plano vertical, no mínimo, de 60°.

O pino do garfo do grampo de suspensão deve ser provido de um dispositivo anti-rotacional.

O ângulo mínimo de saída do condutor do grampo de suspensão deve ser de 20°, de ambos os lados do grampo.

6.2.2 Armaduras

As armaduras para cabos CAA devem ser do tipo preformado, de liga de alumínio. As armaduras de vergalhões para cabos de aço galvanizado devem ser do tipo preformado, de aço galvanizado (classe B). O sentido do encordoamento será definido pelo Comprador em função das características dos cabos.

Todas as armaduras devem ser marcadas, no centro, com tinta resistente ao tempo, para facilitar a instalação. Os conjuntos de vergalhões devem ser marcados a cores ou codificados, identificando-se o cabo para o qual eles são aplicáveis. Os comprimentos das armaduras devem levar em consideração as distâncias mínimas a que normalmente são instalados os amortecedores de vibrações eólicas, os quais são montados diretamente no cabo.

As pontas das varetas das armaduras do cabo condutor devem ser chanfradas de modo a satisfazer os requisitos para Corona e RIV especificados.

6.2.3 Balancins

Os balancins devem ser feitos de aço forjado ou chapa de aço cortada. Como alternativa, ferro maleável, ferro nodular, alumínio ou qualquer combinação desses materiais poderá também ser aceita, desde que o fabricante tenha a necessária facilidade para aplicar um adequado controle de qualidade, e possa demonstrar a capacidade de desempenho elétrico e mecânico de cada componente.

Todos os balancins dos condutores, incluindo conjuntos de ancoragem devem ser projetados para facilitar a manutenção em linha viva. O biselamento dos furos é obrigatório para instalação de garfo-Y com parafusos curvados. O raio de biselamento não deve ser superior a 19 mm.

Os balancins deverão ser projetados para permitir os ângulos de balanço dos grampos de suspensão indicados nos desenhos.

Os balancins dos conjuntos de suspensão devem ser projetados para reduzir a distância entre o pino do último isolador e o nível superior do feixe de condutores, para ajudar a melhorar a distribuição do campo elétrico na cadeia de isoladores. Os balancins para os conjuntos de suspensão de jumper devem também ser projetados para acomodar pesos adicionais.

6.2.4 Conjuntos de pesos adicionais

O conjunto deverá consistir de pesos e componentes necessários para fixar os pesos nos balancins sem restringir a liberdade de movimento dos grampos de suspensão.

O conjunto deverá ser projetado para proteger completamente todas as partes dos parafusos suportes e com as superfícies lisas e bordas arredondadas.

Os pesos podem ser de ferro fundido ou chapa de aço cortada e galvanizados. Eles devem ser identificados por números legíveis indicando o peso do componente em quilograma. Podem ser



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

fornecidos em unidades de 50 kgf. Os conjuntos devem ser projetados para acomodar até 300 kgf em cada conjunto de suspensão.

6.2.5 Ferragens com garfo Y

Os parafusos dos garfos-Y deverão ter cabeças redondas em vez de hexagonais, com no mínimo de 9,5 mm de espessura, e diâmetro mínimo de 1,5 vezes o diâmetro nominal do corpo.

Os parafusos usados nos garfos-Y devem ter curvatura uniforme. A forma e localização dos furos devem ser tal que as superfícies de contato da porca e da cabeça sejam paralelas às pernas inclinadas do garfo.

6.2.6 Ferragens com concha e bola

Os conectores tipo concha devem ser feitos de aço forjado de alta qualidade. Devem ser projetados para proteger completamente a cabeça da chaveta. O furo para a chaveta deve ser localizado no lado oposto ao da abertura da concha

Os encaixes concha e bola devem estar de acordo com IEC 120 Classes 16A e 20, para cargas de ruptura de 120 kN e 160 kN, respectivamente.

O projeto da chaveta deve estar completamente de acordo com os requisitos da IEC 372-1 e 372-2, Classes 16 A e 20 para cargas de 120 kN e 160kN respectivamente

A chaveta deve ser projetada de modo a facilitar sua instalação e impedir um desengatamento não intencional durante o manuseio e uso. O comprimento deve ser tal que não se projete para fora do recipiente da concha.

6.2.7 Grampos de Ancoragem

Os grampos de ancoragem devem ser do tipo compressão para o cabo condutor e para o cabo pára-raios.

Todos os grampos de ancoragem a compressão devem ser constituídos de um corpo com olhal em aço galvanizado e um corpo em liga de alumínio com batoques de alumínio. Os materiais empregados na fabricação dos componentes devem apresentar propriedades físicas tais como dureza e coeficiente de expansão térmica similares às dos materiais nos quais serão comprimidos. Os grampos de ancoragem devem ser projetados de modo a suportar os esforços de ancoragem sem provocar pressões excessivas junto à saída do cabo.

Os grampos de compressão devem ser fornecidos completos, incluindo terminais de passagem, parafusos, porcas e arruelas. As linguetas do grampo e do terminal de passagem devem ser protegidas contra corrosão, de modo que seja necessário um mínimo de limpeza ou preparação de suas superfícies para instalação. A lingueta do terminal de passagem deve ser fixada à parte cilíndrica do terminal através de processo adequado de soldagem.

O projeto dos grampos de ancoragem deve ser detalhado tanto quanto possível, indicando os materiais, processo de fabricação, normas aplicáveis e claramente demonstrando suas características mecânicas e elétricas.

Os desenhos dos grampos de suspensão devem indicar as seções, antes e depois da compressão, ambas para os componentes de aço e de alumínio.

As dimensões da lingueta e furos, parafusos e porcas devem ser de acordo com NEMA Standard CCI, parte 4. Todos os parafusos, porcas e arruelas devem ser fornecidos atarraxados firmemente ao corpo do grampo de ancoragem.

As áreas a serem comprimidas devem estar claramente indicadas nas paredes externas dos corpos de aço e alumínio.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

O corpo com olhal em aço galvanizado deve ser formado por uma peça única e permitir a montagem do olhal em qualquer posição. A conexão entre o olhal e o corpo de alumínio deve ser adequadamente selada para evitar vazamento do composto existente.

Os grampos de ancoragem à compressão devem resistir no mínimo 95% das cargas de ruptura dos cabos condutores e pára-raios a que se destinam.

Os grampos de ancoragem e os terminais de passagem devem ter a menor seção transversal possível, porém suficiente para permitir a passagem da corrente sem aquecimento excessivo. Devem ser projetados de maneira a distribuir uniformemente o fluxo de corrente ao redor da superfície de contato entre o corpo comprimido e as camadas do cabo. Após a compressão não pode haver infiltração de água e os espaços vazios devem ser reduzidos ao mínimo.

A resistência elétrica das partes do grampo e do terminal de passagem onde serão instalados os condutores, não deve exceder a resistência de um pedaço de cabo de igual comprimento.

Todos os grampos de ancoragem dos condutores e terminais de passagem devem ser projetados para cumprir com pleno sucesso o teste de ciclo de calor, como descrito na publicação nº.CC3 – NEMA.

Os grampos de ancoragem devem ser projetados para um ângulo de saída de 15°. Os terminais de passagem devem ser fornecidos também com um ângulo de saída de 15°, portanto o ângulo total variará de 0° a 30°.

6.2.8 Anéis Corona

Os anéis corona devem ser feitos de tubos de tamanho adequado e resistência requerida para o controle do corona e para resistir ao vento e vibrações sem danos. Devem ser fornecidos com parafusos, porcas e arruelas.

Os anéis devem ser conectados aos balancins com parafusos tipo prisioneiro e o método de montagem deve ser tal que os anéis possam ser prontamente removidos e substituídos usando as técnicas de manutenção em linha viva. Os anéis devem ser projetados para estarem dentro dos limites das partes vivas mostrados nos desenhos. Preferencialmente, os anéis devem ser colocados na posição vertical (lateralmente aos condutores).

6.2.9 Emendas à compressão

Todas as juntas do tipo a compressão (tensão total) para condutores e cabos pára-raios serão compostas de duas luvas concêntricas, a interna de aço galvanizado e a externa de alumínio e deverão ser fornecidas com composto antioxidante e os batoques apropriados.

Todas as emendas devem suportar pelo menos 95% da carga de ruptura nominal do condutor ou do cabo pára-raios a que se aplicam e devem ser projetadas de forma a se evitar qualquer concentração de força nas extremidades.

As luvas das emendas a compressão devem ser projetadas com a menor seção possível, porém suficiente grande para permitir a passagem da corrente sem aquecimento excessivo. Devem ser projetadas de modo a distribuir uniformemente o fluxo de corrente ao redor da superfície de contato entre o corpo comprimido e as camadas do cabo condutor. Após a compressão não pode haver infiltração de água e os espaços vazios devem ser reduzidos ao mínimo.

As áreas das luvas a serem comprimidas devem estar claramente indicadas nas paredes externas dos corpos de aço e alumínio.

Os desenhos das luvas devem mostrar as seções transversais, antes e depois da compressão, ambas para as partes de aço e de alumínio.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

As emendas atingirão ou superarão o desempenho para corona e RIV requeridos. A condutância das emendas não devem ser menor do que a do condutor ou cabo pára-raios para o qual foram projetadas. A emenda será projetada para passar com sucesso em um teste de ciclo de calor como descrito na publicação n° CC3 – NEMA.

6.2.10 Emendas preformadas

Alternativamente, poderão ser utilizadas emendas preformadas, devendo as mesmas obedecer aos mesmos requisitos de desempenho mecânico e elétrico das emendas à compressão.

Todas as emendas devem suportar pelo menos 95% da carga de ruptura nominal do condutor ou do cabo pára-raios a que se aplicam.

As emendas preformadas devem ser projetadas com a menor seção possível, tendo em vista a passagem da mesma pelas roldanas de lançamento, porém suficientemente grande para permitir a passagem da corrente sem aquecimento excessivo. Os desenhos das emendas devem mostrar a seção transversal do cabo com a emenda, o número de armadura e o diâmetro e comprimento de cada uma.

A emenda deverá atingir ou super o desempenho para corona e RIV requeridos e será projetada para passar com sucesso em um teste de ciclo térmico como descrito na publicação n° CC3 – NEMA.

6.2.11 Ensaios

6.2.11.1 Ensaios de Tipo

Os ensaios de tipo previstos são os seguintes:

- Corona Visual e RIV
- Ciclo Térmico
- Resistência Mecânica

Estes ensaios serão efetuados nos seguintes itens:

- Cadeia de Suspensão I do Condutor
- Cadeia de Ancoragem Dupla do Condutor
- Ciclo Térmico

O ensaio de ciclo térmico deverá ser efetuado nos seguintes componentes:

- Grampos de ancoragem à compressão
- Luvas de emenda à compressão
- Resistência Mecânica

Este teste deverá ser efetuado em protótipos de todos os componentes das diversas cadeias e conjuntos de fixação.

6.3 Ferragens e Acessórios do Cabo OPGW

6.3.1 Características dos Acessórios

Os acessórios necessários para a instalação do cabo OPGW são os seguintes:



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Grampo de ancoragem do tipo passante;
- Grampo de suspensão;
- Grampo guia;
- Grampo de aterramento;
- Caixas de emendas e de derivação;
- Amortecedores de vibração;
- Ferragens;
- Esferas de sinalização aérea.

Os acessórios a serem fornecidos para a instalação do cabo OPGW devem observar as condições de não afetarem o núcleo óptico e preservarem o raio mínimo de curvatura do cabo.

O fornecedor deve atentar para os efeitos que possam surgir pela utilização de conexões de metais distintos, produzindo reações químicas ou físicas indesejáveis. Todos os acessórios devem ser resistentes à corrosão e compatíveis em seu potencial eletroquímico.

Os acessórios devem promover aperto do cabo de forma circunferencial, a fim de minimizar a concentração de esforços e não provocar danos no cabo quando das oscilações.

A conexão entre quaisquer acessórios, bem como entre o cabo OPGW e o cabo de aterramento, deve ser feita com área de contato suficiente, de modo a garantir a transferência de corrente entre os materiais, sem o aparecimento de pontos de aquecimento.

Todo cuidado deverá ser tomado no projeto das diversas peças, no sentido de serem evitados pontos ou áreas que produzam solicitações de natureza mecânica capazes de por em risco sua utilização. Deverão ser evitados cantos vivos e variações bruscas dos raios de curvatura, através de concordâncias suaves entre as superfícies. Deverão ser utilizadas arruelas sempre que houver contato entre duas peças de alumínio e aço. Deverão ser utilizadas arruelas de pressão nos casos de parafusos de aço, cujas porcas exerçam pressão sobre peças de alumínio.

Todos os pinos de engate que, por sua posição nos conjuntos, possam sofrer esforços longitudinais ou desgaste excessivo do contrapino deverão ser substituídos por um parafuso com porca e contrapino. Os parafusos deverão ter cabeças hexagonais com porcas hexagonais. Todas as ligações aparafusadas deverão possuir dispositivo de travamento. Todos os pinos que utilizarem apenas contrapinos deverão ser providos de arruelas lisas.

Todos os contrapinos deverão ser de latão extra-duro ou aço inoxidável, estirados a frio, do tipo autotravante.

Todas as peças de material ferroso deverão ser zincadas por imersão a quente (galvanizadas) e deverão estar de acordo com os requisitos das normas ASTM-A-123, A-143 e A-153. Os parafusos e porcas galvanizados deverão obedecer a norma ASTM-A-394.

Todas as peças de aço rosqueadas deverão ser galvanizadas após a abertura das roscas e o excesso de zinco deverá ser removido das mesmas. Todas as porcas e contraporcas deverão ser repassadas após a galvanização e deverá ser possível girar as porcas ao longo de toda a rosca do parafuso sem o auxílio de ferramentas. As roscas de porcas de alumínio devem se ajustar perfeitamente às do parafuso, mas devem permitir que a porca possa ser girada livremente, com os dedos, ao longo de toda a rosca.

Todas as partes metálicas deverão ser bem acabadas, sem rebarbas, cantos vivos, escórias ou protuberâncias, de tal forma que as peças a serem interligadas se ajustem perfeitamente e possam ser montadas e desmontadas com facilidade.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

As peças forjadas deverão ser de qualidade uniforme, sem arestas ou quinas vivas, não deverão ter soldas e deverão ser isentas de defeitos, tais como descontinuidades, rachaduras, vitrificações, crostas, escamas, fissuras, porosidades, cavidades, esponjosidade, inclusões não metálicas, segregação, etc., que possam afetar sua resistência mecânica.

As peças fundidas deverão ser uniformes, sem arestas ou quinas vivas, isentas de rachaduras, falhas e asperezas e não deverão apresentar defeitos tais como bolhas, contrações, porosidade localizada, etc., que possam afetar a sua resistência mecânica.

Todos os furos deverão ser cilíndricos e perpendiculares à peça e feitos com ferramentas afiadas, de modo a evitar bordas ásperas. Asperezas resultantes da escareação ou perfuração deverão ser removidas para assegurar um acabamento adequado.

Todas as peças deverão ser identificadas com o nome do fabricante, número de catálogo, ano de fabricação (dois últimos algarismos), diâmetro do condutor e carga nominal de ruptura, quando aplicável, com exceção daquelas de pequenas dimensões ou cuja finalidade ou composição não as permitam,.

6.3.2 Grampo de Ancoragem Passante

Os grampos de ancoragem do tipo passante devem ser constituídos de liga de alumínio de alta resistência mecânica e à corrosão.

Nas fixações por parafusos devem ser previstos meios que evitem seu afrouxamento devido à vibração, através do emprego de arruelas de pressão (mola prato), contraporcas, contrapino e outros dispositivos adequados.

O torque de aperto dos parafusos deve ser obrigatoriamente indicado.

O grampo deve apresentar um comprimento de aperto suficiente para não provocar tensões excessivas na camada externa do cabo. O aperto no cabo deve ser do tipo circunferencial, sem criar pontos de concentração de esforços.

As resistências mecânicas à ruptura e ao escorregamento dos grampos de ancoragem não devem ser inferiores aos valores percentuais indicados abaixo, definidos como porcentagem da carga de ruptura do cabo ao qual se destinam.

ACESSÓRIO	RUPTURA	ESCORREGAMENTO
GRAMPO DE ANCORAGEM	95%	90%

Após a fixação do grampo de ancoragem o cabo OPGW não deve apresentar alterações nas suas características mecânicas, principalmente relacionadas com a penetração de umidade.

6.3.3 Grampo de Suspensão

Os grampos de suspensão podem ser dos tipos armado ou convencional, produzidos em liga de alumínio de alta resistência mecânica e à corrosão.

Nas fixações por parafusos devem ser previstos arruelas de pressão, contraporcas, contrapinos e outros dispositivos adequados, a fim de evitar afrouxamento devido à vibração.

O torque de aperto dos parafusos deve ser obrigatoriamente indicado.

As resistências mecânicas à ruptura e ao escorregamento dos grampos de suspensão não devem ser inferiores aos valores percentuais indicados abaixo, definidos como porcentagens da carga de ruptura do cabo ao qual se destinam.

ACESSÓRIO	RUPTURA	ESCORREGAMENTO
GRAMPO DE SUSPENSÃO	60%	25%



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Após a fixação do grampo de suspensão, o cabo OPGW não deve apresentar alterações nas suas características mecânicas, principalmente relacionadas com a penetração de umidade.

6.3.3.1 Grampo de Suspensão Convencional

O berço e a calha deverão ter formatos adequados, evitando ângulos vivos e pequenos raios de curvatura na saída do grampo, para não danificar o cabo OPGW. O berço do grampo deverá ter o comprimento adequado, com o raio longitudinal suficientemente grande de modo a evitar concentração de esforços de flexão. A calha do grampo deverá ser projetada para exercer a máxima pressão no centro, com esta diminuindo gradualmente à medida que se aproxime das bordas. O berço e a calha deverão ser projetados de modo a exercer uma pressão circunferencial uniforme no cabo OPGW, sem criar nenhum ponto de concentração de tensões. Todas as superfícies em contato com o cabo OPGW (ou armaduras) deverão ser perfeitamente lisas. Todos os pinos de conexão deverão ser de aço de alta resistência tratado termicamente.

O pino do garfo do grampo de suspensão deverá ser provido com dispositivo anti-rotacional, quando aplicável.

O ângulo do cabo OPGW no grampo de suspensão deverá ser de aproximadamente 20 graus em cada lado do grampo.

6.3.3.2 Grampo de Suspensão Amado

O elastômero utilizado deverá ser resistente ao ozônio, campo elétrico e intempéries e deverá suportar a temperatura máxima do cabo OPGW durante condições de curto-circuito e a operação contínua com temperatura de até 50°C sem apresentar danos que possam comprometer sua utilização.

Armaduras

Quando utilizadas, as armaduras para o cabo OPGW deverão ser do tipo preformado, de liga de alumínio, com encordoamento no sentido à esquerda.

As varetas preformadas devem ter um passo adequado para evitar esforços de natureza mecânica e elétrica capazes de por em risco a eficiência do cabo OPGW. Esta eficiência deve ser comprovada pelo fornecedor no ensaio de vibração eólica e na instalação.

Todas as armaduras deverão ser marcadas no centro, com tinta resistente ao tempo, de modo a facilitar a instalação. As armaduras deverão ser marcadas a cores ou codificadas indicando o cabo a que se destinam. Os comprimentos das armaduras deverão levar em consideração as distâncias mínimas a que normalmente são instalados os amortecedores de vibração (quando utilizados), os quais são montados diretamente no cabo.

6.3.4 Grampo Guia

O grampo guia (ou grampo paralelo) é necessário para fixar o cabo OPGW na estrutura, até a caixa de emenda. Deve ser resistente à corrosão e compatível com o tipo de cabo a que se destina. Deverá ser instalado no mínimo a cada 2 m, de modo a manter o alinhamento do cabo.

A estrutura não deve sofrer perfurações para a instalação destes grampos.

6.3.5 Grampo de Aterramento

O grampo de aterramento destina-se à conexão do cabo OPGW com a estrutura. Deve ser tipo paralelo, resistente à corrosão e compatível com o tipo de cabo a que se destina.

As estruturas dispõem de um furo para instalação do grampo nas mesmas.

O cabo OPGW deverá ser diretamente aterrado em todas as estruturas.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

6.3.6 Caixas de Emendas

As caixas de emendas deverão ser adequadas para instalação em torres de linha transmissão e pórticos de subestações.

A fixação das caixas de emendas nas torres da linha de transmissão e nos pórticos das subestações deverá ser realizada sem a necessidade de furação dessas estruturas metálicas.

Deverá possibilitar a entrada de até quatro cabos, adequadamente identificados, localizados na parte inferior da caixa. As entradas não utilizadas deverão estar devidamente vedadas.

A caixa de emenda deverá ser a prova de bala, protegida contra corrosão e seladas para não permitir a penetração de umidade. A tampa deve possuir travamento de modo a permitir o acesso apenas com ferramenta especial.

Fazem parte do fornecimento as ferragens para a fixação da caixa de emenda nas torres e pórticos das subestações.

Todas as partes metálicas de material ferroso para exposição ao tempo deverão ser zincadas por imersão a quente (galvanizadas) de acordo com as normas ASTM-A-123, A-143 e A-153.

Deverá ser fornecido com cada caixa de emenda a relação dos componentes, acessórios e toda instrução de montagem mecânica e de vedação.

Deverão ser fornecido dois tipos de caixa de emenda:

- a) Caixa de Emenda (com acomodação para 36 fusões).
- b) Caixa de Emenda com Derivação (com acomodação para 72 fusões).

Deverá possibilitar a perfeita acomodação das emendas ópticas, efetuadas por meio de fusão a topo e protegidas por meio de tubetes termcontráteis, e do excesso de fibra óptica utilizado no processo, devem ser colocadas dentro de uma caixa de emenda de modo que não fiquem sujeita a nenhum esforço mecânico.

Deverá existir soldado ao corpo interno da caixa de emenda , um suporte para travar o elemento de tração do cabo.

As ferragens par fixação da caixa de emenda nas torres ou pórticos das subestações, não poderão sofrer nenhuma furação ou solda, sem que posteriormente seja aplicado corretamente um produto que evite oxidação futura na peça em questão.

Deverão ser seguidas rigorosamente as instruções de bloqueio de umidade, bem como a utilização dos materiais recomendados.

Para o fechamento da tampa de vedação da caixa de emenda, deverá ser utilizado torquímetro, obedecendo as instruções que acompanha a caixa de emenda.

Os cabos OPGW a serem emendados devem ser fixados, por meio dos grampos guias até a caixa de emenda em faces da estrutura que não atrapalhem a escalada das equipes de manutenção, devendo ser prevista uma sobra adequada de cabo em cada extremidade para permitir a realização dos trabalhos de emenda das fibras e o seu acondicionamento no interior das caixas de emendas, bem como uma sobra de cabo a ser enrolada e fixada nas torres da linha de transmissão e nos pórticos das subestações, considerando um raio de curvatura tal que não traga nenhum tipo de prejuízo ao desempenho óptico do cabo.

6.3.7 Amortecedores de Vibração

Devem ser utilizados, se necessários, amortecedores de material metálico do tipo stockbridge, os quais devem ser projetados de acordo com as condições de projeto da linha de transmissão indicadas nas Condições Específicas do Fornecimento.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Os amortecedores deverão ser apropriados para o amortecimento efetivo de vibrações eólicas na faixa de freqüências de 5 a 100 Hz.

Os grampos dos amortecedores deverão ter área suficiente para que, em contato com os cabos, não causem nenhuma deformação nos fios componentes destes. Os amortecedores não deverão deslizar longitudinalmente, girar ou de qualquer forma causar desgaste aos cabos em decorrência de vibrações eólicas.

A instalação dos amortecedores nos cabos deverá ser feita de tal forma que a posição dos mesmos seja mantida, sob as mais severas condições de vibração, durante toda a vida útil da linha, após a fluência do cabo, do ciclo térmico, envelhecimento, etc.

Cada peça do amortecedor deverá possuir um orifício de drenagem posicionado na parte inferior do mesmo, quando instalado. O cabo mensageiro deverá ser do tipo EHS galvanizado, classe B, com limite de fadiga não inferior a 15 kgf/mm².

Outros tipos de amortecedores poderão ser propostos desde que seja comprovada a sua eficiência frente as vibrações eólicas através da apresentação de resultados de ensaios já realizados e da experiência prática dos mesmos.

6.3.8 Esferas de Sinalização Aérea

A presente ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA tem por finalidade estabelecer os requisitos técnicos necessários para materiais, projeto, fabricação, inspeção e ensaios de esferas para sinalização de Linhas de Transmissão.

6.3.8.1 Fornecimento

Nesta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA apresentam-se os requisitos técnicos a que deverá obedecer o FORNECIMENTO das esferas de sinalização em fibra de vidro para cabos pára-raios do tipo OPGW.

Esferas de sinalização fabricadas com outro tipo de material estarão sujeitas a prévia análise e aprovação da CONTRATANTE.

6.3.8.2 CONTRATANTE Projeto e Materiais

Características Principais

As características principais das esferas de sinalização deverão ser as seguintes:

- a) Alta resistência ao impacto.
- b) Alta resistência à fadiga.
- c) Alta resistência às intempéries.
- d) Imutabilidade das cores.
- e) Fixação adequada aos cabos, sem danificá-los ou permitir o escorregamento.

Tamanho da Esfera e Furos

A esfera deverá ter um diâmetro mínimo de 60 cm e deverá ter 10 furos com cerca de 5 mm de diâmetro, igualmente espaçados em um plano perpendicular ao eixo longitudinal do cabo, para drenagem de água das chuvas.

Fibra de Vidro



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

As esferas de sinalização deverão ser de fibra de vidro e o vidro deverá ter a composição química de acordo com o seguinte:

SiO ₂ :	52 - 56%
Al ₂ O ₃ :	12 - 16%
CaO:	16 - 25%
B ₂ O ₃ :	8 - 13%
MgO:	0 - 6%

Camada Superficial

A camada superficial da estrutura em fibra de vidro (gel coat) deverá ser formada por um filme de espessura adequada, obtido a partir de resina poliéster isoftálica.

A camada superficial deverá possuir elevada resistência química e às intempéries, contendo, obrigatoriamente, absorvedor de ultra-violeta.

Acabamento

O acabamento das esferas deverá ser realizado através de pintura com tinta poliuretânica alifática. A cor da tinta de acabamento deverá ser idêntica à indicada na tabela abaixo:

COR	COR EQUIVALENTE SEGUNDO	
	"BRITISH STANDARD" 381C	"MUNSEL"
Laranja	nº 557	2,5 - YR - 6/14

Sistema de Fixação

O sistema de fixação deverá ser adequado à concepção do cabo OPGW, sem partes metálicas em contato com o mesmo.

Quaisquer peças necessárias para fixação da esfera não poderão causar danos no cabo.

Os parafusos, porcas, contraporcas e arruelas poderão ser de liga de alumínio ou aço galvanizado.

Os parafusos de aço galvanizado deverão atender a norma ASTM-A394.

Parte Reforçada da Esfera Para Ligação do Sistema de Fixação.

A espessura da esfera, no local destinado a ligação do sistema de fixação deverá ser reforçada. A transição entre essa parte reforçada e o restante da esfera deverá ser feita de maneira suave, a fim de não se criar pontos de concentração de tensão mecânica que com o tempo poderão causar rompimento da esfera.

6.3.8.3 Fabricação

Início da Fabricação



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

As esferas somente poderão ser fabricadas após a aprovação, pela CONTRATANTE, dos respectivos desenhos.

Fibra de Vidro

Para atender as características exigidas para as esferas de sinalização, recomenda-se que a

- a) *Gel-coat*, semi-flexível, em resina poliéster isoftálica, contendo protetores eficazes contra raios ultra-violeta (UV);
- b) Manta N750 (450 g/m²) ou similar;
- c) Manta N750 (450 g/m²) ou similar;
- d) Tecido *Woven-Roving* (800 g/m²) ou similar;
- e) *Gel-coat* em resina poliéster isoftálica, parafinado na superfície interna das esferas.

A espessura total da fibra de vidro deverá ser no mínimo de 2,5 mm.

A espessura do *gel-coat* deverá ficar entre 0,30 e 0,40 mm, a fim de se obter a melhor resistência ao impacto e evitar o defeito conhecido como “casca de laranja”.

Na Proposta, o Proponente deverá detalhar a composição que pretende adotar, definindo sua espessura, a espessura do *gel-coat* e o peso da peça de fibra de vidro.

O Fabricante deverá utilizar as melhores técnicas na fabricação das esferas de fibra de vidro a fim de se evitar os defeitos abaixo relacionados:

- Defeito no filme úmido
 - a) A cobertura não forma um filme contínuo e nivelado, havendo a ocorrência de pequenas crateras;
 - b) Estrias exibindo enrugamento ou encolhimento.
- Defeito no filme curado
 - a) Manchas escuras no *gel-coat* antes da aplicação da resina;
 - b) Baixa dureza do *gel-coat*;
 - c) Ondas ou rugas na superfície do *gel-coat*;
 - d) Manchas secas com aparência de giz;
 - e) Rachaduras ou trincas no *gel-coat*.

Para se garantir uma melhor cura da fibra de vidro recomenda-se introduzir as esferas na estufa, a uma temperatura de 80° C, durante 3 horas.

Parafusos, Porcas e Arruelas

Os parafusos, porcas e arruelas de aço deverão ser galvanizados pelo processo de imersão a quente, de acordo com a norma ABNT NBR-6323, e deverão resistir aos ensaios definidos nesta ESPECIFICAÇÃO.

Os parafusos e porcas galvanizadas também deverão obedecer a norma ASTM A394.

6.3.9 Ensaios para os Acessórios do Cabo OPGW

6.3.9.1 Ensaios de Tipo

- Ensaio de Resistência à Ruptura dos Grampos de Suspensão



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Ensaio de Resistência à Ruptura dos Grampos de Ancoragem Passante
- Ensaio de Resistência ao Escorregamento dos Grampos de Suspensão
- Ensaio de Resistência ao Escorregamento dos Grampos de Ancoragem
- Ensaio de Resistência do Amortecedor à Fadiga

6.3.9.2 Ensaios de Rotina

O plano de inspeção e controle de qualidade do Fornecedor deverá incluir, no mínimo, os ensaios relacionados nos itens a seguir.

Peças Forjadas

As peças forjadas deverão ser submetidas aos seguintes controles, nas várias etapas de fabricação:

- matéria-prima - exame visual e ensaios mecânicos e químicos;
- depois de forjados - exame visual, verificação das dimensões e ensaios metalográficos;
- após o tratamento térmico - ensaios mecânicos, metalográficos e de dureza;
- após o acabamento e antes da galvanização - exames visuais e dimensionais (por gabarito);
- após a galvanização - uniformidade e aderência da camada de zinco.

As peças prontas deverão ser examinadas visualmente, verificadas quanto as dimensões (por gabarito), submetidas a ensaios mecânicos e verificadas quanto a compatibilidade com outras peças.

Peças Fundidas

As peças fundidas deverão ser submetidas aos seguintes controles, nas várias etapas de fabricação:

- matéria-prima - exame visual e análise química;
- depois de fundidas - exame visual, verificação dimensional e quanto a fraturas e análise química do material durante o estado de fusão;
- após o tratamento térmico - ensaios mecânicos e metalográficos;
- após o acabamento e antes da galvanização - exames visuais e de dimensões (por gabarito);
- após a galvanização - uniformidade e aderência da camada de zinco.

As peças prontas deverão ser examinadas visualmente, verificadas quanto as dimensões (por gabarito), submetidas a ensaios mecânicos e verificadas quanto a compatibilidade com outras peças.

Chapas Trabalhadas

As peças fabricadas a partir de chapas laminadas deverão ser submetidas aos seguintes ensaios, nas várias etapas de fabricação:

- matéria-prima - exame visual e dimensional, ensaios mecânicos e análise química;
- após as operações de corte, furação ou punção e dobramento (quando aplicável) - exames visuais e dimensionais;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- após o tratamento térmico e soldagem (quando aplicável) - exames visuais, dimensionais e de impacto, exames radiográficos das soldas;
- após a galvanização - massa, uniformidade e aderência da camada de zinco.

As peças deverão ser examinadas visualmente, verificadas quanto as dimensões (por gabarito), submetidas a ensaios mecânicos e verificadas quanto a compatibilidade com outras peças.

Partes Não Metálicas

Deverão ser realizados em amostras selecionadas, durante a fabricação, os seguintes ensaios:

- análise química da matéria-prima;
- ensaios para verificação das propriedades mecânicas e elétricas;
- exames visuais e dimensionais das peças acabadas.

Cabos e Fios

Deverão ser realizados em amostras selecionadas, durante a fabricação, os seguintes ensaios:

- exame visual e dimensional e análise química e mecânica da matéria-prima;
- determinação da massa, uniformidade e aderência da camada de zinco;
- ensaios de ductilidade e tração;
- exame visual e dimensional do fio e/ou cabo acabado, inclusive diâmetro e seção transversal.

6.3.9.3 Ensaios de Aceitação na Fábrica

Os planos de amostragem e os critérios de aceitação a serem adotados para os ensaios de aceitação na fábrica deverão obedecer ao previsto no PICQ - Plano de Inspeção e Controle de Qualidade - aprovado pela CONTRATANTE.

- Ensaio de Resistência à Ruptura das Ferragens
- Ensaios de Resistência à Ruptura e ao Escorregamento dos Grampos de Suspensão e de Ancoragem
- Ensaios de Galvanização
- Acabamento, Encaixe e Dimensões de Grampos e Ferragens

Ensaios dos Contrapinos

Os contrapinos deverão ser submetidos aos seguintes ensaios:

- inspeção visual;
- verificação de dimensões;
- resistência ao dobramento.
- Ensaios das Caixas de Emendas

6.3.9.4 Ensaios de Aceitação no Almoxarifado

O plano de inspeção e controle de qualidade do Fornecedor deverá incluir, no mínimo, os ensaios relacionados nos itens a seguir.

- Continuidade da fibra



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Atenuação
- Comprimento da fibra

6.3.9.5 Ensaios de Aceitação na Instalação do Cabo OPGW

Após a instalação de cada lance de cabo OPGW, deve-se medir a atenuação do sinal óptico, de modo a comprovar a integridade do cabo após cada etapa de instalação.

Após a realização de cada emenda em cada fibra óptica, deve-se medir a atenuação do sinal óptico. Esta não deve exceder a 0,01 dB.

Após a conclusão da instalação do cabo e seus acessórios, e antes de serem colocados em operação, deve-se medir a atenuação do sinal óptico no cabo OPGW. A atenuação total do enlace óptico deve considerar o sistema óptico completo, incluindo os cabos ópticos dielétricos, emendas e conexões (distribuidores ópticos), e não deve ultrapassar os valores especificados.

6.4 Desenhos de Fabricação

O Fornecedor deverá apresentar um jogo completo dos desenhos de conjunto para todos os tipos de cadeias solicitados e individuais para cada componente.

Os desenhos de conjunto devem indicar todas as dimensões parciais e totais com a identificação de cada componente utilizado, o material do qual é feito, a carga de ruptura nominal, o acabamento proposto e o peso aproximado (individual e total).

Os desenhos individuais de cada componente devem, além das informações acima, apresentar também as tolerâncias de fabricação.

Estes desenhos devem ser submetidos à aprovação do Comprador antes da execução dos testes de tipo.

7 . ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA ISOLADORES COMPOSTOS

7.1 Introdução

Estas especificações têm por objetivo estabelecer os requisitos técnicos de projeto, fabricação, embalagens e fornecimento de isoladores compostos tipo bastão para cadeias de Linhas de Transmissão

Todas as normas referenciadas nestas especificações, e relacionadas no item 4, podem ser substituídas por outras normas similares, oficialmente aceitas nos países de origem, desde que não se afastem substancialmente das normas citadas e que sejam previamente aprovadas pela CONTRATANTE. Neste caso, cópias dessas normas deverão ser anexadas na Proposta.

7.2 Materiais e Fabricação

7.2.1 Núcleo de Fibra de Vidro

Deve ser constituído de fibras de vidro com baixo conteúdo de álcalis, impregnadas de resina e comprimidas numa matriz, de tal forma que as fibras sejam paralelas ao eixo da haste. Deve resistir a campos elétricos longitudinais, com capacidade mínima de resistência elétrica à perfuração de 15 kV/mm. Não devem existir vazios ou fendas no interior do material. Resinas com tendências à hidrólise sob a influência de penetração de umidade não podem ser empregadas.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

7.2.2 Revestimento

O revestimento é constituído de materiais como elastômeros, resinas ou polímeros de fluorocarbono, devendo ser resistente aos fenômenos de trilhamento, arvorejamento, erosão, fissuras, rachaduras e esfarelamento.

O material empregado no revestimento deve resistir às solicitações decorrentes de efeito corona, radiação ultravioleta, ozona, contaminação atmosférica e à arcs de potência, devendo ainda evitar a formação de descargas localizadas.

O revestimento deve ser projetado de forma a minimizar a possibilidade de penetração de umidade pelas interfaces. Deve ser homogêneo, livre de rachaduras, bolhas ou inclusões de materiais estranhos.

7.2.3 Partes Metálicas

Todos os isoladores deverão ter as respectivas partes metálicas livres de rebarbas, dobras, emendas, trincas, buracos ou bordas irregulares.

Os engates serão do tipo concha-bola, sendo que a norma para dimensionamento e para os calibres de verificação dos pinos, boletos e conchas deverá ser a IEC-120-classe 16A ou ANSI C29.2-classe 52.5.

As conchas dos isoladores poderão ser de ferro maleável (atendendo a norma ASTM A-47), ferro nodular (atendendo à norma ASTM A-536 ou ABNT NBR-6916) ou ainda de aço de forno elétrico de boa qualidade.

Para compatibilizar distâncias ou encaixes dos engates com as ferragens de suas cadeias, a CONTRATANTE poderá aceitar o fornecimento de conexões adicionais, mediante desenhos aprovados.

Neste caso deve-se, porém, observar que as dimensões deverão estar conforme a norma NBR-7108, que o material destas conexões adicionais, bem como dos respectivos engates no isolador, seja de aço forjado e que os engates tipo garfo deverão ser fornecidos com o pino e respectiva cupilha.

Os pinos dos engates tipo bola deverão ter diâmetro nominal de 16 mm na sua parte lisa externa.

As cupilhas utilizadas nas conchas deverão ter seção tipo meia-cana, as dimensões conforme a norma IEC-372, e serão de aço inoxidável. As cupilhas utilizadas para travamento do pino dos engates tipo garfo devem atender a NBR-9893 e também serão de aço inoxidável.

O aço inoxidável dos contrapinos deverá ter dureza Rockwel B88 a C30 ou Vickers 200 a 290 e uma alongação mínima de 20% em um comprimento padrão de 5,08 cm (duas polegadas). Estas propriedades físicas aplicam-se aos materiais no seu estado final, antes da moldagem.

7.2.4 Zincagem

O zinco utilizado no revestimento das partes metálicas será equivalente ao tipo "Prime Western" da ASTM B6 ou ao tipo comum definido na NBR-6323.

7.2.5 Isolador Completo

7.2.5.1 Projeto

Os isoladores fornecidos devem estar de acordo com os mais modernos padrões de projeto e fabricação, de modo a garantir a segurança das instalações e o desempenho elétrico das LTs.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Com a finalidade de minimizar o efeito de rádio interferência, os isoladores deverão apresentar, em todas as suas partes metálicas, arestas convenientemente arredondadas, evitando-se pontos proeminentes. As superfícies zincadas deverão ser as mais lisas possíveis.

O revestimento do isolador deve ser resistente à ação dos raios ultravioleta e aos fenômenos de hidrólise, trilhamento elétrico, arvorejamento, erosão, esfarelamento, rachaduras, fissuras, etc. Não serão aceitos revestimentos com camisas intermediárias.

O núcleo do isolador deve ser produzido com fibras de vidro e resina de qualidade, com alta resistência a hidrólise.

Especial cuidado deve ser tomado nas interfaces, para se evitar a infiltração de umidade.

O sistema de fixação das ferragens deverá garantir a integridade do núcleo, não devendo provocar trincas, fissuras ou esmagamento. As ferragens não devem se soltar quando o isolador for submetido a arcos de potência.

Os engates dos isoladores devem permitir um perfeito acoplamento com os engates das ferragens.

As cupilhas não deverão permitir o desengate acidental durante o manuseio e uso do isolador, possibilitando, no entanto, fácil conexão com as ferragens das cadeias.

As extremidades das cupilhas não deverão se projetar para fora da concha e as dimensões do olhal deverão permitir a manutenção em linha viva com ferramentas normais.

7.2.5.2 Montagem

A fixação das ferragens deverá ser realizada por compressão, cunha metálica ou de resina, cone de resina ou outro método que assegure a integridade mecânica do isolador. O processo não deve favorecer a criação e propagação de trincas no núcleo e não deve permitir o deslizamento das ferragens.

A montagem das ferragens deverá permitir que o isolador resista a arcos de potência sem se soltar.

7.2.5.3 Marcação

Cada isolador deverá ter as seguintes marcas de identificação, legíveis e duráveis: marca do Fabricante, ano da fabricação e carga mecânica especificada.

O método de marcação do Fabricante não deverá interferir nas características elétricas e mecânicas do isolador ou na qualidade da zincagem.

7.3 Ensaios

Todos os ensaios descritos a seguir deverão estar contemplados no PICQ - Plano de Inspeção e Controle de Qualidade, a ser apresentado para aprovação da CONTRATANTE.

7.3.1 Ensaios de projeto

- Tensão de Frequência Industrial a seco;
- Termomecânico;
- Imersão em Água;
- Tensão de Impulso de Frente Íngreme;
- Carga Mecânica x Tempo do Núcleo Montado;
- Teste de Trilhamento e Erosão;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Teste do Material do Núcleo.

7.3.2 Ensaios de Tipo

- Tensão Suportável de Impulso de Manobra Sob Chuva;
- Tensão em Frequência Industrial Sob Chuva;
- Tensão Suportável de Impulso Atmosférico a Seco;
- Carga Mecânica x Tempo;
- Rádio interferência.

7.3.3 Ensaios de Rotina

- Inspeção Visual;
- Ensaio Mecânico de Rotina.

7.3.4 Ensaios de Recebimento

- Inspeção Visual e Verificação das Dimensões;
- Carga Mecânica Especificada (CME);
- Zincagem;
- Verificação do Sistema de Travamento.

8 . ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA ESTRUTURAS METÁLICAS

8.1 Introdução

Este documento tem por objetivo apresentar as instruções necessárias para o projeto, detalhamento, teste, fabricação e embarque de torres metálicas para 69 kV, incluindo acessórios como parafusos, porcas, parafusos-degrau, conector para fixação das cadeias, etc.

O Fornecedor deverá solicitar todo e qualquer esclarecimento que julgar necessário para o bom atendimento dos requisitos desta especificação.

8.2 Requisitos de Projeto

O Fornecedor deverá respeitar a silhueta básica de cada estrutura em termos de distâncias elétricas e geometria típica.

8.2.1 Carregamentos

As condições de carregamento, com as respectivas árvores de carga serão fornecidas pelo Comprador. Todas as cargas apresentadas serão últimas e calculadas conforme IEC-826, 2ª edição.

No dimensionamento estrutural deverá ser aplicado um coeficiente de minoração nas resistências dos materiais, conforme critério IEC-826, para contemplar a dispersão dos valores nominais e dos resultados dos ensaios.

8.2.2 Materiais

O Fornecedor poderá utilizar em seu projeto até dois tipos de aço, sendo que o aço comum deverá atender à norma ASTM A36 e o aço especial (de alta resistência) deverá atender à norma ASTM A542 Grau 50 ou 60. Em caso de utilização de mais de um tipo de aço, deverão



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

ser adotados procedimentos de controle adequados para assegurar que as barras sejam fabricadas com o tipo de aço especificado em projeto.

Todos os parafusos e porcas devem atender à norma ASTM A394 - Standard Specification for Galvanized Steel Transmission Tower Bolts, tipo T0.

Todos os parafusos devem ser providos de arruela plana e palnut. Sempre que necessário, calços de aço galvanizado poderão ser usados. Arruelas planas e calços devem ser feitos de materiais que atendam à norma ASTM A283.

8.2.3 Limites Dimensionais

Os itens abaixo indicam os limites dimensionais especificados para os diversos elementos da torre:

- A esbeltez máxima (kL/r max) admitida em barras comprimidas é:
 - Montantes e barras principais das cruzetas..... 150
 - Todas as outras barras calculadas 200
 - Barras não calculadas ou redundantes..... 250

Os limites de esbeltez acima indicados são aplicados a barras suportando cargas axiais concêntricas. Se o detalhamento da barra criar alguma excentricidade, a condição de carga real deve ser levada em conta.

As recomendações do ASCE-52 (Guide for Design of Steel Transmission Towers) podem ser usadas para obter a esbeltez equivalente.

- A esbeltez das barras tracionadas não deve ser superior a 375.
- A espessura mínima para chapas e cantoneiras é de:
 - Barras principais e chapas de ligação 4,0 mm
 - Grelhas metálicas 5,0 mm
 - Outras cantoneiras, desde que tenha pelo menos uma aba sem recorte 3,0 mm

Deverá ser usado, preferencialmente, um único diâmetro de parafuso por tipo de torre. Caso necessário, poderão ser aceitos até no máximo dois diâmetros por tipo de torre.

8.2.4 Tensões Admissíveis

Todas as barras devem ser dimensionadas de forma que os esforços nas barras calculados a partir das árvores de carregamento não sejam superiores aos valores máximos definidos para cada tipo de material.

As tensões admissíveis nominais usualmente não incluem nenhuma consideração quanto à excentricidade das cargas e/ou conexões engastadas. Para cada barra deve ser considerada uma esbeltez efetiva que corresponda às condições reais do detalhamento.

A área líquida de uma barra tracionada deve ser calculada como especificado no documento da AISC "Specification for the Design, Fabrication and Erection of Structural Steel for Buildings", exceto no caso de uma barra conectada por apenas uma aba, quando a área líquida deve ser a área líquida da aba conectada mais a área total da outra aba.

Os esforços de cisalhamento e esmagamento dos parafusos devem ser computados pelo diâmetro nominal dos mesmos.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

8.2.5 Requisitos Adicionais

Os elementos da torre aos quais serão conectados os conjuntos de fixação dos cabos devem possuir uma resistência igual ou superior à do conjunto correspondente. Estes elementos incluem as manilhas, cavalotes ou mancais, as chapas e cantoneiras, incluindo a barra que conecta os dois conjuntos de ancoragem de uma mesma fase

Pelo menos uma barra horizontal das cruzetas deve suportar uma carga vertical mínima correspondente às escadas de manutenção com o peso dos montadores e outros equipamentos e ferramentas. Todas as outras barras da estrutura que tiverem uma inclinação inferior a 45° com a horizontal devem suportar um peso concentrado de 100 kgf aplicado em qualquer ponto.

As barras redundantes devem ser dimensionadas para suportar 2,5% da maior carga atuante nas barras principais por ela contraventadas.

Devem ser evitadas ao máximo as excentricidades nas conexões, porém, quando as mesmas ocorrerem, as cargas adicionais devido a elas deverão ser consideradas nos cálculos.

8.2.6 Fundações – Não aplicável aos pórticos metálicos das Subestações

As fundações poderão ser em grelha metálica ou em concreto. Neste último caso, serão utilizados stubs conectados aos pés das torres para transferir as cargas à fundação e ao solo. O mesmo detalhe de conexão dos pés das torres deve servir para conexão tanto à grelha como ao stub.

O tipo de aço utilizado na fabricação das fundações deve ser o mesmo utilizado nas torres e portanto os esforços admissíveis são os mesmos já descritos.

As fundações serão projetadas e dimensionadas com as mesmas cargas e hipóteses de carregamentos utilizadas no projeto da torre.

Os stubs deverão ter aletas cleats parafusadas para aumentar a aderência ao concreto e a resistência às cargas verticais. O comprimento do stub deverá ser aprovado pelo Comprador em função das dimensões e do projeto das fundações de concreto. A bitola do stub não deverá ser inferior à do montante ao qual ele se conecta. O stub deverá ser completamente galvanizado.

8.2.7 Detalhamento para Fabricação

Todas as torres deverão ser detalhadas para fabricação pelo Fornecedor. Todos os desenhos deverão conter ou ser acompanhados de uma lista de materiais detalhada.

Os pés das torres deverão ser do tipo intercambiável, podendo ser utilizados tanto com o corpo básico como em qualquer extensão de corpo.

Cantoneiras horizontais ou inclinadas deverão ter, sempre que possível, suas abas verticais viradas para baixo.

Todas as conexões das torres deverão ser feitas por meio de parafusos. Os furos deverão ser 1,6 mm (1/16") mais largos que o diâmetro nominal dos parafusos.

As conexões deverão ser detalhadas de forma a evitar ao máximo qualquer tipo de excentricidade e promover uma adequada distribuição de esforços entre as peças.

Deverão ser previstos furos especiais nas torres para as conexões de aterramento do pára-raios e do contrapeso e para a fixação de placas de sinalização, de numeração e de perigo. As dimensões destes furos serão fornecidas pelo Comprador.

Deverão ser previstos parafusos-degrau em dois montantes diagonalmente opostos ao longo de toda a torre, exceto nos primeiros 3 m dos pés. O espaçamento entre parafusos-degrau deverá



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

ser de no máximo 40 cm e os mesmos deverão apresentar um comprimento livre mínimo de 15 cm.

Todos os parafusos da torre deverão ser providos de porca e arruela plana, além de um dispositivo de travamento tipo palnut.

O Fornecedor deverá indicar em seus desenhos de montagem o valor do torque a ser aplicado em cada diâmetro de parafuso para assegurar um bom aperto.

8.3 Projeto do Fabricante

8.3.1 Requisitos Gerais

Faz parte das obrigações do Fornecedor entregar os desenhos de montagem de cada tipo de torre acompanhados das correspondentes listas de materiais, listas de parafusos e acessórios, detalhes de acessórios, memória de cálculo, relatórios de ensaios e toda e qualquer informação que seja necessária para a fabricação e montagem das estruturas.

Todos os documentos de projeto deverão ser submetidos à aprovação do Comprador e, após a liberação para fabricação, somente poderão ser modificados com a autorização deste.

8.3.2 Documentos de Cálculo

Os documentos de cálculo devem ser apresentados de forma clara e organizada, contendo no mínimo as seguintes informações:

- Silhueta com as principais dimensões, distâncias elétricas, cargas de projeto, hipóteses de carregamento e numeração das barras adotadas no cálculo
- Cálculo das cargas de vento atuantes sobre a estrutura e respectivos pontos de aplicação.
- Tabela de dimensionamento apresentando para cada barra sua identificação compatível com a da silhueta, as máximas cargas atuantes de compressão e de tração, indicando a hipótese correspondente, bitola selecionada, tipo de aço, raio de giração, esbeltez, tensões reais e admissíveis, quantidade e diâmetro dos parafusos, tensão de cisalhamento e de esmagamento.
- Cálculo das cargas atuantes nas fundações na incluindo as cargas horizontais, tanto para a hipótese de cargas verticais como inclinadas na direção do montante, para cada hipótese de carregamento.

8.3.3 Desenhos de Montagem

Cada desenho de montagem deverá apresentar uma parte ou trecho completo da torre e deve mostrar um número suficiente de cortes e vistas para permitir a perfeita montagem da estrutura em campo. Os desenhos devem apresentar a marca de identificação de cada peça, o tipo do material, dimensões, conexões, dobras, emendas, recortes, etc.

Todas as conexões devem apresentar o número de parafusos com o correspondente diâmetro e comprimento, bem como calços e arruelas utilizados. Também deve ser claramente indicada a posição dos parafusos-degrau.

A lista de materiais, parafusos e acessórios deve relacionar todas as peças utilizadas, suas dimensões, marca de identificação, bitola, tipo de material, quantidade por conjunto, peso unitário e total, incluindo galvanização.

Devem apresentadas também as seguintes informações:



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Uma tabela com o resumo dos pesos finais por componente da estrutura (torre básica, extensões de corpo, pés, etc)
- Detalhes dos pontos correspondentes aos ataques dos conjuntos de fixação dos condutores e dos cabos pára-raios.
- Desenho de fabricação das ferragens fornecidas para engate das cadeias na torre , tais como manilha, cavalote, estribo, mancal, etc. os desenhos deverão conter todas dimensões da peça, bem como as tolerâncias de fabricação, tipo de material, acabamento e carga de ruptura nominal.
- Tabela detalhada com as dimensões da base das estruturas para todas as combinações de altura possíveis, incluindo extensões de tronco e pés para servir de referência para a locação das fundações no campo.
- Tabela com o torque a ser aplicado para cada diâmetro de parafuso

8.4 Requisitos de Fabricação

A fabricação das peças deverá obedecer rigorosamente aos desenhos e listas de materiais elaboradas pelo Fornecedor.

Os processos de fabricação e de acabamento devem refletir a melhor prática de produção de torres metálicas, independente de qualquer omissão destas especificações.

Todas as partes da estrutura devem ser bem acabadas e livres de arranhões, dobras ou amassados. Todos os furos e recortes devem ser feitos com ferramentas afiadas e devem estar livres de rebarbas ou imperfeições.

Toda cantoneira ou chapa para fabricação deve estar limpa e alinhada e, se alguma correção for necessária, esta deverá ser feita por um processo que não afete a resistência e o acabamento do material.

Nas peças que necessitem de dobra, estas deverão ser executadas por processos que não provoquem fragilização ou perda de resistência do material a ser dobrado.

8.4.1 Furação

Os furos devem ser locados cuidadosamente para assegurar que os parafusos estejam perfeitamente perpendiculares ao plano da conexão. Todos os furos devem ser 1,6 mm (1/16") mais largos que o diâmetro do parafuso correspondente.

Todos os furos de até 17,5 mm (11/16") de diâmetro poderão ser puncionados diretamente, exceto se houver indicação contrária nos desenhos. Furos acima deste diâmetro devem ser perfurados ou puncionados com um diâmetro menor e então alargados.

Todos os furos devem ser cilíndricos e perpendiculares à peça e devem ser perfeitamente limpos, sem rebarbas ou resíduos. Caso seja necessário, os furos próximos a dobras devem ser feitos após a dobra da peça, para evitar distorções.

8.4.2 Marcação

Para facilitar a identificação das peças na torre e o tipo da torre a que elas pertencem, todas as peças deverão ser marcadas com o tipo da torre e o número da posição conforme o desenho de montagem. A marcação deverá ser feita antes da galvanização e deverá ter uma altura mínima de 12,7 mm (1/2"), sendo localizadas na mesma posição relativa em todas as peças do grupo e que não seja coberta pela superposição de conexões.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

A marcação deve ser perfeitamente visível após a galvanização. Todas as barras de aço de alta resistência receberão a letra "H" imediatamente após o número da posição.

8.4.3 Galvanização

Todas as peças de aço estrutural deverão, após a fabricação, ser galvanizadas a fogo de acordo com a norma ASTM A123

Todos os parafusos, porcas, arruelas, palnuts, calços e acessórios deverão ser galvanizados a fogo de acordo com a norma ASTM A153. A rosca das porcas poderá ser repassada após a galvanização.

8.5 Ensaios

8.5.1 Ensaios de Tipo

- Pré-montagem;
- Ensaio de carregamento.

O protótipo para os testes deverá ser fabricado com os mesmos materiais e o mesmo processo a ser utilizado na fabricação em série.

ao Fornecedor juntamente com a indicação dos tipos de torres a serem testados.

8.5.2 Ensaios de Rotina

Componentes Estruturais

Deverá ser verificada a adequação das características físicas da matéria-prima aos requisitos das normas, ensaio visual e dimensional das peças após corte, furo e dobra, características do banho de zinco, adequação da camada de zinco aos requisitos da norma (aderência, uniformidade e espessura de camada).

Acessórios Forjados

Deverá ser verificada adequação das características físicas da material-prima aos requisitos da norma, ensaios visual, dimensional e metalográfico após a forja, ensaios após o tratamento térmico, adequação da camada de zinco aos requisitos da norma (aderência, uniformidade e espessura de camada), ensaio visual e dimensional final, ensaio de compatibilidade de conexão com as outras peças.

8.5.3 Ensaios de Aceitação

- Galvanização
- Ensaios de Parafusos e Porcas
- Ensaios Mecânicos dos Acessórios
- Inspeção Visual e Dimensional Final:

8.6 Embalagem e Transporte

Todas as peças da torre serão embaladas em feixes adequadamente apoiados em paletes de madeira e fixadas com cintas de aço. Cada feixe deverá ser preferencialmente composto de uma única posição. Antes de carregar os feixes no caminhão, este deverá ser inspecionado para assegurar que a carroceria esteja limpa e sem resíduos que possam vir a arranhar ou danificar o material das estruturas.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

As peças das fundações deverão ser embarcadas em separado e antes das estruturas. Os conjuntos de cada tipo de fundação devem ser enviados completos no mesmo embarque.

Os parafusos devem ser classificados por diâmetro e comprimento e assim embalados. Cada pacote deve conter comente parafusos de mesmas dimensões.

O material acabado deverá ser pesado e deverá ser preparado um romaneio em que conste o peso líquido das peças embarcadas, incluindo a identificação de cada posição, quantidade embarcada e peso.

9 . ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA PLANOS DE SONDAGEM TIPO SPT

9.1 Generalidades

Será executada uma campanha de sondagens na LT 69 kV Trecho III de forma a caracterizar o perfil do sub-solo da região como subsídio para a adequação e otimização do projeto das fundações das estruturas da linha.

As sondagens serão do tipo a percussão e os pontos investigados serão denominados pela sigla SP seguida de um número seqüencial associado à localização do ponto, conforme indicado na relação anexa.

9.2 Equipamentos

A firma executora das sondagens fornecerá todos os equipamentos necessários à execução das sondagens, que deverão ser capazes de permitir a execução de sondagens com até 20,0 m de profundidade. Todos os materiais e equipamentos colocados à disposição dos serviços deverão estar em perfeitas condições de conservação e utilização.

Os equipamentos utilizados deverão fornecer um furo razoavelmente limpo, de 2.1/2" de diâmetro, antes da introdução do amostrador, para assegurar que o SPT seja feito em solo sem perturbação.

As hastes utilizadas na cravação dos amostradores deverão ser retilíneas, com roscas perfeitas. As hastes nas quais o amostrador é acoplado deverão ser retas e firmemente rosqueadas, tipo SCHEDULE 80 ϕ , sem luvas, e com as seguintes características nominais:

- Diâmetro interno: 1"
- Diâmetro externo: 1,33"

Os barriletes amostradores deverão estar em bom estado, com as roscas perfeitas e firmes, não apresentando fraturas em nenhuma das partes. A ponteira do amostrador deverá ser de aço duro, sendo substituída ou reparada toda vez que apresentar dentes ou deformações.

O martelo deverá pesar 65 kgf e a sua altura de queda livre deverá ser de 0,75 m. Precauções especiais deverão ser tomadas, a fim de que a energia de queda do peso não seja dissipada por atrito entre o peso e a haste guia, ou entre a corda e a polia, ou mesmo, por alguma ação restritiva devida ao manuseio da corda durante o golpeamento do martelo.

O trépano será constituído por uma haste terminada em bisel, com duas saídas laterais para água. A ponta do bisel deverá estar sempre afiada.

O trado-cavadeira deverá ter um diâmetro mínimo de e 4" o trado-espiral diâmetro da ordem de 5 mm menor do que o tubo de revestimento utilizado.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

9.3 Inspeção Visual

Em cada ponto de sondagem, deverão ser coletadas informações visuais sobre as características gerais dos terrenos na região da faixa da linha de transmissão, contemplando os seguintes itens:

- Existência ou não de afloramento rochoso no local da sondagem
- Existência ou não de pedras, matacões ou blocos de rochas isolados, no local da sondagem.
- Existência ou não de pedras, matacões ou blocos de rocha instáveis, a montante do local da sondagem e oferecendo risco de escorregamento.
- Se possível, informação sobre a provável espessura da capa de solo e a profundidade da superfície da rocha (ou terreno muito resistente, como moledo, etc).
- Tipo de vegetação local
- Inclinação do terreno
- Problemas de drenagem superficial
- Risco de erosão
- Disponibilidade de água no local
- Outras informações consideradas úteis

9.4 Perfuração

As sondagens deverão ser iniciadas com a utilização de trado-cavadeira. Tornando-se impossível o prosseguimento por este processo, o furo de sondagem deverá ser revestido e o avanço feito a trado-esprial.

Nos casos em que o método de perfuração a trado se mostre inoperante, seja pela ocorrência de lençol d'água, seja pela ocorrência de material de alta resistência, deverá ser adotado o método de perfuração a trépano, com circulação de água.

Neste processo de perfuração, o trépano deverá ser elevado a uma altura de 0,3m, sendo sua queda acompanhada de movimento de rotação, imprimido manualmente no cachimbo. A circulação da água de lavagem deverá ser feita com emprego de dois tambores de 200 litros cada, abertos longitudinalmente.

9.5 Determinação do Nível do Lençol D'Água

O lençol d'água, caso exista, deverá ter sua profundidade anotada. No caso de lençol artesiano, a altura de ascensão da água no tubo de revestimento deverá ser anotada 10 minutos depois de constatada sua presença e, se for o caso, ter medida sua vazão.

No caso de lençol freático, a medição do nível d'água deverá ser executada diariamente, antes do início dos trabalhos, e vinte e quatro e quarenta e oito horas após sua conclusão.

Atenção especial deverá ser dada ao fato de que, na ocorrência de lençol freático, o nível d'água no furo deverá permanecer, durante todas as operações de sondagem, ligeiramente acima do nível d'água do lençol subterrâneo.

9.6 Ensaio de Penetração

A cada metro, a contar de 1 m de profundidade, deverá ser executado um ensaio de penetração, de acordo com o método "Standard Penetration Test – SPT", utilizando o amostrador padrão.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

No momento da execução do ensaio, a extremidade inferior do revestimento deverá estar entre 1,0 e 0,3 m acima da cota do ensaio, e o fundo do furo satisfatoriamente limpo.

O ensaio de penetração consistirá da cravação do barrilete amostrador através da queda de um peso de 65 kgf de uma altura de 0,75 m.

Não são permitidas variações na altura da queda ou no peso do martelo, para compensação da energia aplicada. O peso das hastes deverá estar compreendido entre 3 e 4 kgf/m.

Para a prática do ensaio, o barrilete será apoiado suavemente no fundo do furo, assegurando-se que sua extremidade se encontre na cota desejada e que as conexões entre as hastes estejam firmes e retilíneas. O bico do amostrador não poderá estar fraturado ou amassado.

Colocado o barrilete no furo três trechos de 0,15 m cada um a contar da boca do revestimento, na parte da haste que permanecer fora do revestimento.

A seguir, o peso simplesmente deverá ser apoiado sobre a composição de hastes, anotando-se uma eventual penetração observada. Não tendo ocorrido penetração igual ou maior do que 0,45 m no procedimento acima se inicia a cravação do barrilete através da queda do peso.

Cada queda do peso corresponderá a um golpe, sendo aplicados tantos golpes quantos forem necessários à cravação de 0,45 m do amostrador, atendida a limitação do número de golpes adiante indicada. O número de golpes necessários à cravação de cada 0,15 m será anotado. Caso ocorram penetrações maiores, estas serão anotadas, sem aproximações.

O peso será erguido manual ou mecanicamente e na haste guia constará claramente assinalada a altura de 0,75 m. A queda do peso se fará verticalmente, em queda livre.

A resistência à penetração consistirá no número de golpes necessários à cravação dos 0,30 m finais do barrilete. A penetração obtida com o peso simplesmente apoiado sobre a composição de hastes corresponderá a zero golpes.

9.7 Critérios para Fixação de Profundidades Limites de Sondagem

9.7.1 Profundidade Mínima

A profundidade mínima a ser atingida nos ensaios de penetração com barrilete amostrador é de 15 m. Este valor poderá, contudo, ser reduzido nos seguintes casos:

- Nível d'água com profundidade inferior a 5 m, ocasião em que os ensaios poderão ser interrompidos em profundidades inferiores a 6 m, desde que se obtenha índice SPT igual ou superior a 15 em três ensaios consecutivos ou se atinja índice SPT individual igual ou superior a 20.
- Nível d'água com profundidade superior a 5 m, ocasião em que os ensaios poderão ser interrompidos em profundidades inferiores a 10 m, desde que se obtenha índice SPT igual ou superior a 15 em três ensaios consecutivos ou se atinja índice SPT individual igual ou superior a 20.

9.7.2 Profundidade Máxima

Ultrapassada a profundidade de 12 m, a profundidade máxima a ser atingida será determinada por um dos seguintes critérios:

- Até ser atingida camada "impenetrável a percussão". Entenda-se, neste caso, como impenetrável à percussão, a região do subsolo em que o avanço do trépano com percussão e lavagem seja muito difícil e em pequena velocidade, isto é, uma velocidade de avanço inferior a 0,05 m em cada período de 10 minutos.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Antes de ser alcançado o “impenetrável à percussão”, desde que seja observada uma resistência à penetração (SPT) mínima de 30 golpes em 30 cm, ao longo de 3 m consecutivos.
- Em hipótese alguma as sondagens deverão ultrapassar a profundidade de 25 m.

9.8 Amostragem

A retirada das amostras deformadas deverá ser feita continuamente, desde o início dos furos, de tal forma que os materiais estejam livres de contaminação. Estas amostras destinam-se a ter sua classificação eventualmente confirmada em laboratório e serão dos seguintes tipos:

- Amostra a trado, constituída por material coletado na parte inferior da broca do trado.
- Amostra do barrilete, constituída por material coletado pela parte média e inferior do amostrador, desprezando o material coletado na parte superior. A cada ensaio de penetração corresponderá a retirada de uma amostra com barrilete. Estes materiais constituem as amostras principais da sondagem. Sempre que possível, o acondicionamento das amostras do barrilete deverá ser feito de modo a manter intactos os cilindros de solo obtidos.
- Amostra de baldinho, constituída pela parte inferior do material obtido. A utilização do baldinho (barriletes equipados com válvulas de disco em sua parte inferior) é feita quando da ocorrência de materiais muito moles ou sem coesão, nos casos de perfuração, de 2,0 m consecutivos, sem a obtenção de amostras no barrilete.
- Amostra de lavagem, obtida pela decantação da água de circulação, em recipiente com capacidade mínima de 10 litros.

O acondicionamento da parte das amostras, selecionadas como representativas de cada camada, ou horizonte, com espessura máxima de 1 m, deverá ser feita em recipiente de vidro ou plástico de dimensões adequadas ao tamanho da amostra recolhida, com tampas herméticas e providas de duas etiquetas, uma interna e outra externa, onde constem:

- Nome da obra
- km de referência do local da sondagem
- Designação do furo
- Número da amostra
- Tipo e profundidade da amostra
- Data de retirada
- Nome do operador

No caso de não haver recuperação do material do barrilete, esta circunstância deverá ser indicada no boletim correspondente, com a inscrição “não saiu”.

Os vidros ou tubos do mesmo furo deverão ser acondicionados em caixas, transportados e armazenados em local seguro, devendo-se preservar as amostras até trinta dias após o encaminhamento dos boletins de sondagem correspondentes.

Na tampa, e em um dos lados menores de cada caixa, deverá ser anotado, de maneira indelével, os seguintes dados: nome da obra, km de referência do local da sondagem, designação do furo, número da caixa.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

9.9 Apresentação dos Resultados

Os resultados de sondagem a percussão constarão em boletins contendo o perfil individual de cada furo com, no mínimo, as seguintes informações:

- Nome da firma
- Nome do cliente
- Nome da obra
- Designação e localização do furo
- Cota da boca do furo
- Data do início e do término da perfuração
- Posição do lençol freático, na profundidade correspondente de observação.
- Perfil gráfico-geológico
- Identificação da rocha matriz (em caso de solos residuais)
- Descrição geotécnica dos solos atravessados
- Classificação geológica, conforme a origem ou tipo de solo.
- Nome e assinatura do engenheiro ou geólogo responsável

Ao final dos serviços de campo deverá ser emitido um relatório onde constem a localização dos pontos de sondagem um texto explicativo dos critérios e interpretações adotadas, ressaltando os aspectos de interesse particular a cada serviço executado, inclusive a especificação de todos os materiais empregados.

O relatório final deverá incorporar todas as informações técnicas prestadas nos boletins das sondagens, sendo assinado pelo geólogo, ou engenheiro responsável, incluindo informações complementares úteis ao conhecimento geral do terreno e ao projeto das fundações das estruturas.

10 . ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA CONSTRUÇÃO DA LINHA DE TRANSMISSÃO

10.1 Generalidades

A CONTRATANTE exercerá por sua conta o acompanhamento dos trabalhos do FORNECEDOR e o desenvolvimento do CONTRATO por intermédio da FISCALIZAÇÃO.

São funções da FISCALIZAÇÃO, além das demais funções previstas nos documento contratuais:

- Inspecionar e acompanhar as atividades e serviços do FORNECEDOR, para garantir o cumprimento destas Normas e do CONTRATO.
- Acompanhar as atividades de medicina, segurança e higiene no trabalho, especificadas no item 2 destas Normas.
- Revisar e aprovar as medições mensais de produção, elaboradas pelo FORNECEDOR.
- Assistir ao FORNECEDOR nas relações com os proprietários das terras adjacentes à linha.
- Acompanhar e analisar os dados e informações apuradas pelo FORNECEDOR para um eficiente acompanhamento das produções e apropriações dos serviços de construção.
- Executar outros serviços relacionados com sua função.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

10.2 Obrigações do Fornecedor

São obrigações do FORNECEDOR, além das demais responsabilidades previstas nos documentos contratuais:

- Reconhecimento detalhado de toda a faixa da linha ou trecho de linha a seu cargo.
- FORNECIMENTO de materiais a serem aplicados nas linhas, conforme previsto no Edital e seus Anexos.
- FORNECIMENTO de toda a supervisão, mão-de-obra, ferramentas, veículos e equipamentos necessários para a execução integral da obra.
- Implantação da logística de apoio aos serviços de campo, necessários à execução das obras.
- Execução e supervisão de todos os serviços necessários à completa construção e montagem da linha, e FORNECIMENTO de dados para acompanhamento da construção, conforme especificado nestas Normas.
- Cumprimento das Normas de Medicina e Segurança no Trabalho, particularmente quanto a necessidade de prevenção e instrução do pessoal para trabalhos de construção e montagem de linhas de transmissão sujeitas a indução elétrica, pela proximidade de outras linhas de transmissão paralelas energizadas.

10.3 Subfornecedores

O FORNECEDOR poderá utilizar SUBFORNECEDORES especializados ou não para alguns serviços de construção ou montagem da linha, desde que previamente aprovado pela CONTRATANTE. Contudo, o FORNECEDOR será sempre o responsável perante a CONTRATANTE por todo e qualquer trabalho por ele fornecido. Estes contratos, em nenhuma hipótese, poderão ter ou dar lugar a relações contratuais entre a CONTRATANTE e os SUBFORNECEDORES.

As ordens e instruções da FISCALIZAÇÃO aos SUBFORNECEDORES, serão dadas diretamente ao FORNECEDOR, que será responsável pelo cumprimento das mesmas.

A CONTRATANTE se reserva o direito de exigir a imediata retirada de qualquer subfornecedor que, a seu critério, esteja prejudicando o bom andamento dos serviços.

10.4 Programação dos Trabalhos

O planejamento e programação dos trabalhos deverá ser encarado com o máximo rigor pelo FORNECEDOR. Caberá ao mesmo, preparar um planejamento detalhado das várias atividades de construção e montagem, visando a manter uma perfeita coordenação dos trabalhos e o cumprimento das metas estabelecidas nos cronogramas. Caberá ainda ao FORNECEDOR, assistido pela FISCALIZAÇÃO, a elaboração e coordenação de um fluxograma de materiais, tendo em vista a utilização cronológica dos mesmos.

10.5 Métodos de Trabalho

Os métodos de trabalho a serem empregados na execução dos diferentes serviços serão de livre opção do FORNECEDOR. A FISCALIZAÇÃO, a seu critério e sem isenção das responsabilidades do FORNECEDOR, aceitará os métodos adotados, desde que os mesmos não interfiram nas características técnicas, nos prazos ou nas condições de operação das linhas.

Se, em qualquer etapa da obra, a FISCALIZAÇÃO julgar que os métodos de construção, ou a aplicação de mão-de-obra, de material ou de equipamentos são ineficientes ao ritmo dos trabalhos ou inadequados à segurança e estabilidade da obra, à segurança dos empregados ou



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

do público, poderá exigir do FORNECEDOR a melhoria dos métodos, o aumento da mão-de-obra, de sua eficiência e segurança, devendo o FORNECEDOR atender tais exigências com a devida presteza, sem ônus para a CONTRATANTE.

Os trabalhos serão executados pelo FORNECEDOR em estrita observância às instruções e desenhos do projeto, bem como às disposições do CONTRATO, no sentido do progresso requerido pelo programa da CONTRATANTE e com o objetivo de se ter as linhas prontas para a energização nas datas estipuladas pela CONTRATANTE.

10.6 Ferramentas e Equipamentos

As ferramentas e equipamentos de construção, de uso e propriedade do FORNECEDOR, a serem usados nos trabalhos, deverão apresentar ótimas condições de operação, rendimento e segurança, não sendo a CONTRATANTE responsável por quaisquer acidentes que venham a ocorrer por más condições de funcionamento e segurança dos mesmos, nem a CONTRATANTE assumirá os eventuais ônus decorrentes.

Vale esclarecer que a CONTRATANTE não compensará os atrasos ocorridos nos prazos de execução dos trabalhos, provenientes de falhas ou interrupções de funcionamento dos equipamentos utilizados pelo FORNECEDOR.

10.7 Placas de Obra

O FORNECEDOR, a critério da CONTRATANTE, poderá fornecer a instalação 2 (duas) placas de identificação da obra. Estas placas serão construídas em chapa galvanizada, nas dimensões 3m x 6m, sobre estrutura de madeira, e serão pintadas nas cores e com os dizeres segundo modelo a ser fornecido pela CONTRATANTE. O FORNECEDOR deverá tomar medidas que permitam a perfeita aderência da tinta na placa galvanizada, bem como utilizar tinta de qualidade adequada às condições climáticas locais, para garantir a durabilidade da pintura até o término da obra. Os locais de instalação, serão definidos pela FISCALIZAÇÃO.

Os custos de FORNECIMENTO e instalação destas placas deverão ser incluídos nos custos de instalação dos canteiros.

10.8 Proteção e Conservação de Vias e Obras Existentes

Todos os danos causados às estrada e caminhos vicinais, por ocasião da execução dos serviços aqui especificados, serão restaurados, sem ônus para a CONTRATANTE. As restaurações deverão ser feitas obedecendo às condições prescritas pelas autoridades com jurisdição no local.

10.9 Organização de Canteiros, Medicina e Segurança no Trabalho

10.9.1 Organograma Funcional do FORNECEDOR

O organograma funcional do FORNECEDOR deverá considerar as particularidades da região e das obras. Para tanto deverá prever órgãos específicos para as várias atividades de administração, planejamento e gerenciamento das obras. Todos os órgãos presentes na estrutura funcional das obras deverão ser chefiados por profissionais qualificados para tal, sendo que o residente e as chefias dos órgãos de medicina e segurança no trabalho, deverão ser previamente aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

O FORNECEDOR deverá, no máximo, até 15 dias após a assinatura do CONTRATO, enviar à FISCALIZAÇÃO, o detalhamento do organograma proposto, indicando os nomes dos empregadores responsáveis por cada área de atuação, com os respectivos Currículos.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Nenhum dos chefes de área poderá ser retirado da obra sem prévia notificação e aprovação da FISCALIZAÇÃO. A CONTRATANTE se reserva o direito de exigir o afastamento de qualquer elemento que, a seu critério, possa prejudicar o bom andamento dos serviços.

O FORNECEDOR deverá manter à disposição da CONTRATANTE um Diário de Obra, cuja forma de elaboração será estabelecida pela FISCALIZAÇÃO.

O FORNECEDOR deverá apresentar à FISCALIZAÇÃO, mensalmente, a relação detalhada de pessoal, máquinas, veículos e equipamentos, especificando os engenheiros e encarregados gerais, detalhando as mobilizações e as desmobilizações efetuadas no mês.

O FORNECEDOR deverá dedicar atenção especial à fiel execução dos trabalhos, devendo estar pessoalmente representado no local das obras, continuamente durante o seu andamento. Deverá ainda manter nos escritórios das chefias, cópias completas do CONTRATO e seus anexos.

A entrega protocolada da correspondência, desenhos e outras comunicações nos canteiros do FORNECEDOR, será considerada como entregue em mãos do responsável geral da obra.

10.9.1.1 Esquema dos Canteiros

O FORNECEDOR deverá dimensionar e construir os canteiros e suas instalações, levando em conta o volume das obras e serviços a executar, de acordo com o cronograma de construção e montagem das linhas e considerando também as dificuldades relativas ao transporte de materiais e equipamentos, os picos de construção, as condições climáticas locais e tudo o mais que possa influir sobre a capacidade de produção de sua organização.

Especial atenção deverá ser dada às áreas de circulação interna dos canteiros, drenagem, iluminação, áreas de lazer para os empregados, além dos itens especificamente tratados nestas Normas.

Os canteiros deverão ser inteiramente cercados, providos de portão com guarita e vigilância permanente.

10.9.1.2 Sistema de Água, Esgoto, Energia Elétrica e Ar Condicionado

Os canteiros deverão ser providos de sistema adequados de abastecimentos de água, esgoto, energia elétrica e ar condicionado.

As caixas d'água dos canteiros deverão ser vedadas, sendo que as colocadas no nível do solo deverão, ainda, ser cercadas e ter a tampa de inspeção elevada, de modo a impedir a entrada de águas pluviais no reservatório.

Deverão ser executadas lavagens e higienização de todos os reservatórios d'água a cada quatro meses.

Na hipótese do abastecimento do canteiro ser feito através de poço, a utilização da água para consumo humano está condicionada à comprovação periódica da sua potabilidade, a cada quatro meses, ou sempre que algum fato novo assim o justifique, através de atestado emitido por instituição idônea. Os poços deverão ser cercados, protegidos de contaminação por águas pluviais e localizados a distâncias adequadas das instalações de esgotos ou de outras possíveis fontes de contaminação.

Com relação ao abastecimento de energia elétrica, na hipótese de que este não venha a ser feito da rede pública, deverão ser previstos geradores com capacidade adequada e convenientemente posicionados dentro do canteiro, de modo a evitar barulho excessivo nos alojamentos e demais áreas de trabalho.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

A instalação dos geradores deverá obedecer às normas técnicas pertinentes, e deverão ser operados por funcionários qualificados para tal.

A rede interna de distribuição de energia deverá obedecer as normas da ABNT. Especial atenção deverão ser dada às instalações das oficinas e carpintarias. Não serão admitidas nestas áreas a existência de chave ou equipamento com partes energizadas aparentes, bem como de extensões e tomadas improvisadas. Todas as carcaças de máquinas e equipamentos deverão ser solidamente aterradas.

O FORNECEDOR será responsável pela construção e manutenção do sistema de esgoto nos canteiros, atendendo as normas da ABNT, devendo ainda assegurar, por seus próprios meios, o lançamento de águas servidas, resíduos e esgoto dos canteiros, de modo a manter a salubridade da região.

Não será permitida a coleta ou drenagem dos esgotos em valetas a céu aberto ou caixas de passagens, fossas, etc., sem tampas convenientes.

10.9.1.3 Alojamentos

Os alojamentos dos empregados do FORNECEDOR deverão ser em construção sólida, de madeira, alvenaria ou metálica, com pé direito de no mínimo 2,6 m para cama simples e 3 m para cama tipo beliche. As camas superiores deverão ter proteções laterais e altura livre mínima de 1,1 m do teto do alojamento. Os pisos serão de madeira, cimento liso ou cerâmica. A cobertura deverá ser de telhas de cerâmica, de cimento amianto ou de madeira aluminizada.

As janelas deverão ser teladas. O forro também deverá ser telado, na hipótese de não ser usado forro fechado.

Os sanitários e banheiros, dimensionados de forma compatível com a população máxima prevista no alojamento, deverão possuir os vasos sanitários (por exemplo do tipo “turco”) em cubículos fechados com portas individuais. Os chuveiros deverão ser separados, um a um, por paredes divisórias fixas. Os sanitários e banheiros deverão ser lavados e desinfetados diariamente, obedecendo aos padrões de higiene, limpeza e descontaminação.

Os dormitórios deverão possuir áreas mínimas de 4 m² por pessoa admitindo-se, no máximo, 10 pessoas por dormitório.

Considerando-se o clima quente e úmido da região, especial atenção deverá ser dada à ventilação dos dormitórios.

Em hipótese alguma será permitida a utilização de cabanas cobertas com lona, plástico ou folhas de árvores. Será terminantemente proibido o armazenamento de pneus, latões de óleo e outros materiais em alojamentos.

O aluguel de imóveis para alojar os empregados da CONTRATADA poderá ser aceito desde que respeitados os parâmetros aqui estabelecidos.

10.9.1.4 Cozinhas e Refeitórios

O FORNECEDOR deverá providenciar quando necessário, áreas destinada à cozinha e refeitórios nos canteiros, que deverão ser em construção sólida de madeira ou alvenaria, com piso de cimento liso ou cerâmica, com pé direito de no mínimo 2,7 m. O dimensionamento deverá considerar o direito máximo previsto no canteiro.

Anexo à cozinha deverá existir um compartimento apropriado para a guarda de víveres, sendo que os gêneros perecíveis deverão ser obrigatoriamente guardados em geladeiras. A cozinha deverá dispor de sistema de exaustão natural ou forçada, do tipo coifa, principalmente acima das bocas dos fogões.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

As instalações, equipamentos e utensílios da cozinha deverão propiciar permanentemente perfeitas condições de higiene no local e no preparo das refeições.

A cozinha deverá dispor de sistema completo de água potável e rede de esgoto. Em hipótese alguma será aceita pela FISCALIZAÇÃO a existência de escoamento a céu aberto da água utilizada na cozinha. O FORNECEDOR deverá, se for o caso, providenciar cercas para manter a distância, de animais domésticos, de propriedade sua ou de terceiros.

O FORNECEDOR deverá providenciar vasilhames com tampas para recolhimento de restos de comida, sendo que as áreas deverão ser mantidas permanentemente limpas e isentas de lixo ou detritos.

A alimentação a ser fornecida pelo FORNECEDOR a seus empregados e seus SUBFORNECEDORES deverá obedecer a padrões adequados de higiene, e ainda, possuir o balanceamento nutricional adequado à atividade desenvolvida pelos empregados, podendo a CONTRATANTE, a qualquer momento, exigir análise da mesma, que, se não atingir o mínimo necessário, determinará a correção imediata ou até o fechamento do refeitório.

As refeições que serão transportadas às turmas, no campo, deverão ser acondicionadas em embalagens de alumínio descartáveis e hermeticamente fechadas. As refeições assim embaladas que eventualmente não venham a ser utilizadas, não poderão ser utilizadas no dia seguinte. As embalagens de alumínio usadas deverão ser descartadas de forma a não prejudicar a limpeza dos canteiros de obra nem de locais perto da execução de quaisquer serviços em torres. Não será permitido o cozimento de alimentos ou uso de quaisquer tipos de fogão improvisados nos alojamentos, nem nas imediações dos canteiros de obra.

Os refeitórios deverão ser amplos, providos de janelas teladas. Junto ao refeitório deverá existir lavatório e instalação de água corrente para higiene e água potável.

Na hipótese de subfornecimento das refeições, os SUBFORNECEDORES deverão atender os requisitos explicitados neste item.

10.9.1.5 Escritório, Oficinas e Almoxarifado

Os escritórios, oficinas e almoxarifados dos canteiros deverão ser dimensionados adequadamente, de forma a atender as atividades pertinentes no pico das obras. Deverão ser construídos e equipados pelo FORNECEDOR de forma a propiciar condições satisfatórias de trabalho aos empregados.

10.9.1.6 Acampamentos Móveis

Durante o decorrer das obras, o FORNECEDOR e/ou seus SUBFORNECEDORES poderão utilizar-se de acampamentos móveis, para melhorar a eficiência dos serviços pela diminuição das distâncias de deslocamentos de pessoal. Estes acampamentos deverão ser providos de sistemas de comunicação via rádio.

Nestes acampamentos o pessoal deverá ser alojado em barracas de lona ou similar, fechadas, e com ventilação apropriada, similar ao modelo do Exército Brasileiro para 10 pessoas. Não serão admitidas barracas improvisadas com cobertura de lona, plástico ou similares.

Nestes alojamentos móveis, bem como para o abastecimento diário das turmas de serviços, não será admitida a coleta de água de rios ou igarapés. A água a ser utilizada deverá ter a sua potabilidade comprovada.

A alimentação do pessoal lotado nos acampamentos móveis deverá ser preparada conforme especificado e transportada para o acampamento em vasilhames descartáveis de alumínio, hermeticamente fechados.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Nestes acampamentos deverá ficar permanentemente um veículo dotado de sistema de rádio comunicação com o canteiro central, para casos de emergência.

10.9.1.7 Escritório de Apoio a Fiscalização

Em duas localidades o CONTRATADO deverá providenciar uma edificação (casa ou salas) para uso exclusivo da FISCALIZAÇÃO, composto cada uma basicamente de duas salas e dois banheiros, com áreas aproximadas de 25 m² e 3 m², respectivamente. A localização desta edificação, deverá ser definida pela FISCALIZAÇÃO junto ao CONTRATADO.

A edificação deverá ser entregue a CONTRATANTE completamente montada e com todo o mobiliário e as instalações elétricas, hidráulicas, sanitárias e de ar condicionado em perfeito estado de funcionamento.

O mobiliário por cidade, será composto de uma mesa de reunião com seis cadeiras, três mesas de escritório com três gavetas e três cadeiras, um arquivo metálico de quatro gavetas, uma estante com dimensões aproximadas 1,3 m x 1,6 m, uma geladeira de 280 um bebedouro e dois aparelhos de ar condicionado.

Deverão ser fornecidos diariamente cafés e pelo menos 2 vasilhames de água mineral, em garrafas de 201, lacrados pelo fabricante. O CONTRATADO deverá providenciar ainda, toda a limpeza e arrumação diária do escritório, incluindo-se o fornecimento de todos os materiais de limpeza e higiene necessários.

O fornecimento da energia elétrica, aluguel das edificações, com IPTU e demais taxas serão de responsabilidade e ônus do CONTRATADO.

No término das obras todo o mobiliário será de propriedade do CONTRATADO.

10.9.2 Segurança e Medicina do Trabalho - Condições Gerais

O FORNECEDOR assume inteira responsabilidade pelas condições de segurança, higiene e medicina do trabalho, que deverão estar em conformidade com o previsto na Lei 6.514, de 22 de dezembro de 1977, e pela Portaria 3.214, de 8 de junho de 1978, do Ministério do Trabalho. Assumirá ainda as responsabilidades fixadas nessas normas, bem como acatará as recomendações específicas que lhe sejam feitas pela CONTRATANTE durante a execução das obras.

O FORNECEDOR obriga-se a manter na obra serviços próprios especializados em segurança no trabalho e medicina no trabalho, dimensionados no mínimo conforme aqui especificado e previamente submetidos à aprovação da CONTRATANTE, após o que solicitará a homologação destes quadros de pessoal ao Ministério do Trabalho.

A CONTRATANTE realizará inspeções periódicas de segurança e medicina no trabalho por seus especialistas locais, cujas recomendações serão oficializadas por escrito ao FORNECEDOR, que as executará dentro do prazo estipulado pela CONTRATANTE.

O FORNECEDOR deverá fornecer até o último dia útil de cada mês, em formulários próprios da CONTRATANTE, os dados estatísticos de acidentes do trabalho e de doenças profissionais ocorridas no mês anterior, bem como cópias das atas de reuniões da CIPA, realizadas no mesmo período. Especial atenção deverá ser dada a casos fatais, com a comunicação imediata à FISCALIZAÇÃO e investigação rigorosa da ocorrência do acidente com morte ou incapacidade.

São de inteira responsabilidade do FORNECEDOR os atrasos nas obras ou prejuízos decorrentes de multas, paralisação de atividades ou outra qualquer punição imposta ao FORNECEDOR por órgãos de FISCALIZAÇÃO oficial nos aspectos de Segurança, Higiene e Medicina no Trabalho.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Todos os procedimentos relativos à Segurança, Higiene e Medicina no Trabalho, aqui especificados, são extensíveis aos SUBFORNECEDORES do FORNECEDOR.

O FORNECEDOR exigirá de seus SUBFORNECEDORES o cumprimento de todas as normas relativas à Segurança, Higiene e Medicina no Trabalho, responsabilizando-se perante a CONTRATANTE por este cumprimento.

A não observância sistemática pelo FORNECEDOR das normas aqui estabelecidas, poderá acarretar o embargo da atividade pertinente, que somente poderá ser reiniciada após a regularização das anormalidades constatadas.

10.9.3 Medicina no Trabalho

10.9.3.1 Construção de Ambulatório e Equipamentos Mínimos

Em cada canteiro deverá obrigatoriamente funcionar um ambulatório médico ou posto médico, a depender de sua lotação. O posto médico, com aproximadamente 150 m² de área, é previsto para canteiros que tenham lotação acima de 200 empregados. O ambulatório, com aproximadamente 36 m², é previsto para canteiros com lotação de até 200 empregados.

As lotações citadas incluem o pessoal do FORNECEDOR e de seus eventuais SUBFORNECEDORES.

Os postos e ambulatórios a serem construídos deverão ser devidamente equipados. O FORNECEDOR deverá ainda prever em sua proposta o FORNECIMENTO de todos os materiais de consumo necessário aos postos e ambulatórios, bem como de equipamentos de pequeno porte

A critério do FORNECEDOR, e desde que aprovado pela FISCALIZAÇÃO, os postos médicos poderão ser substituídos pela assinatura de convênios com hospitais localizados próximo aos canteiros de obra, para atendimento médico de emergência aos empregados.

10.9.3.2 Serviços Médicos

Todas as facilidades, pessoal e equipamentos necessários aos serviços médicos deverão estar em funcionamento no máximo 60 dias após a assinatura do CONTRATO e autorização do início dos serviços.

Além da assistência médica de rotina aos empregados do FORNECEDOR, e do SUBFORNECEDOR, os postos e ambulatórios deverão, em especial, providenciar os primeiros socorros e os cuidados indispensáveis com os acidentados, inclusive quanto à remoção destes para atendimento hospitalar.

Será obrigatório o exame médico a todos os empregados do FORNECEDOR e seus SUBFORNECEDORES, nas condições especificadas na Norma Regulamento nº 7, aprovada pela Portaria 3.214 do Ministério do Trabalho. Será ainda obrigatória a imunização contra febre amarela, varíola e tétano, bem como outras doenças que vierem a ser necessárias tendo em vista as características da região.

Será obrigatória a existência, em todas as turmas de serviço, de caixas de primeiros socorros, devendo o chefe da turma permanecer sempre com a responsabilidade sobre a mesma.

10.9.3.3 Engenharia Sanitária

O FORNECEDOR deverá providenciar o recolhimento do lixo, dejetos e resíduos industriais da área de execução dos serviços, obras e fornecimento, bem como de seus alojamentos, submetido previamente à FISCALIZAÇÃO a aprovação quanto a sua destinação e/ou tratamento, de forma que os tornem inócuos aos empregados e ao ambiente.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Além do já especificado quanto aos esgotos para cozinha e alojamentos, o FORNECEDOR deverá prover os canteiros com sistema adequado para escoamento de águas servidas. O local de despejo dos esgotos deverá ser previamente aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

10.9.3.4 Higiene no Trabalho

O FORNECEDOR obriga-se a elaborar e executar Plano Especial de Proteção contra as endemias existentes na região, o qual deverá ser prévia e expressamente submetido à apreciação da CONTRATANTE, até 60 dias após a assinatura do CONTRATO.

O FORNECEDOR obriga-se a dedicar especial atenção às atividades e/ou operações em condições insalubres desenvolvidas por seus empregados e SUBFORNECEDORES observando, no mínimo, o previsto na Norma Regular nº 15, aprovada pela Portaria nº 3.214 do Ministério do Trabalho.

O FORNECEDOR e seus SUBFORNECEDORES procurarão manter em suas atividades e áreas de trabalho, os índices de ventilação, iluminação, ruído, vibração e conforto térmico recomendáveis, promovendo a sua correção quando tecnicamente necessário.

O FORNECEDOR e seus SUBFORNECEDORES obrigam-se a dedicar especial atenção aos principais agentes agressivos à saúde dos trabalhadores, procurando eliminar a ação destes agentes ou proteger adequadamente seus empregados.

10.10 Segurança no Trabalho

10.10.1 Organização e Funcionamento da CIPA

O FORNECEDOR deverá implantar a sua Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA em todos os seus canteiros, conforme legislação vigente, apresentando à CONTRATANTE a constituição, normas, rotinas e atividades desta Comissão.

A CONTRATANTE se reserva o direito de indicar um representante seu para participar das atividades desenvolvidas pela CIPA do FORNECEDOR.

Existindo no local das obras a CIPA-CONTRATANTE, o FORNECEDOR designará formalmente dois empregados para participarem da mesma, sendo um representante dos empregados do FORNECEDOR e outro credenciado para representar o FORNECEDOR.

10.10.1.1 Pessoal e Equipamento

O FORNECEDOR deverá manter em seu canteiro central, com atuação em toda a obra, um responsável geral pelo setor de segurança no trabalho, com formação de acordo com a legislação vigente, experiência comprovada e contratado em tempo integral para exercer exclusivamente a função de coordenador dessas atividades no tipo de obra em pauta.

O Curriculum Vitae deste profissional deverá ser previamente aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

O FORNECEDOR deverá também manter Supervisores de Segurança do Trabalho nas frentes da obra, em número suficiente para as necessidades das obras, devendo a admissão e/ou substituição ser feita de imediato, não podendo ficar vago o cargo por mais de 30 (trinta) dias.

O FORNECEDOR deverá prover todos os equipamentos e sistemas de proteção individual e coletiva em seus canteiros e em todas as frentes de trabalho, de modo a atender plenamente às necessidades das obras.

O FORNECEDOR se obriga também a manter em seus almoxarifados, estoque adequado de todos os equipamentos de proteção individual, de forma a propiciar imediata substituição de unidades gastas e/ou inservíveis.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

A CONTRATANTE reserva-se o direito de estabelecer as características mínimas dos EPIs e EPCs, como também os de proteção contra incêndios a serem adquiridos pelo FORNECEDOR, bem como avaliar o material recebido e fiscalizar a distribuição.

10.10.1.2 Normas Específicas de Segurança

O FORNECEDOR deverá permanentemente revisar seus métodos de trabalho para, juntamente com o pessoal da CIPA, eliminar metodologias que sejam inadequadas ou que introduzam coeficientes de risco desnecessários.

Especial atenção deverá ser dada à análise das várias fases da metodologia de execução de cada tarefa, visando a eliminar situações ou condições inseguras que eventualmente tenham, ao longo das obras, se tornado rotineiras e conseqüentemente motivadoras ocultas de acidentes.

O FORNECEDOR, através do pessoal da CIPA e de reuniões de segurança, deverá criar e fortalecer nos empregados uma mentalidade positiva com relação à segurança.

Tendo em vista as características típicas dos serviços e do pessoal normalmente envolvidos neste tipo de obra, o FORNECEDOR deverá manter campanhas permanentes ou doutrinação de seu pessoal, incluindo SUBFORNECEDORES, para o uso permanente dos equipamentos de segurança e proteção individual, inclusive realizando anualmente a Semana de Prevenção de Acidentes do Trabalho com palestras das chefias e encarregados, sessões de filmes e slides sobre prevenção de acidentes e afixação de cartazes sobre temas de segurança. A presença dos empregados deverá ser, no mínimo, de 2/3 do seu efetivo.

Observamos que, além das normas e medidas rotineiras, a CONTRATANTE exigirá, com rigor especial, os seguintes pontos:

1. Obrigatoriedade de uso de capacetes e calçado com solado de couro ou vulcanizado, para todos os empregados e para todas as atividades de construção das linhas e/ou nos canteiros de obra, não sendo permitido, em hipótese alguma, o uso de bonés, chapéus, gorros, tamancos, sandálias e calçados de pano.
2. Obrigatoriedade de uso de luvas, cinto de segurança, óculos de proteção e roupas especiais, sempre que o empregado estiver desenvolvendo atividades que exijam tais proteções.
3. Obrigatoriedade do uso de luvas especiais com classe de isolamento conveniente e botas com soldo de borracha para o pessoal que trabalha nos serviços de instalação e montagem de cabos pára-raios e condutores, com risco de indução elétrica.
4. O transporte das turmas de trabalho dentro da área da atividade e desta para os alojamentos e vice-versa, deverá oferecer as condições mínimas estabelecidas pela CONTRATANTE, quanto à velocidade e condições dos veículos em geral.
5. Os caminhões de transporte de turma deverão ser equipados com toldos, bancos e escada de acesso. Nestes caminhões admite-se apenas o transporte simultâneo com o pessoal de ferramentas e equipamentos, quando estes forem de pequeno porte, acondicionados em compartimentos fisicamente separados do pessoal. não será admitida em hipótese alguma superlotação de carrocerias nem transporte de pessoas em estribos, capotas, pára-lama e basculantes.
6. Será expressamente proibido o uso de bebidas alcoólicas no interior dos canteiros e áreas de trabalho.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

10.10.1.3 Incêndio

Caso ocorra incêndio no local de trabalho, o responsável pela Segurança no Trabalho do Canteiro deverá ser avisado imediatamente, independentemente das providências que sejam adotadas pelo FORNECEDOR para enfrentar a emergência.

O FORNECEDOR deverá manter em suas instalações de canteiro e veículos, os extintores necessários e adequados para combate ao fogo.

O sistema de proteção contra incêndio dos canteiros do FORNECEDOR deverá ser instalados em quantidade e tipo específico, e deverá atender aos requisitos mínimos na forma da legislação em vigor.

Todos os equipamentos de proteção contra incêndio deverão ser mantidos em lugares de fácil e livre acesso. Os equipamentos não deverão ser utilizados ou removidos a não ser para o combate a incêndios.

10.11 Administração de Materiais

10.11.1 Recebimento dos Materiais

O CONTRATANTE receberá os materiais constantes da reserva técnica fornecidos pela CONTRATADA em perfeitas condições em seus almoxarifados.

10.11.2 Armazenamento dos Materiais

Todos os materiais das linhas, serão armazenados pelo FORNECEDOR com os devidos cuidados, em seus próprios almoxarifados e em locais adequados, do ponto de vista da segurança e da eficiência na carga e movimentação para abastecimento às frentes de serviço.

O FORNECEDOR deverá, portanto, prever as áreas, edificações, infraestruturas, equipamentos e pessoal necessário para receber, classificar, controlar, manusear, guardar e armazenar a totalidade dos materiais que serão aplicados nas obras, acrescidos das reservas operacionais e das eventuais sobras. À FISCALIZAÇÃO caberá tão somente o acompanhamento e a fiscalização dessa atividade e da respectiva documentação.

As edificações e pátios para armazenamento dos materiais deverão ser não só adequados para os fins a que se destinam, como também compatíveis com o clima e as condições da região onde serão implantados. Embora tais instalações sejam de inteira responsabilidade do FORNECEDOR, a FISCALIZAÇÃO poderá, caso constate possibilidade de dano aos materiais, interferir nos serviços, exigindo alterações nas instalações e nos tipos de equipamentos e/ou métodos de trabalho utilizados.

O atendimento a estas exigências não acarretará nenhum ônus adicional para CONTRATANTE.

Deverão ser observados, entre outros, os seguintes tópicos quanto ao armazenamento:

- As bobinas de cabos condutores e pára-raios, bem como todos os materiais acondicionados em embalagens de madeira, papelões ou outro material perecível, deverão ser armazenados sem ter contato direto com o solo e quando necessário, em locais cobertos.
- As estruturas metálicas, ferragens, e demais peças zincadas a serem utilizadas nas linhas, não deverão ficar em contato com o solo e deverão ser apoiados em suportes que evitem a sua deformação, bem como a sua galvanização.
- Deverão ser tomadas todas as providências necessárias quanto à drenagem de águas de qualquer natureza nas áreas.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- O FORNECEDOR deverá diligenciar no sentido de manter na melhor ordem e condições de limpeza e higiene as áreas de armazenagem, providenciando constante remoção de resíduos, lixo e outras providências pertinentes.

10.12 Faixa de Servidão

10.12.1 Desmatamento e Limpeza da Faixa de Servidão

O Desmatamento e Limpeza da faixa de servidão serão executados nos trechos com a existência de floresta ou cerrado. Não serão considerados como necessário o serviço de desmatamento nos trechos da linha onde existem pastagens ou culturas agrícolas.

O desmatamento nos trechos com floresta ou cerrado será efetuado na largura determinada pela CONTRATANTE.

Nesta largura deverá ser derrubada toda a vegetação. Todas as árvores e arbustos deverão ser cortados o mais rentes possível do solo, deixando no máximo a uma altura de 50 cm do solo.

Os métodos de desmatamento serão tais que produzam o menor dano possível à camada orgânica. Não será permitida a raspagem da faixa, exceto onde necessário para construção de estradas de serviço e nos locais das estruturas.

O emprego da metodologia de desmatamento através de dois tratores trabalhando em paralelo com uso de correntes está sujeito à aprovação da FISCALIZAÇÃO.

Vegetações tais como árvores frutíferas, árvores cultivadas, etc., que existam dentro da faixa de servidão, não serão cortadas, desde que sua altura máxima não interfira com os cabos condutores, devendo esta condição ser confirmada pela FISCALIZAÇÃO.

As turmas de desmatamento e limpeza de faixa deverão evitar deslocar ou retirar qualquer piquete ou marco implantado durante os trabalhos topográficos relativos ao estudo e levantamento do traçado da linha. Caso sejam deslocados ou retirados alguns marcos ou piquetes, o FORNECEDOR deverá repô-los sem ônus para a CONTRATANTE.

A limpeza da faixa de servidão nos trechos com flores ou cerrado será efetuada na largura determinada pela CONTRATANTE.

Este serviço consistirá na limpeza completa da faixa de servidão, com a remoção de todo o material resultante do desmatamento para as laterais da faixa.

Quando da passagem por canais, a cana deverá ser totalmente erradicada por aração e gradeamento em toda a largura da faixa de servidão.

Todo o material proveniente do corte da vegetação pertence ao proprietário do terreno, não podendo o FORNECEDOR fazer uso do mesmo, salvo acordo aprovado pela FISCALIZAÇÃO com o mencionado proprietário.

Toda a madeira cortada, sempre que possível, deverá ser empilhada na lateral da faixa, dentro da mesma, e toras de grande porte poderão ficar no local da queda, a critério da FISCALIZAÇÃO, desde que sejam devidamente desganhadas e que não venham causar qualquer perigo às estruturas e que também não interfiram no andamento dos serviços de construção e/ou manutenção da linha.

O FORNECEDOR deverá observar que o depósito do entulho resultante poderá ocupar no máximo 6 m da faixa, sendo 3 m de largura em cada lateral.

As árvores e arbustos cortados poderão ser colocados fora da faixa se com isto concordar o proprietário do terreno, cuidando o FORNECEDOR de obter do mesmo uma autorização por escrito neste sentido. Cópia desta autorização deverá ser entregue à FISCALIZAÇÃO.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

O FORNECEDOR não poderá, de maneira alguma, utilizar fogo em nenhuma das fases do serviço de limpeza da faixa. Quando constatado pelo FORNECEDOR a ocorrência de queimada na faixa, provocada por terceiros, o mesmo deverá dar ciência à CONTRATANTE de fato, de forma que os danos decorrentes não lhe venham a ser imputados.

Fica proibido a utilização de herbicidas para controle de rebrota ou para qualquer outra finalidade.

Os prejuízos inevitáveis a colheita, por necessidade do serviço, e quando aprovados previamente pela FISCALIZAÇÃO, serão indenizados pela CONTRATANTE ao proprietário do terreno.

O FORNECEDOR deverá considerar como parte dos serviços de limpeza da faixa de servidão, todos os serviços de manutenção da mesma, inclusive roçadas eventuais que se fizerem necessárias durante o decorrer das obras, para possibilitar a execução das várias atividades de construção e montagem da linha.

10.12.2 Corte de árvores fora da faixa

Deverão ser cortadas todas as árvores situadas fora do limite da faixa que, em caso de tombamento em direção à linha ou no caso de oscilação dos cabos nos grandes vãos, possam causar danos à linha.

A FISCALIZAÇÃO indicará as árvores no limite ou fora da faixa que deverão ser cortados, obedecendo ao padrão da NBR-5422 da ABNT.

É recomendável que o corte destas árvores seja realizado simultaneamente com limpeza da faixa, evitando-se assim, perigo de danos à linha já montada ou em processo de montagem.

10.12.3 Seccionamento e Aterramento de Cercas

Todas as cercas de fios metálicos existentes dentro da faixa de servidão, deverão ser seccionadas pelo FORNECEDOR, conforme esta especificação e os desenhos do projeto.

O seccionamento das cercas contínuas existentes dentro da faixa da linha, será feito a cada 50 m. Deverá ser feito um aterramento para cada uma das secções de cerca compreendidas na faixa da linha.

Os mourões esticadores do lado interno da faixa deverão ser pintados de vermelho vivo, com tinta esmalte sintética.

Os materiais a serem utilizados no seccionamento e aterramento de cercas, serão fornecidos pelo FORNECEDOR. A FISCALIZAÇÃO poderá rejeitar os materiais que, a seu juízo, considere inadequados.

Alternativamente o FORNECEDOR poderá executar os seccionamentos de cercas com elementos preformados, fornecendo, igualmente às suas expensas, os materiais.

10.12.4 Roçada Final

Dadas as características da vegetação na região, em especial a alta velocidade de crescimento da mesma, ao final das obras, na fase de comissionamento e recepção das mesmas, a CONTRATANTE poderá determinar a execução de roçadas, em trechos específicos da faixa de servidão.

Esta roçada consistirá no corte de toda a vegetação invasora em uma altura máxima de 40 cm, e a remoção da mesma para um dos lados da faixa de servidão.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Nas áreas da faixa de servidão com existência de pastagem também será procedida a execução de roçadas, quando a FISCALIZAÇÃO verificar a existência de vegetações invasoras nas pastagens.

10.12.5 Acessos para Construção

10.12.5.1 Execução e Manutenção

O FORNECEDOR construirá, somente quando necessário, todos os acessos à faixa e ao longo desta, bem como efetuará as melhorias em estradas e acessos existentes que, a seu critério, considere necessárias para a construção das linhas.

Caberá ao FORNECEDOR projetar e construir, a seu critério, os acessos especiais que se fizerem necessários, tais como estivas, aterros, passarelas e outros, para possibilitar os trabalhos de construção e montagem nos trechos alagadiços ou pantanosos da linha.

Caberá ainda ao FORNECEDOR a manutenção destes acessos durante o período de execução das obras, de modo a atender adequadamente as necessidades das atividades de construção e montagem.

Salienta-se que estes acessos e as correspondentes estruturas complementares (pontes, bueiros, etc.) serão construídas ou melhoradas única e exclusivamente para atender as necessidades de construção e montagem da linha pelo FORNECEDOR.

A colocação de porteiros, mata-burros, colchetes, etc., em todas as cercas atravessadas pelos acessos, serão por conta e de responsabilidades pelos prejuízos que venham a ocorrer pelo mau fechamento destas passagens.

Os direitos de passagens em terras adjacentes à faixa de servidão, bem como os direitos de utilização de estradas existentes e a autorização para construção de novos acessos fora da faixa, serão obtidos pelo FORNECEDOR, através de entendimentos diretos com os respectivos proprietários. Caberá ao FORNECEDOR a responsabilidade pelos danos que porventura ocorram em razão da construção destes acessos. O FORNECEDOR, ao término das obras, deverá entregar os acessos e estradas previamente existentes no seu estado original ou melhorados.

Após o término da montagem da linha, o FORNECEDOR deverá retirar as passagens das cercas, deixando estas no seu estado original, salvo acordo em contrário com o proprietário.

Em todos os pontos de acesso à faixa, a partir das estradas e acessos permanentes, o FORNECEDOR deverá instalar placas indicativas. Em caso de quebra ou retirada destas placas pelo pessoal da obra ou terceiros durante o período de construção da LT, o FORNECEDOR deverá executar os reparos necessários ou repô-las, sem ônus para a CONTRATANTE.

Após o planejamento e implantação dos acessos, o FORNECEDOR deverá apresentar à FISCALIZAÇÃO mapa orientativo dos acessos a cada uma das estruturas, a partir das vias permanentes.

10.13 Serviços de Topografia

10.13.1 Dados Fornecidos pela CONTRATANTE

A CONTRATANTE entregará ao FORNECEDOR cópias das folhas da planta-perfil da Linha. Estas folhas contendo:

- Levantamento altimétrico dos eixos longitudinais da Linha, com as cotas de todos os obstáculos e/ou acidentes atravessados pela mesma.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Planta da faixa de servidão da Linha, com indicação de todos os obstáculos (Linhas de Transmissão, linhas telefônicas, rodovias, carregadores, cercas, rios, etc.), natureza do terreno, natureza das vegetações, nomes e divisas dos proprietários e dos municípios atravessados.
- Indicação de todas as estações, marcos e piquetes em planta e perfil, devidamente numerados, com as respectivas cotas e distâncias progressivas.
- Indicação do valor e do sentido de todos os ângulos horizontais da Linha.
- Outras informações e dados necessários para a construção da Linha e serviços complementares.

A CONTRATANTE entregará o levantamento do traçado no campo, identificado com marcos devidamente numerados.

Caberá ao FORNECEDOR efetuar, com base na documentação acima referida, os seguintes serviços de topografia, de acordo com as instruções constantes destas Normas:

- Verificação do levantamento topográfico.
- Locação das Estruturas e seções diagonais.
- Marcação das escavações

10.13.2 Verificação do Levantamento Topográfico

O FORNECEDOR será responsável pela verificação, no campo, do levantamento topográfico da Linha, como apresentado na planta-perfil.

Esta verificação será feita nos seguintes itens:

- a) Inicialmente será feito o controle do alinhamento existente, considerando-se como fixos apenas os marcos de concreto colocados nos vértices, bem como os colocados nos alinhamentos
- b) Será verificado o valor e o sentido de todos os ângulos da Linha.
- c) Todos os comprimentos dos vãos entre estruturas serão controlados, dando-se especial atenção aos vãos de maiores comprimentos ou localizados em áreas em que tenham sido encontradas divergências com a planta-perfil.
- d) Será verificada a elevação dos pontos em que tiverem sido locados estruturas, bem como a correta locação das estruturas no terreno.
- e) Nas travessias com rodovias ou com outras Linhas, será verificada a existência de estruturas locadas dentro da faixa de domínio e/ou da faixa não edificável das mesmas, bem como verificadas as alturas dos cabos condutores do solo.
- f) Caso fiquem constatadas, através de inspeção visual, divergências entre a configuração do relevo do terreno e o desenho do perfil de um determinado vão, o FORNECEDOR deverá fazer o levantamento topográfico deste vão e providenciar a correção do desenho de planta e perfil.
- g) Deverão ser verificadas as cotas dos pontos de cruzamento com outras Linhas, bem como as alturas dos cabos das Linhas atravessadas em ditos pontos.

Deverão ser verificadas as cotas dos pontos em que, de acordo com o projeto de locação das estruturas, a distância entre o condutor e o solo for a mínima especificada (pontos críticos).



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

As folhas encontradas em quaisquer dos pontos do item anterior deverão ser imediatamente comunicadas por escrito à FISCALIZAÇÃO, que providenciará a solução adequada para cada caso.

O FORNECEDOR deverá à reimplantar marcos e piquetes que tenham sido destruídos ou deslocados, sem custos adicionais para CONTRATANTE.

Serão de inteira responsabilidade do FORNECEDOR os prejuízos decorrentes da não execução ou da execução imperfeita das verificações a seu cargo, bem como da falta de comunicação oportuna das falhas encontradas.

10.13.3 Locação Física das Estruturas e Levantamento das Seções Diagonais

10.13.3.1 Dados para Locação

Após a elaboração do projeto de locação da Linha definidos os tipos e as características das estruturas, os vãos e os detalhes que deverão ser observados na locação física das estruturas, e da aprovação pela CONTRATANTE, será executado a locação física das mesmas.

Quando necessário, serão elaboradas instruções adicionais e ou revisões, destinadas a mostrar com maior detalhe o trabalho ou corrigir qualquer engano ou omissão nos desenhos e ou instruções.

Todos os desenhos e documentos, bem como as revisões ou instruções adicionais deverão conter o carimbo “APROVADO PARA EXECUÇÃO”, devidamente rubricado por representante da CONTRATANTE, correndo por conta do CONTRATADO quaisquer ônus decorrentes da execução dos serviços com base em desenhos ou documentos não aprovados para execução sem a prévia e expressa autorização pôr escrito da CONTRATANTE.

10.13.3.2 Locação do Centro da Estrutura

A locação do centro da estrutura será feita com base nos elementos de projetos aprovados pela CONTRATANTE e no estaqueamento e marcos do levantamento topográfico.

A medida deverá ser feita taqueometricamente, eletronicamente, ou a trena. O afastamento do marco ou piquete de centro, permitido entre três estruturas consecutivas será de 10 mm.

O piquete central deverá ser materializado através de marco de concreto, devendo ser firmemente cravado no solo, ficando aflorado aproximadamente 5 cm.

O marco de concreto deverá conter a numeração da estrutura gravada com punção em placas de alumínio.

Se a locação incidir em terrenos rochosos, com pedras irremovíveis, o ponto deverá ser marcado de forma indelével e de fácil identificação.

Não será necessária a cravação de marcos nos vértices, pois obrigatoriamente haverá marco de concreto no local. Caso isto não ocorra executar a reconstituição de preferência com dois instrumentos, obedecendo criteriosamente os ângulos lidos no levantamento topográfico, cravar após a locação a estaca de identificação.

Proceder da mesma forma quando a locação coincidir com o marco de concreto em alinhamento, eliminando apenas o uso de dois instrumentos.

A identificação será feita com uma estaca de madeira de lei (testemunha), cravado ao lado do marco ou piquete de centro, a uma distância entre 20 e 30 cm, com o número da estrutura gravado com tinta óleo (de preferência vermelho) e a gravação voltada para o piquete.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Em torno dos marcos de centro com as respectivas estacas de identificação, será feito um acero circular com aproximadamente 50 cm de raio para facilitar sua localização futura e protegê-la de queimadas.

Se a locação das estruturas incidir em áreas agrícolas os marcos deverão ser protegidos de modo a evitar a sua destruição durante as operações agrícolas, tais como, aração e colheita.

Se a locação da estrutura incidir em terrenos alagadiços, encostas íngremes, pedra de grande dimensões ou outros obstáculos que impeçam os serviços de locação o CONTRATADO deverá obrigatoriamente, em tempo hábil, informar a CONTRATANTE, a qual providenciará o deslocamento da estrutura conforme o caso. Não poderá ser feita qualquer modificação na posição das estruturas sem a prévia autorização da CONTRATANTE.

Deverão ser locados 4 (quatro) piquetes auxiliares, que permitirão a relocação do piquete central em casos de recobrimento com terra proveniente das escavações, ou seu deslocamento acidental. Estes piquetes deverão auxiliar a locação das seções diagonais.

Esses 4 (quatro) piquetes auxiliares deverão ser cravados em relação ao piquete central, para as estruturas em alimento ou ângulo.

Os piquetes auxiliares serão feitos de madeira de lei, e deverão ser firmemente cravado no solo, ficando uma porção aflorada de aproximadamente 5 cm. O ponto central será indicado através de um prego cravado no topo do piquete.

Se a cravação do piquete auxiliar incidir em terreno rochoso, o ponto será marcado com tinta a óleo indelével.

Na hipótese dos piquetes das estacas de referência para locação serem destruídos ou arrancados, deverá se proceder da seguinte maneira:

- a) Iniciar a locação pelos marcos de deflexões da linha, reconstituindo-os se necessários;
- b) Medir os vãos dos projetos em referência, procedendo assim a locação das estruturas;
- c) Medir os vãos com aparelhos eletrônicos, evitando-se na medida do possível medição com miras para não ocorrer acúmulos de erros sucessivos.

Encontrando-se no campo os piquetes ou estações da topografia proceder a locação pelo chamamento do número da estaca, conferir em seqüência os vãos do projeto.

A locação em ambas as situações deverá ser observado sempre toda as discrepâncias entre o vão do projeto e vão materializado no terreno, anotar estas discrepâncias no perfil ou na lista de construção.

A locação das estruturas será começada sempre no início das tangentes para evitar erros acumulados de alinhamentos, em hipótese nenhuma a locação deverá ser iniciada em pontos intermediárias das tangentes. Não será permitido o início da locação em sentidos opostos.

Durante os trabalhos de alinhamento, deverá ser adotado o método de dupla visada CE e CD a ré e avante, obtendo-se a média destas visadas eliminando-se de forma possível erros grosseiros e do Teodolito fora da precisão de fábrica.

10.13.4 Levantamento das Seções Diagonais

As seções serão levantadas partindo do marco de concreto, devendo as cotas ser tomadas em intervalos máximos de 3 (três) m, devendo ser utilizado o modelo de caderneta de campo descrito no item 3 destas Especificações ou na tabela de locação.

Quando existirem acidentes no terreno, o número de medidas a serem feitas e o intervalo entre elas deverá ser de tal maneira que reproduzam com fidelidade as variações do terreno.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Mesmo nos casos de terrenos planos ou com declividade regular (inferior a 10 cm em 3 m), será obrigatória a tomada de no mínimo três pontos em cada semi-seção.

O levantamento das seções diagonais poderá ser feito taqueometricamente ou a nivelamento geométrico. O primeiro método citado fixando-se o instrumento no horizonte a 90° (noventa graus) na direção de cada perna da estrutura, anotando os valores das leituras dos desníveis e anotar na tabela de locação fornecida pela CONTRATANTE, substituindo-se o uso da caderneta de campo.

Para o cálculo dos desníveis será adotada a cota do centro da estrutura.

A locação e levantamento das seções diagonais das estruturas só será iniciada após o alinhamento das tangentes de vértice a vértice, observando as seguintes tolerâncias de alinhamento:

$$T = d \times 2 \text{ [cm]}$$

d = medido em metro

Em torno dos piquetes auxiliares serão feitos aceros com um raio de aproximadamente 50 cm, para facilitar a sua localização futura e protegê-lo de queimadas.

As áreas em torno dos piquetes serão roçadas e limpas, admitindo-se apenas a vegetação rasteira.

Os valores obtidos dos levantamentos das seções diagonais dos perfis, deverão ser calculados e desenhados.

Em cada desenho serão representados 9 (nove) m de levantamento de cada seção, partindo sempre do piquete central da estrutura.

A indicação do perfil A/C, será em linha cheia e contínua, e tracejada para B/D, devendo ainda conter em suas extremidades as letras correspondentes de cada diagonal.

As folhas deverão ter as dimensões do formato padrão ABNT-A4 normal (210 x 297) de boa qualidade, tendo o seu retângulo (160 x 120).

As seguintes informações pelos menos, deverão constar:

- Número da estrutura;
- Tipo de estrutura;
- Altura da estrutura;
- Ângulo da linha;
- N° da estaca de referência;
- Distância em m até a estaca de referência (vante e/ou ré);
- Natureza do terreno;
- Progressiva da estrutura;
- Cota do piquete central.

10.13.5 Marcação das Escavações

Depois de feita a verificação do levantamento topográfico e do traçado da Linha e de executada a locação das estruturas, o FORNECEDOR procederá à marcação das escavações das fundações, de acordo com os projetos de fundações, aprovados pela CONTRATANTE.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

A locação das escavações deverá ser executada com precisão suficiente para evitar a interferência do elemento enterrado da estrutura com a armadura de concreto e com a escavação do terreno.

O FORNECEDOR deverá também proceder à medida das diferenças de cotas entre os quatro centros de fundações, para programação correta dos afloramentos.

O FORNECEDOR preencherá, para cada estrutura, formulário modelo a ser fornecido pela FISCALIZAÇÃO, com as dimensões de cada cava, incluindo a profundidade e indicando sua locação com respeito ao piquete central. Os dados apresentados neste formulário deverão ser aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

Salienta-se que as profundidades das cavas deverão ser dadas em relação ao nível do piquete central da estrutura, salvo indicação contrária da FISCALIZAÇÃO.

10.14 Sondagens

10.14.1 Responsabilidades do FORNECEDOR

Eventualmente as sondagens necessárias à definição das fundações serão executadas pelo FORNECEDOR.

As sondagens serão realizadas por sondadores experientes e supervisionadas, em campo, por engenheiro ou geólogo experiente que responderá pela classificação das amostras de solo coletadas. O tipo de sondagem para cada torre será definido previamente pela FISCALIZAÇÃO.

10.14.2 Sondagens a Trado

Deverá ser executada uma sondagem a trado (ST) junto e a uma distância mínima de 1 m do piquete central de cada uma das estruturas projetadas, sem danificar ou mudar a posição do referido piquete.

As sondagens deverão ser iniciadas após a limpeza de uma área circular de dois m de diâmetro, concêntrica ao furo a ser executado.

O material obtido da perfuração deverá ser agrupado em montes, correspondendo cada monte a cada metro perfurado.

Quando houver mudança de material no transcorrer de um metro perfurado, deverão ser preparados dois montes relativos ao material anterior e posterior à mudança.

As sondagens serão iniciadas com trado cavadeira de 4" de diâmetro até onde as condições de solo permitirem. No caso de impossibilidade de avanço com trado cavadeira, à critério da FISCALIZAÇÃO, poderá ser utilizado trado espiral. Deverá haver empenho em se aprofundar a sondagem até 6 m de profundidade. Caso não se consiga atingir 6 m e se desconfie da ocorrência de material muito fraco abaixo, à critério da FISCALIZAÇÃO será feita sondagem SPT no local. O mesmo procedimento será obedecido mesmo quando se atingir 6 m de profundidade e o material detectado ao longo do furo for muito fraco.

O controle das profundidades dos furos deverá ser feito pela diferença entre o comprimento total das hastes com a broca e a sobra das mesmas em relação a um nível de referência fixado junto à boca do furo.

A sondagem a trado será dada por terminada quando atingir a profundidade limite de 6,0 m, quando atingir material impenetrável ou quando interceptar o lençol freático com tipo de solo que impossibilite o avanço da sondagem.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

De cada sondagem deverá ser executado um perfil individual, onde constem: número de torre do projeto de locação, número de furo, data de execução, indicação da profundidade do nível de água, classificação dos materiais e motivo da paralisação da sondagem.

10.14.3 Sondagens SPT

Será realizada uma sondagem a percussão tipo SPT, com medida do índice de resistência à penetração, nos locais em que são previstas fundações especiais e, à critério da FISCALIZAÇÃO, para grupos de torres situadas sem áreas consideradas geologicamente equivalentes, para a qual não se disponha de dados satisfatórios para definições das fundações das estruturas.

Deste modo, as sondagens SPT devem ser realizadas em todas as torres de ancoragem e também nos locais onde se tenham deflexões maiores do que 3 graus. A critério da FISCALIZAÇÃO também deverão ser executadas sondagens SPT nos fundos de vales ou em encostas, e ainda em alguns locais especiais onde as sondagens a trado mostrarem que o N.A. atinge a base das grelhas das torres.

Na sondagem SPT será utilizado tubo de revestimento de 2 1/2" de diâmetro interno, amostrador padrão Raymond Terzaghi com diâmetro de 1 1/8".

O início do avanço da sondagem deverá ser com trado. Surgindo a impossibilidade de avanço com trado se passará ao sistema de avanço com trépano e circulação de água. O índice SPT, bem como o recolhimento de amostra, deverão ser verificados a cada metro de profundidade. O amostrador deverá ser cravado 45 cm, anotando o número de golpes para a penetração de cada 15 cm. O peso do martelo 65 Kg com altura de queda de 75 cm. O índice SPT será o correspondente ao número de golpes necessários para penetrar os últimos 30 cm.

Com menos de 8 m de profundidade, as sondagens só devem ser interrompidas se for constatada a presença de material impenetrável (mais de 50 golpes SPT para 30 cm).

Com a profundidade de 8 m ou mais, as sondagens podem ser interrompidas desde que apresentem resistências à penetração SPT crescente com a profundidade e atravessem uma camada contínua de solo de 3 m de espessura, com índices SPT superior a 20 golpes. Ocorrendo camadas de baixa resistência, constituídas de argila mole contínuas ou intercaladas com camadas de maior resistência, a sondagem deverá ser aprofundada até atravessar a camada contínua de 5 m com resistência à penetração superior a 20 golpes e finalizando com SPT superior a 30 golpes ou ocorrendo material impenetrável.

A classificação táctil-visual das amostras será feita pelo engenheiro ou geólogo experiente supervisor. As amostras deverão ser embaladas em frascos de vidro ou de plástico, identificados com etiquetas dentro e fora do plástico e guardados em locais previamente definidos pela FISCALIZAÇÃO.

O FORNECEDOR deverá apresentar um perfil geotécnico individual de cada sondagem, onde constem dados de locação, data de execução, profundidade e descrição das camadas atravessadas, indicação gráfica e numérica dos índices de penetração SPT a cada metro de profundidade, o sistema de avanço, ocorrência do nível de água e outras ocorrências julgadas de interesse.

10.15 Fundações das Estruturas

10.15.1 Tipos de Fundações

Considerando as condições do subsolo que podem ocorrer ao longo da faixa das linhas, estão previstos vários tipos de fundações.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Durante a abertura das cavas, por exame visual, será verificada a compatibilidade das características do solo com as indicações no projeto. No caso de qualquer dúvida, a FISCALIZAÇÃO deve ser consultada e, se julgado necessário, recorrerá ao Projetista para a adoção de providências cabíveis.

Qualquer que seja o tipo de fundação aplicada, as tolerâncias de execução das mesmas, depois de concluídas, serão as seguintes:

- Deslocamento do centro
 - transversal à linha ± 50 mm
- Profundidade das cavas
 - ± 50 mm em todas as cavas, com relação a profundidade nominal.

10.15.2 Classificação das Escavações

As escavações, dependendo do grau de dificuldade para a sua execução, serão classificadas conforme as seguintes categorias:

- **Categoria A** - Escavações em solo normal. Esta escavação é a que pode ser feita sem a necessidade de escoramento e com utilização de ferramentas comuns de escavação como pás, enxadas, enxadões ou escavadeiras. Para este tipo de solo os valores de resistência à penetração deverão ser iguais ou menores que o equivalente a 25 golpes SPT.
- **Categoria B** - Escavação em rocha friável ou solo muito resistente. Esta categoria inclui escavação em rocha muito alterada ou muito fraturada, areia muito compactada ou argila muito dura, solo de alteração de rocha muito compactado com presença de pedras, ou matacões. É executada sem uso de explosivos, mas exigindo o emprego de alavancas, picaretas, rompedores e outras ferramentas similares para escavação. Para este tipo de solo os valores de resistência à penetração deverão ser superiores a 25 golpes SPT.
- **Categoria C** - Escavação em rocha. É caracterizada como sendo toda escavação que exige a utilização de explosivo para a sua execução. Esta escavação deverá ser impenetrável ao trado manual, ao SPT e à lavagem por tempo.
- **Categoria D** - Escavação com escoramento. Classificam-se neste item dos terrenos cuja escavação seja executada em presença de água e cuja resistência do terreno seja suficientemente baixa, exigindo a execução de escoramento para evitar desmoronamento. A simples presença de água durante a execução da escavação, até a etapa de concretagem, em terrenos que dispensam o escoramento, não será razão suficiente para a sua classificação na categoria D.

10.15.3 Serviços Iniciais

10.15.3.1 Preparação dos Locais de Estruturas

O FORNECEDOR deverá efetuar a preparação e/ou limpeza do local das estruturas com e remoção de troncos, galhos e outros detritos, mantendo intacto ou restaurando o *greide* natural dos locais. A FISCALIZAÇÃO poderá solicitar a modificação do *greide* ou qualquer outra correção do terreno, inclusive nas condições de drenagem da área.

Nos casos em que a limpeza do local possa dar origem a processos de erosão, o FORNECEDOR deverá recompor a vegetação rasteira. Em casos excepcionais, a FISCALIZAÇÃO poderá solicitar a execução de serviços visando melhor as condições de estabilidade do terreno.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Especial atenção deverá ser dada pelo FORNECEDOR quanto à proteção das escavações em áreas urbanas. Estas deverão ser adequadamente sinalizadas, de modo a se evitar acidentes com pedestres e veículos.

Eventuais interferências com os serviços de utilidade pública deverão ser comunicadas com antecedência à CONTRATANTE, para as devidas providências quanto a remanejamento ou obras complementares.

10.15.3.2 Posicionamento das Fundações

No posicionamento das fundações deverão ser observados os seguintes pontos:

- O alinhamento das fundações poderá ser obtido pelo emprego de gabarito;
- Com qualquer processo, as fundações deverão ser trazidas à posição e à declividade corretas, ajustando-se os diversos dispositivos posicionadores e controladores, principalmente no caso de chumbadores.

10.15.4 Escavações

As dimensões da cava deverão ser as menores possíveis, a fim de se aproveitar, no máximo, a consistência natural do solo. O fundo das escavações deverá se compactado e nivelado na cota correta, a fim de assegurar o perfeito posicionamento das fundações. Caso as escavações ultrapassem as profundidades previstas, o FORNECEDOR deverá fazer, às suas expensas, o reaterro com material adequado (solo natural, solo-cimento, brita ou areia compactada) aprovado pela FISCALIZAÇÃO, até o nível correto. A compactação do fundo da cava para o apoio direto das estruturas deverá ser feita em torno da umidade ótima.

As escavações em tempos chuvosos deverão ser evitadas e as cavas já abertas deverão ser protegidas, sendo cobertas com material impermeável, e ainda executada uma drenagem eficiente ao redor das cavas, para impedir o processo de erosão e desmoronamento.

Se, por qualquer motivo, uma cava de fundação permanecer algum tempo aberta, e ocorrer chuva que venha causar acúmulo de material inadequado em seu fundo, o FORNECEDOR deverá remover este material, substituindo-o por material adequado, aprovado pela FISCALIZAÇÃO, convenientemente compactado, às suas expensas.

Se for verificada, durante as escavações, a necessidade de regeneração do solo da base da fundação, a FISCALIZAÇÃO poderá ordenar escavações mais profundas, até se obter o terreno em condições aceitáveis. O reaterro deverá ser executado com material aprovado pela FISCALIZAÇÃO e convenientemente compactado.

A FISCALIZAÇÃO, também neste caso, poderá optar por outro tipo de fundação.

O FORNECEDOR deverá cobrir a boca das cavas a fim de prover proteção contra acidentes de pessoas ou animais. Onde necessário, as cavas deverão ser protegidas com cercas em torno das mesmas, como medida de segurança. O FORNECEDOR assumirá todas as responsabilidades de acidentes, bem como reclamações de terceiros, decorrentes da proteção inadequada das cavas das fundações.

O trabalho de escavação inclui o afastamento de qualquer água represada nas cavas, independentemente de sua origem. Ocorrendo água no interior da cava, a mesma deverá ser bombeada.

O FORNECEDOR deverá fornecer, colocar, cravar, manter e remover cortinas de estacas pranchas e contraventamentos, se necessários às escavações. Terminada a escavação, no caso de fundações em concreto armado, deverá ser executado um lastro de concreto magro no fundo da cava, utilizando um concreto com consumo de cimento de 150 Kg/m³.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

A escavação da fundação poderá ser executada tanto manualmente como mecanicamente. A escavação deverá ser executada obedecendo as dimensões indicadas no projeto, que serão rigorosamente consideradas para efeito de medição. Os volumes excedentes não serão considerados para fins de pagamento.

O material escavado deverá ser depositado a uma distância superior a 0,7 m, da borda da cava.

O uso de explosivos estará sujeito à aprovação da FISCALIZAÇÃO. Caso seja necessário a sua utilização, o FORNECEDOR deverá proceder de modo a não prejudicar a estabilidade, segurança e a qualidade do serviço. O armazenamento, transporte e uso dos explosivos, deverão obedecer às leis federais e estaduais aplicáveis.

O FORNECEDOR deverá preparar a superfície da cava aberta na rocha, de modo a permitir uma união adequada entre esta e o concreto de enchimento. O fundo da cava deverá ser aproximadamente horizontal e toda rocha solta ou friável, fragmentos, sujeiras, etc., deverão ser removidos do seu interior, antes do lançamento do concreto.

O FORNECEDOR deverá efetuar pequena terraplanagem na área ocupada pela estrutura, onde necessário, para adaptar, dentro da tolerância de altura de fundação enterrada, ou acima do nível do solo, que serão indicadas no projeto.

Os taludes laterais poderão ser verticais ou inclinados até a inclinação de um na vertical para um na horizontal, de acordo com a natureza do solo. Os taludes inclinados só poderão ser executados com autorização da FISCALIZAÇÃO. O volume excedente de projeto devido aos taludes não poderá ser cobrado pelo FORNECEDOR, devendo ser diluídos nos custos normais de escavação.

A escavação para tubulões deverá ser executada por elementos experientes neste tipo de escavação. Inicialmente, deverá ser escavado o cilindro vertical, até a cota inferior da base da escavação. Em seguida deverá ser feita a escavação para alargamento da base. No caso do solo apresentar sinais de instabilidade ou impossibilidade para este tipo de escavação, a FISCALIZAÇÃO deverá ser comunicada para serem definidas as providências a serem tomadas.

O material escavado será removido para fora da escavação através de um balde com corda e um sarrilho montado na superfície do terreno. No interior da escavação deverá permanecer sempre uma corda, com nós a cada cinquenta centímetros, e com uma das pontas devidamente fixadas fora da escavação, de modo a possibilitar a entrada e saída do poceiro a qualquer momento. No nível do terreno natural e próximo ao tubulão deverá sempre permanecer no mínimo um auxiliar do poceiro ou servente, para providenciar a retirada do material escavado e prestar auxílios ao poceiro que se encontra no interior da escavação.

A critério do FORNECEDOR, a escavação também poderá ser mecânica, utilizando-se equipamentos especiais apropriados. Para diâmetros inferiores a 70 cm, a escavação dos tubulões será obrigatoriamente mecânica.

Concluída a escavação, deverá ser introduzida a armação do tubulão pré-montada, conforme indicado no projeto, utilizando-se pequeno guindaste, tripé ou pau-de-carga. A armação deverá ficar centralizada na escavação, podendo ser utilizados pequenos calços de concreto pré-fabricados amarrados à armação, para facilitar a centralização. Em seguida deverão ser colocados, posicionadas e verificados os *stubs*, através de meios topográficos, utilizando-se, de preferência, gabaritos.

10.15.5 Reaterro

O material para reaterro, em princípio, será o mesmo material escavado, exceto quando se tratar de:

- a) argila orgânica mole;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- b) material com muita matéria orgânica ou detritos vegetais;
- c) material que não possibilite atingir, depois de compactado, o peso específico previsto no projeto;
- d) materiais argilosos cuja porcentagem de silte + argila, seja superior a 70%.

Nestes casos o FORNECEDOR deverá providenciar a substituição por material de empréstimo adequado, obedecendo as restrições descritas em (a), (b), (c) e (d) acima, e aprovado pela FISCALIZAÇÃO. Pedras com dimensões inferiores a 30 cm poderão ser deixadas no reaterro desde que fiquem envolvidas por solo e sejam colocadas cuidadosamente.

O FORNECEDOR deverá adotar as medidas necessárias para proteção do material retirado da escavação e que será utilizado no reaterro. A não adoção de medidas adequadas poderá acarretar deterioração das qualidades do material, tornando-o inadequado para o reaterro.

Nesta hipótese o FORNECEDOR providenciará, às suas expensas, o material de empréstimo necessário. O material escavado não deverá ser depositado próximo às bordas da escavação para evitar-se a possibilidade de desmoronamento. As escavações deverão ser executadas observando-se as recomendações das Normas NBR-6122/1982.

Todo o material de empréstimo a ser utilizado deverá ser providenciado pelo FORNECEDOR.

O reaterro deverá ser executado em camadas de aproximadamente 20 cm de espessura, devidamente compactadas com socadores manuais ou mecânicos.

A compactação deverá ser efetuada até se obter peso específico do solo igual ou superior ao indicado nos projetos. O controle de compactação será através de processos expedidos de campo, medindo-se o peso específico através do cilindro amostrado de paredes finas e a umidade pelo processo *Speedy*.

Este controle não elimina a responsabilidade do FORNECEDOR pela boa qualidade do aterro compactado, podendo o mesmo, para o seu próprio controle de execução, fazer outros testes e ensaios que julgar necessários.

Se ficar caracterizada comapctação inadequada, será de responsabilidade do FORNECEDOR, sem ônus para a CONTRATANTE, a reescavação e recompactação adequada em todas as fundações com dúvida na qualidade de compactação.

Caso o solo esteja com umidade excessiva, para correção, poderá ser misturado com solo seco ou espalhado, aguardando-se a secagem natural.

No caso do solo estar excessivamente seco, deverá ser irrigado.

O reaterro de todas as escavações deverá atingir 30 cm acima do nível do terreno, em forma abaulada, a fim de facilitar principalmente o escoamento das primeiras chuvas. Após ocorrências das primeiras chuvas, deverá ser verificado se o terreno cedeu.

Neste caso o FORNECEDOR deverá restabelecer as condições da fundação acabada.

No que concerne ao reaterro das fundações em caixa de concreto, deverão ser obedecidas as recomendações a seguir:

- Antes do início do reaterro com areia, deverá ser lançada uma camada de aproximadamente 5 cm de argamassa de cimento e areia no traço 1:6 em volume, e fator água/cimento = 0,45, devidamente apiloada, no fundo da caixa, entre o poste e a mesma, de maneira a se evitar a fuga do material por carregamento de partículas para o interior do poste metálico (oco), e portanto a perda da estabilidade do reaterro, e por conseguinte deslocamentos sensíveis.
- Aguardar pelo menos duas horas antes de se iniciar o reaterro.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Deve-se iniciar o reaterro de areia propriamente dito, lançando-se camadas de no máximo 30 cm de material devidamente limpo, proveniente de jazidas previamente aprovadas pela FISCALIZAÇÃO, isento de impurezas, detritos e de preferência areia bem graduada, sem excesso de material de granulometria fina como siltes e argilas.
- Adiciona-se água à camada lançada, de maneira a possibilitar adensamento mecânico eficiente através de um vibrador de concreto, procedendo-se de maneira criteriosa, devendo-se evitar o excesso de água que será prejudicial na obtenção da máxima compactação. A quantidade de água deve ser tal que, terminada a operação de adensamento, uma pequena lâmina permaneça, indicando a completa saturação da areia no reaterro.
- O bastão vibrador deverá ser inicialmente introduzido até o fundo da caixa, em posição levemente inclinada, de maneira a se tornar quase horizontal (quando o espaço permitir), possibilitando uma vibração simultânea e homogênea em maior área da camada. Este procedimento deverá ser aplicado a toda extensão da fundação, de forma a se obter um adensamento uniforme da mesma.
- O mesmo critério deverá ser aplicado às demais camadas subseqüentes, até o término do reaterro, que deverá ser fixado à cota de 5 cm além da cota de projeto.
- Caso, na última etapa de vibração por camadas, não se note a presença da lâmina d'água sobre o material adensado, deve-se adicionar mais água, seguindo-se nova vibração. Em caso contrário, e excesso de água deverá ser esgotado a critério da FISCALIZAÇÃO.
- O movimento do bastão vibratório deverá ser lento, especialmente na sua retirada, de modo a evitar a formação de vazios anteriormente ocupados pelo vibrador.
- O controle de qualidade da camada adensada poderá ser feito por métodos expeditos, que consiste em se pressionar contra a superfície do reaterro executado, instrumentos de ponta e/ou de lâmina. À sua maior ou menor facilidade de penetração, associa-se o seu grau de compactação. Sugere-se a utilização de uma colher de pedreiro aplicada de ponta contra a camada, de maneira que a mesma penetre no máximo 2 a 3 cm sob uma força manual de 20 a 30 kgf.
- Em pontos inacessíveis, deverá ser utilizada uma barra de armadura diâmetro 1/2", pressionando-se ao longo da superfície do reaterro adensado. Caso se verifique a falta de adensamento em qualquer ponto, deve-se proceder uma vibração complementar.
- Decorrido no máximo dois dias após a conclusão do reaterro, deve-se executar um selo de concreto simples de aproximadamente 5 cm de espessura, umedecendo-se previamente o reaterro antes da sua aplicação.
- Junto à estrutura do poste deve-se escariar em todo o seu perímetro a camada do selo, impedindo-se o seu contato direto numa espessura de aproximadamente 2 cm.
- Deve-se, por fim, executar uma massa asfáltica (betuminosa) e aplicar em forma de cordão em todo o perímetro do poste, entre este e a camada do selo, de maneira a se obter uma perfeita estanqueidade, independentemente da variação da temperatura.

10.15.6 Fundação em Concreto

Terminada a escavação, deverá ser executado um lastro de concreto simples no fundo das cavas, de 5 cm no mínimo, no local de menor espessura do lastro, utilizando-se concreto com consumo de cimento de 150 kg/m³.

Verificado topograficamente o posicionamento da fundação, deverão ser colocadas as formas laterais, a armadura e o concreto. A superfície da base deverá ser desempenada, com



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

desempenadeira ou colher de pedreiro, de modo a ficar razoavelmente lisa. Após a colocação das formas laterais do pilar deverá ser complementada a concretagem, efetua-se, também manualmente, o acabamento no topo da fundação, conforme indicado no projeto.

As formas e escoramento deverão ser de madeira apropriada para este fim, e executadas adequadamente para modelar o concreto, conforme indicado no projeto. Antes do lançamento concreto, as formas, no caso de estarem secas, deverão ser umedecidas.

As formas para concretagem da parte dos tubulões que fica acima da superfície do solo, deverão ser metálicas e colocadas adequadamente.

O aço previsto para a armadura é do tipo CA-50-A, e deverão ser empregadas somente barras que satisfaçam às especificações NBR-7480 da ABNT. Todo o aço colocado na obra deverá ser testado conforme a mesma especificação da ABNT. As amostras de cada lote serão testadas nos laboratórios previamente aprovados pela FISCALIZAÇÃO, devendo o FORNECEDOR providenciar, às suas custas, o transporte das mesmas até o laboratório e a execução dos testes. A critério da FISCALIZAÇÃO, o FORNECEDOR poderá apresentar alternativamente certificados de ensaios correspondentes executados por laboratórios idôneos e às suas expensas.

As barras deverão ser dobradas a frio e colocadas conforme indicado no projeto, utilizando-se arame recozido para as amarrações necessárias. A ferragem deverá estar isenta de impurezas, graxas, etc., que possa diminuir a sua aderência ao concreto. Emendas ou soldas de barras de armaduras, não previstas no projeto, só poderão ser feitas com prévia autorização da FISCALIZAÇÃO.

Qualquer armadura, inclusive de distribuição, de montagem e de estribos, deve ter cobertura de concreto nunca menor que as espessuras prescritas na NBR-6118.

Para garantir o recobrimento mínimo estabelecido serão confeccionadas pastilhas de concreto de espessura igual a do cobrimento previsto. A resistência do concreto das pastilhas deverá ser igual ou superior a do concreto das peças às quais serão incorporados. As pastilhas serão providas de arames para fixação nas armaduras.

Todo cuidado deverá ser tomado na montagem de armadura no interior das formas e/ou escavações, de modo que a mesma não se deforme durante a instalação e se mantenha firme durante o lançamento e vibração do concreto, conservando-se inalteradas as distâncias das barras entre si e das faces das formas ou da escavação.

A areia, pedra britada ou pedregulho, será aquele que tiver procedência mais próxima do local da torre e desde que seja considerado adequado para o concreto, devendo satisfazer as Especificações NBR-7211 da ABNT. Portanto o FORNECEDOR deverá encaminhar, às suas expensas, ao laboratório, os materiais em quantidade suficiente para a execução dos ensaios e caracterização. Após os ensaios, a FISCALIZAÇÃO aprovará ou não a utilização dos agregados. Na hipótese dos ensaios revelarem a inadequabilidade dos agregados, o FORNECEDOR deverá encaminhar novas amostras de outras jazidas.

A água para mistura do concreto deverá ser limpa e isenta de teores de substâncias consideradas prejudiciais, e de acordo com a NB-1/78 da ABNT. Toda a água potável em princípio será considerada utilizável. Em caso de dúvida, a FISCALIZAÇÃO poderá solicitar ensaios comparativos, cabendo ao FORNECEDOR executá-lo às suas expensas.

O cimento será do tipo Portland comum, e deverá satisfazer as Especificações EB-1 da ABNT. O cimento que estiver empedrado, devido a envelhecimento de estocagem ou a umedecimento, não poderá ser utilizado. Lotes recebidos em épocas diversas não deverão ser misturados, mas colocados separadamente de maneira a facilitar sua inspeção e emprego em ordem cronológica de recebimento.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

O concreto deverá ser dosado para uma resistência característica à compressão mínima $f_{ck} = 15$ Mpa, um grau de consistência medido pelo ensaio de abatimento do tronco de cone, definido na norma MB 256 de 5 a 10 cm, bem como um teor de cimento mínimo de 300 kg por metro cúbico de concreto.

A resistência característica à compressão do traço a ser adotado deverá ser previamente comprovada através de ensaios, considerando-se o valor de 7 Mpa para o desvio padrão S_d .

O traço de concreto a ser empregado na obra será estabelecido pela dosagem experimental executada em laboratório idôneo e será submetido à aprovação da FISCALIZAÇÃO. A cada novo FORNECIMENTO de cimento ou agregados o FORNECEDOR deverá solicitar aprovação pela FISCALIZAÇÃO do novo traço de concreto a ser usado.

Sempre que for constada a possibilidade de ocorrência de reações entre os álcalis do cimento e a sílica ativa ou silicatos presentes nos agregados, a dosagem do concreto preverá o emprego de materiais pozolânicos. O teor mínimo de material pozolânico neste caso será de 15 % em relação ao volume solicitado de cimento.

O material pozolânico poderá ser tanto a cinza volante como a pozolana natural e artificial, as quais deverão atender as prescrições da Especificação ASTM C-618, e deverão ser obtidos em fontes produtoras aprovadas pela FISCALIZAÇÃO, através do ensaio prévio de caracterização. Caberá ao FORNECEDOR providenciar o material pozolânico, com os custos incluídos no preço do concreto.

Para cada betonagem de concreto misturado "in loco" ou para cada caminhão betoneira no caso de concreto usinado, o FORNECEDOR deverá executar, na presença da FISCALIZAÇÃO, o ensaio de consistência do concreto pela medida do abatimento (slump) do tronco de cone, conforme NBR-7223 da ABNT.

Com a finalidade de verificar a qualquer mistura e sua resistência ou confirmar a qualidade do concreto adquirido na usina, a CONTRATANTE exigirá a moldagem de 4 corpos de prova para cada estrutura concretada, devendo ser observado que quando a concretagem da estrutura não for concluída em um mesmo dia, deverão ser moldados 2 corpos de prova daquela estrutura por dia de concretagem.

O controle de resistência do concreto será efetivo através da ruptura de corpo de prova aos 7 dias e aos 28 dias de idade para cada estrutura concretada, conforme métodos NBR-5738 e MB-3 e de acordo com a NB-1 da ABNT, devendo o concreto apresentar aos 28 dias uma resistência característica à compressão igual ou maior a 15 MPa.

Ficará a critério da CONTRATANTE aumentar ou diminuir o número de ensaios, bem como tomar a si a responsabilidade de efetuá-los.

As indicações e orientações prestadas pela FISCALIZAÇÃO ao FORNECEDOR, devem ser consideradas como colaboração no sentido de se obter um concreto de melhor qualidade em função dos materiais disponíveis, não tirando a responsabilidade do FORNECEDOR pela boa qualidade da obra.

Antes de serem iniciados os trabalhos de concretagem deverão ser instalados tubos plásticos, para a passagem do cabo contrapeso, embutido no concreto. Este tubo deverá ter suas extremidades tampadas de modo a evitar a penetração da nata de cimento.

O concreto deverá ser preparado em betoneiras de modo a se obter uma mistura homogênea de todos os seus componentes, inclusive eventuais aditivos. O concreto deverá ser lançado imediatamente após seu preparo, não sendo permitido o lançamento de concreto após ter-se iniciado a pega. Não será admitida a utilização de concreto remisturado ou de concreto amassado manualmente. Durante e imediatamente após o lançamento, o concreto deverá ser vibrado contínua e energeticamente por meio de vibradores mecânicos, com comprimentos



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

adequados. O andamento deverá ser cuidadoso para que o concreto envolva completamente e armadura e atinja todos os recantos da forma. Eventualmente, poderão ser aceitas juntas frias, executadas de acordo com a MB-1 e previamente aprovados, por escrito, pela FISCALIZAÇÃO.

A retirada das formas só deverá ocorrer após o concreto estar suficientemente endurecido. No caso das sapatas, a retirada das formas laterais só poderá ser efetuada decorridos no mínimo 3 dias após a concretagem. A montagem das Torres ou Poste só poderá ser iniciada no mínimo 10 dias após a concretagem da fundação. Eventualmente o FORNECEDOR poderá ter interesse em executar a montagem em tempo menor, devendo, neste caso, utilizar traços de concreto previamente aprovado pela FISCALIZAÇÃO e/ou aditivos que permitam obtenção de resistência em menor tempo. Neste caso, o FORNECEDOR arcará com os custos adicionais decorrentes desta mudança de traço e/ou aditivos.

A especificação para execução de reaterro compactado é análoga à apresentada, permanecendo válidas as especificações constantes do subitem 7.5, no que for aplicável, e observando-se que os excedentes de escavação em profundidade serão preenchidos com o mesmo concreto simples do lastro. Salienta-se, apenas, que o reaterro deve ser executado com os devidos cuidados para não danificar o concreto, e ser feito após a retirada das formas.

O FORNECEDOR deverá considerar que em regiões muito agressivas, na parte aflorada do concreto poderá exigir-se pintura com tinta betuminosa.

Os *stubs* deverão ser pintados na área compreendida entre 15 cm acima e 30 cm abaixo da superfície do topo da fundação de concreto.

Em regiões sujeitas a inundação, poderá exigir-se pintura da parte da estrutura sujeita a ficar submersa.

Em todas as fundações de concreto será exigido um selo com tinta betuminosa na transição entre o concreto e o *stub* aflorado. Este selo será executado após o concreto curado, pintando aproximadamente uma área que cubra 2 cm do *stub* e 2 cm no concreto. Este custo, deverá estar diluído no preço do concreto.

A execução da pintura será conforme especificado na tabela abaixo:



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

DEMÃOS	PRODUTOS	COR	ESPESSURA (MICROM)
	PRIMER DE ADERÊNCIA		
1	Nuplate 1350 da Internacional S/A ou similar	verm. Óxido	88 15
1	Intertuf JXA040/JXA041 epoxi preta da Internacional S/A ou similar	Preta	174 125
1	Intertuf JXA039/JXA041 epoxi marron da Internacional S/A ou similar	Marron	174 125
1	Intertuf JXA040/JXA041 epoxi preta da Internacional S/A ou similar	Preta	174 125

Aplicação da Pintura

Para o preparo da superfície e aplicação da pintura deverão ser seguidas a risca todas as instruções do fabricante quando a:

- preparo da superfície;
- dosagem;
- preparo das amostras;
- tempo de vida da mistura;
- período de tempo entre demãos;
- aplicação com trincha, rolo, pistola convencional ou airless-spray;
- precauções e medidas de segurança para cada produto;
- outras condições específicas da aplicação de cada produto em particular.

A tinta não deverá ser aplicada sob chuva, orvalho ou quando a umidade relativa do ar for maior que 85%.

Antes do início dos serviços, o FORNECEDOR deverá realizar sobre amostras de perfis galvanizados pinturas completas, executadas de acordo com as recomendações, na presença da FISCALIZAÇÃO, para treinamento dos pintores e para verificação das espessuras e aderência das camadas de tinta.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Os *stubs* poderão ser pintados e posteriormente montados no local de aplicação, desde que previamente autorizado por escrito pela FISCALIZAÇÃO.

Testes

Deverão ser feitos, no mínimo, duas medições de aderência e de espessura por *stub* pintado.

A critério da FISCALIZAÇÃO poderão ser executados testes adicionais, se considerados necessários para assegurar avaliação representativa da superfície.

Aceitação ou rejeição da pintura será feita através dos testes de aderência e espessura da camada de tinta.

Observe-se que na eventualidade das medições apresentarem resultados insatisfatórios, face aos valores especificados, serão coletados amostras em dobro, e se os resultados adversos se confirmarem, todo o lote será recusado.

O FORNECEDOR deverá dispor de todos os equipamentos necessários à execução dos testes. Quando for o caso, o FORNECEDOR deverá apresentar certificados de aferições dos referidos equipamentos.

O teste de aderência será feito pelo método da fita adesiva, conforme Norma ASTM D3359-76. Deverá ser utilizada fita adesiva semitransparente de 25 mm de largura, cujo poder de aderência seja $40 + 2,8 \text{ g/mm}^2$, quando testada de acordo com o método D 1000. A aderência da fita não deverá alterar-se mais ou menos 5% do seu valor médio dentro do prazo de 12 meses.

Este método consiste em se fazer um corte em forma de X sobre o filme até atingir o substrato, e aplicar sobre o corte fita adesiva, sendo removida em seguida. A avaliação qualitativa da aderência faz-se pela seguinte escala, de 0 a 5:

- 5 - Nenhuma remoção ou deslocamento.
- 4 - Traços de remoção ou deslocamento ao longo dos cortes.
- 3 - Remoção de dentículos de até 1,6 mm em qualquer lado ao longo dos cortes.
- 2 - Remoção intensa de dentículos de até 3,2 mm em qualquer lado ao longo dos cortes.
- 1 - Remoção geral na área do X sob a fita.
- 0 - Remoção além da área do X.

Para a aderência da tinta base, exige-se grau 5 e para aderência da tinta de acabamento exige-se, no mínimo, grau 4.

O teste de espessura do filme seco será executado conforme a Norma SSPC Method for Measurement of Dry Paint Thickness With Magnetic Gauges SSPC-PA2-73T (Steel Structures Paint Council).

Deverá ser utilizado medidor magnético do tipo Armar-Desarmar de escala móvel, tal como o Mikrotest Inspector Tinsley Thickness Gauges ou Elcometer Pull off Gauges.

Os medidores magnéticos apenas indicam e medem a distância entre a superfície magnética do aço e a pequena ponta arredondada do ímã que toca a superfície do filme de tinta. Do valor desta distância há que se deduzir qualquer filme estranho ou outra condição de interferência da superfície do aço.

É oportuno lembrar que muitas das discussões e desacordos sobre relatórios de espessuras originam-se das diferentes conceituações destas correções, ou seja: o que medem os aparelhos sob diversas condições e métodos de uso.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

As leituras do medidor magnético podem ser afetadas pela curvatura da superfície, conforme o grau de tangência. Se a curvatura for apreciável, deve-se calibrar sobre a mesma superfície ou outra similarmente curva.

Para obter-se medições válidas, o imã da ponta tem que estar perpendicular ao plano da superfície pintada.

A superfície da tinta e o imã devem estar livres de poeira, graxas ou outras impurezas, de modo a obter-se íntimo contato com o filme, bem como evitar a aderência do imã. A precisão das medidas será prejudicada caso o filme esteja pegajoso ou muito mole.

Em campos magnéticos fortes, tais como equipamentos de solda, eletroimã ou proximidades de linha de transmissão de força, há interferência na medição. O magnetismo residual do aço também causa interferência.

A maioria dos medidores magnéticos tem apresentado bons resultados se operados na faixa de temperatura de 4 a 49 graus centígrados.

A precisão dos medidores magnéticos, principalmente os do tipo Armar-Desarmar, é afetada pela vibração produzida pelo tráfego, equipamento, abalos, etc. Quando da calibração ou no uso normal, não poderá existir nenhuma vibração aparente.

Erros maiores podem ocorrer e são devidos a variações no método de uso e irregularidades na Superfície do substrato ou no da tinta.

Outrossim, qualquer filme presente sobre o substrato (ferrugem ou escamas de laminação) ou mesmo o perfil do aço jateado, poderá ficar adicionado à espessura aparente do filme de tinta aplicado. Portanto, para a utilização precisa do medidor magnético é necessário saber algo sobre a natureza da superfície a ser pintada e seu efeito nas leituras, razão pela qual a FISCALIZAÇÃO deve ter acesso ao aço galvanizado que lhe permitirá saber se está medindo apenas o filme de tinta ou o filme mais a escama de laminação, ou o filme mais a rugosidade da superfície.

Para determinar o efeito que a superfície do substrato causa nas leituras do instrumento é necessário que durante a primeira pintura se deixem algumas áreas, pequenas e representativas, sem pintura. Como alternativa, pode-se preparar uma réplica no mesmo tipo de aço, em condições similares às obra, que deverá ser medida com o mesmo instrumento usado na superfície pintada.

Diferenças apreciáveis em certas propriedades magnéticas do substrato poderão afetar os valores médios. Contudo estas diferenças entre os aços de baixo teor de carbono são insignificantes.

Testes realizados com tipos de aço de baixa liga e alta resistência não indicaram diferenças apreciáveis no medidor. Para aços de alta liga, a resposta do medidor deve ser conferida, se necessário, e calibrar-se o medidor sobre o mesmo aço.

Os medidores magnéticos são sensíveis a descontinuidades geométricas do substrato, como: buracos, cantos ou pontas.

A sensibilidade a estes efeitos varia de um medidor para outro. Medições feitas a menos de 2,5 cm destas descontinuidades não são válidas, salvo se o medidor estiver calibrado especificamente para estas regiões.

Antes de se iniciar as medidas, o medidor deve ser calibrado sobre um padrão cuja espessura seja suficiente para avaliar filme de tinta especificado.

Deve ser anotada a correção de calibragem necessária para cada espessura padrão. Para evitar descalibragem durante o uso, deve-se freqüentemente conferir com o padrão.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Quando o medidor não permitir mais ajustes, deve o mesmo ser reparado ou substituído.

Os medidores magnéticos, quando bem ajustados e em boas condições, tem um desvio ou erro da ordem de mais ou menos 15 %, relativa à verdadeira espessura de tinta. Este desvio, na maioria dos medidores, fica compreendido em mais ou menos 10 %.

Os medidores magnéticos têm que ser zerados sobre uma chapa de aço rigorosamente limpa e lisa. Os medidores providos com indicador móvel de zero, devem ser zerados toda vez que forem usados, devido à mobilidade do indicador.

É importante lembrar que a precisão depende do dimensionamento escalar do indicador, adequado às espessuras que se vai medir.

Nunca se deve zerar o medidor sobre o aço rugoso, ou sujo.

As leituras repetidas, mesmo em pontos bem próximos, poderão variar bastante. Isto é devido a pequenas irregularidades na superfície. Por isso devem-se fazer 3 leituras no mesmo ponto, seja sobre o substrato sem tinta ou pintado. Para novas leituras basta mover um pouco a ponta do medidor.

Despreze as leituras altas e baixa cuja reprodução seja difícil e considere a média das três leituras como o valor dos pontos medidos.

Execução das Medições

- Executar medida “A” sobre o substrato galvanizado sem tinta e em número suficiente de pontos para se obter um valor médio representativo.
- Executar a medida “B” sobre o filme de tinta, seco, em no mínimo cinco pontos.
- Corrigir as das medições ou as médias, conforme calibração dos instrumentos.
- Subtrair as medidas corrigidas, para obter-se a espessura do filme sobre a superfície original.

Número de Medições

Fazer 5 medições, em cada teste, em pontos espaçados, para cada perfil ou em qualquer área especificada.

Na medição dos pontos não serão admitidos valores abaixo de 80% da espessura especificada. Para fins de média, poder-se-á fazer mais que 3 leituras.

A espessura é definida pelo seu valor mínimo. Salvo restrições específicas, espessuras maiores são permitidas caso não apresentem defeitos de aparência ou função, tais como fendilhamento, enrugamento, etc. Os produtos de pintura deverão ser estocados em locais convenientemente arejados e com temperatura adequada, de acordo com instruções da fabricante.

Caso o FORNECEDOR utilize concreto usinado, a FISCALIZAÇÃO deverá ter livre acesso aos locais de estocagem e/ou jazidas dos materiais para concreto, bem como fazer valer as especificações acima apresentadas.

10.15.7 Preparo e Aplicação de Solo-Cimento

Sempre que considerado necessário para reforço de fundações, onde indicado nos projetos, nos casos previstos nas especificações ou em casos definidos no campo pela FISCALIZAÇÃO, será aplicado solo-cimento.

O solo-cimento é uma mistura de solo, cimento e água. De preferência será utilizado o solo ocorrente no local ou no caso deste ser inadequado, deverá ser utilizado solo de área de empréstimo mais próxima. O solo deverá ser arenoso, com percentagem de argila mais silte



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

inferior a 50% e sem percentagem significativa de matérias orgânica ou impurezas. A FISCALIZAÇÃO, de comum acordo com o FORNECEDOR, selecionará o solo a ser aplicado. Será fixada a proporção de 1 de cimento para 8 de solo, em volume, correspondendo aproximadamente a 150 kg de cimento por metro cúbico de solo-cimento. O cimento será o Portland comum e a água deverá ser limpa.

A mistura será preparada no local, utilizando-se solo seco ou pouco úmido e desagregado, misturando-se inicialmente com o cimento e posteriormente adicionando-se água e misturando até se obter uma mistura homogênea. A quantidade de água deverá ser regulada, de modo a ser obtida uma boa trabalhabilidade da mistura e boa compactação.

A mistura de solo-cimento deverá ser espalhada no local de aplicação em camadas com o máximo de 15 cm de espessura, e compactada normalmente com pilões manuais ou soquetes mecânicos, até se observar que a camada não se reduz mais com os golpes do soquete.

A aplicação do solo-cimento só será executada após aprovação prévia e por escrito, da FISCALIZAÇÃO.

10.15.8 Obras e Serviços Complementares Relativos às Fundações

Neste item serão abordados serviços que se referem a obras de drenagem, proteções das fundações que são executados paralela ou posteriormente à execução das fundações, definidos junto com a FISCALIZAÇÃO antes da revisão Final das Linhas.

Após a conclusão das fundações, todo solo excedente deverá ser espalhado ao redor da fundação de maneira conveniente e também deverá ser reconstituída a vegetação natural ao redor da estrutura.

O FORNECEDOR deverá, na medida do possível, manter a configuração topográfica inicial dos terrenos, de forma a não alterar as condições iniciais do local quanto ao escoamento natural de águas pluviais.

Quando da execução desses serviços, que deverão ser orientados por pessoal experiente para não provocar condições favoráveis à erosão, pondo em risco a segurança das estruturas, deverão ser realizados cortes no terreno de maneira a facilitar o escoamento das águas pluviais sem provocar erosões que interfiram com as fundações das estruturas ou na instalação dos fios contrapeso.

Os serviços acima indicados para manter a configuração inicial do terreno, seja corrigindo os movimentos de solo para execução da fundação, seja para eliminar as erosões provocadas pela não correção acima em tempo hábil, serão executados por conta e ônus do FORNECEDOR.

Sempre que necessário a fundação deverá ser protegida contra erosão. Esta proteção será indicada nos projetos ou será solicitada pela FISCALIZAÇÃO. O FORNECEDOR também poderá sugerir como executar estas obras, ficando sujeito à prévia apreciação por parte da FISCALIZAÇÃO. Estas obras compreendem: canaletas escavadas no solo, canaletas de concreto simples, bueiros, muros de arrimo em concreto ou gabiões, muretas, etc.

As canaletas em solo serão escavadas com profundidade mínima de 20,0 cm, largura mínima de base de 30,0 cm, taludes laterais com inclinação aproximada de 45 graus e declividade mínima de 0,3 %.

As canaletas de concreto simples poderão ser moldadas “*in loco*” e serão da forma trapezoidal, com as mesmas dimensões mínimas indicadas para as canaletas em solo. Poderão ser também de meios tubos pré-moldados, de diâmetro de 50 cm paredes mínimas de 5 cm, com declividade mínima de 0,2 %.

Muros de arrimo por gravidade, ou pequenas obras de concreto, serão executados com concreto comum ou concreto ciclópico.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Sempre que a execução ou construção das fundações coloquem em risco de acidente as pessoas ou animais, deverão ser tampadas ou cercadas convenientemente, sob responsabilidade e às expensas do FORNECEDOR.

10.15.9 Cuidados Especiais em Áreas Urbanas

Entre outros, deverão ser observados os seguintes cuidados especiais na execução das fundações:

- Caso o FORNECEDOR, na escavação da cava de fundação, encontrar alguma interferência no subsolo, como tubulações, dutos, galerias, etc., este deverá avisar a FISCALIZAÇÃO para que sejam estabelecidas soluções para execução e/ou relocação da estrutura.
- A critério da FISCALIZAÇÃO, o FORNECEDOR deverá cercar a área a ser escavada com tapume de madeira ou madeirite e cobrir cava (acabada ou não) com madeira ou madeirite ou chapa de aço presa ao solo, a fim de evitar acidentes com os pedestres, animais ou veículos.
- O FORNECEDOR ficará responsável pelo livre tráfego de veículos e pedestres (nas ruas, calçadas, portas de garagem, estacionamento, etc.), implantando placas de aviso, setas de madeira ou madeirite e sinalizações noturnas, reforçadas para pedestres e chapas de aço para veículos.
- O FORNECEDOR deverá ter cuidados quanto à sujeira e poluição no local das obras e arredores (como pó de cimento, pontas de ferro, pedaços de madeira e pedras, terra, poeira, etc.), a fim de não comprometer a segurança dos pedestres, veículos e edificações.
- O FORNECEDOR deverá restaurar toda a paisagem local (como calçadas, pistas de rolamento, etc.) destruídas para a execução da fundação. A reconstituição da pavimentação dos passeios, calçadas ou ruas deverá ser o mesmo padrão existente.

10.15.10 Fundações Estaqueadas

A fundação estaqueada consta de blocos de concreto armado, apoiadas em estacas. Este tipo de fundação será utilizado onde o solo superficial for de baixa resistência, não dando condições de apoio para outro tipo de fundação e geralmente quando o nível de água ocorrer próximo à superfície do terreno.

A locação dos blocos de fundações e das estacas deverá ser executada topograficamente, conforme indicado nos projetos.

A cravação das estacas deverá ser através de bate-estacas apropriados, com martelo por gravidade ou pneumático. Os comprimentos de cravação serão variáveis e seu valor previsto será indicado nos projetos executivos ou nas 'Listas de Construção' das fundações. Normalmente, as estacas deverão ser cravadas até se obter a "nega" especificada nos projetos executivos. As estacas serão verticais ou inclinadas, até inclinação máxima de 15 graus.

As estacas serão pré-moldadas, de concreto armado ou metálicas. Quando houver necessidade de ser de um determinado tipo, essa condição será indicada no projeto. Quando o projeto apresentar alternativas de um ou outro tipo, a escolha ficará a critério do FORNECEDOR, sujeita porém à aprovação da FISCALIZAÇÃO.

O fornecimento das estacas será a cargo do FORNECEDOR e deverão ser dimensionadas para resistirem ao manuseio, cravação e cargas previstas de trabalho. o segmento correspondente à ponta da estaca deverá ter um comprimento mínimo de 6 m. Para complementação da estaca, no caso da estaca pré-moldada de concreto armado, o FORNECEDOR deverá dispor de segmentos de 4 a 10 m, emendáveis. As emendas serão do tipo de anéis de aço, incorporados previamente à estaca e soldada durante a cravação e deverão ser posicionados de modo a



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

permanecerem sempre abaixo do nível de água. Antes do fornecimento ou fabricação das estacas, o FORNECEDOR deverá submeter à apreciação da FISCALIZAÇÃO o projeto da estaca e tipo de emenda que pretende fornecer, para a devida aprovação ou comentários.

Após a cravação, no caso das estacas de concreto pré-moldado, o topo das estacas deverá ter seu concreto arrazado, deixando-se os ferros de armadura no comprimento indicado pelo projeto, a fim de possibilitar o engastamento das estacas no bloco.

No caso de estacas metálicas, o comprimento mínimo dos perfis a serem utilizados será de seis m. As estacas com até 12 m serão preferencialmente constituídas por uma única peça. Para as emendas, os perfis deverão ser soldados de topo e com talas de espessura e dimensões adequadas, em todos os lados de alma do perfil e também soldadas.

As estacas metálicas deverão ser encapsuladas com concreto para efeito de proteção contra a corrosão. A profundidade deste encapsulamento é função exclusiva do lençol freático, vez que deve atingir um metro abaixo do nível médio deste lençol. O encapsulamento deverá ser executado com espessura aproximada de 5 cm. Esse envolvimento poderá ser executado utilizando-se tubos-luvas com diâmetro adequado, que ficarão como forma perdida.

As estacas metálicas deverão ser cravadas até se obter a “nega” especificada nos projetos executivos.

As estacas metálicas deverão ter suas cabeças preparadas para o engastamento no bloco de concreto da soldagem de “esperas” constituídas de barras de aço de bitola, comprimento e quantidades adequadas, a serem definidas no projeto executivo.

Após a cravação das estacas, o terreno deverá ser escavado e regularizado para posterior aplicação do lastro de concreto no local do bloco.

Permanecem válidas para os blocos de concreto as especificações anteriores quanto a armadura, materiais para concreto, dosagem, controle de resistência e lançamento de concreto, bem como outros tópicos aplicáveis.

O controle e a execução do estaqueamento deverá ser feito numerando-se inicialmente as estacas em ordem crescente e a partir do centro de estaqueamento, de modo que a cravação seja feita obedecendo a referida ordem, evitando-se assim o fenômeno denominado “aperto das estacas”.

O serviço de locação das estacas é de inteira responsabilidade do fornecedor e deverá ser sempre acompanhado pela FISCALIZAÇÃO de modo a se evitar a cravação de estacas em pontos errados, ou a utilização de estacas com capacidades diversas das especificadas nos projetos.

Após a cravação da estaca, esta deverá ser listada no Registro de Cravação, que deverá conter:

- Número da torre;
- Número da estaca;
- Seção da estaca;
- Comprimento da estaca;
- Sobra acima do terreno;
- Suplemento abaixo do terreno;
- Nega final; e,
- Peso e altura da queda do martelo.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

10.15.11 Ancoragem em Rocha

Sempre que houver condições para sua aplicação, serão executadas fundações ancoradas em rocha, através de tirantes. A profundidade e a carga de trabalho dos tirantes serão indicados nos Projetos, ou através da FISCALIZAÇÃO. Prevê-se profundidade de 2 a 4 m e carga máxima de trabalho dos tirantes de 15 tf.

Para instalação do tirante, deverá ser executado um furo na rocha, com diâmetro mínimo de duas polegadas, com o emprego de perfuratrizes especiais. No caso de rocha fraturada, o furo deverá ser preenchido com calda de cimento, a qual deverá ser deixada curando 24 horas e após este período será feita nova perfuração. O furo deverá ser limpo, de preferência através de jato de ar. Em seguida será introduzida no furo, por gravidade, uma calda de cimento, com relação água/cimento igual a 0,7 em peso. Imediatamente após deverá ser introduzida a barra do tirante (diâmetro 25 mm aço CA-50-A). Em cada torre deverá ser testado no mínimo um tirante, até uma vez a meia a carga do trabalho do tirante, fixada no projeto. Sempre que houver dúvidas, a FISCALIZAÇÃO poderá solicitar a execução de testes em outros tirantes.

10.15.12 Ensaio de Arrancamento em Tubulão

Para ter uma garantia do comportamento das fundações em tubulões, o FORNECEDOR deverá testar a arrancamento das fundações em tubulões, escolhidas pela FISCALIZAÇÃO.

Os testes serão sempre realizados na presença e com o de acordo da FISCALIZAÇÃO.

Os equipamentos, estruturas de testes, instrumentos de medida e metodologia dos testes deverão ser submetidos à apreciação da FISCALIZAÇÃO com uma antecedência mínima de dois meses. A estrutura de testes deverá possuir uma capacidade de carga adicional de segurança pelo menos 50% acima da carga máxima especificada para os testes. Os instrumentos de medição e aplicação das cargas deverão apresentar uma precisão mínima de 100 Kg.

O projeto da estrutura de teste deverá ser de tal forma idealizado que as cargas aplicadas à fundação sejam sempre, durante todo o teste, no mesmo sentido e condições reais da fundação.

O conjunto do arranjo de testes não deverá interferir ou influenciar na capacidade de carga da fundação testada, seja esforços adicionais ou interferências com o solo em volta da fundação.

O equipamento de testes deverá possuir um número suficiente de peças sobressalentes para garantir a continuidade do programa de testes e ser mantido em bom estado de operação.

Os instrumentos de medição deverão ser de precisão adequada para medir pequenos deslocamentos (extensôm). régua milimetrada, e no mínimo dois instrumentos óticos (teodolitos) para medir os deslocamentos ortogonais.

Todos os equipamentos e instrumentos de medição deverão ter certificados idôneos e recentes de aferição.

As cargas serão aplicadas nas fundações em estágios de 25%, 50%, 75%, 90% e 100% da carga de ensaio. A carga de ensaio poderá atingir até 100% da carga máxima do projeto da fundação.

As cargas serão aplicadas à razão de 3 toneladas/minuto.

As cargas de 25%, 50% e 75% deverão ser mantidas durante um minuto, quando então serão feitas leituras de deslocamento.

As cargas correspondentes a 90% e 100% deverão ser mantidas durante cinco minutos, sendo que as leituras serão feitas após o primeiro minuto da aplicação da carga e em intervalos de um minuto, correspondendo assim a cinco leituras para cada carga.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

O descarregamento, após ter sido alcançado 100% da carga de ensaio, deverá ser feito continuamente a uma velocidade de aproximadamente 10 toneladas/minuto. Serão feitas leituras com cargas de 75%, 50% e 25% da carga máxima de ensaio e carga nula.

Deverão ser lidos e registrados os deslocamentos residuais com cargas nulas, após 5 (cinco) minutos de ter ocorrido o deslocamento da fundação.

Se nos testes da fundação, forem notados problemas nos equipamentos de medição e carregamento, a FISCALIZAÇÃO decidirá a conveniência de ser processado o deslocamento da fundação, registrando os deslocamento atingidos e deslocamento residuais, e, após providencias corretivas, recarregar a fundação com os mesmos estágios de carga.

O FORNECEDOR deverá preparar relatórios detalhados, contendo as características das fundações testadas, informações, medições e incidências ocorridas durante os testes. Deverão constar a época da execução da fundação, tipo do terreno, perfil geológico, descrição e quantificação dos trabalhos realizados na fundação, preparativos para testes, resultados dos testes com observações gerais, quadros de leitura de deslocamentos, curvas de carga, fotografias do equipamento de ensaio, etc., enfim, todos elementos necessários para uma análise técnica minuciosa dos trabalhos realizados e resultados obtidos.

Além dos testes mencionados, a FISCALIZAÇÃO poderá exigir outros testes, chegando às cargas de rompimento da fundação, seja nas próprias fundações das torres ou em fundações-testemunhas preparadas para essa finalidade.

10.15.13 Instalação do Sistema de Aterramento das Estruturas

10.15.13.1 Execução dos Serviços

A instalação do sistema de aterramento das estruturas e as medições de resistência à terra, serão executadas pelo FORNECEDOR de acordo com estas Normas e com o Projeto e as instruções fornecidas pela CONTRATANTE.

O FORNECEDOR deverá proceder à instalação do sistema de aterramento após a execução das fundações e antes ou simultaneamente com a montagem das estruturas, tendo em vista a proteção contra possíveis descargas elétricas. Nas estruturas com fundações em concreto, o início de montagem está condicionado ao término da instalação do sistema de aterramento.

A instalação do sistema de aterramento consistirá basicamente em:

- Instalação de fios contrapeso ou haste de aterramento em comprimentos definidos no projeto, para cada estrutura e as respectivas conexões à mesma
- Medições de resistências à terra.

O aterramento deverá ser executado conforme Projeto fornecido pela CONTRATADA e aprovado pela CONTRATANTE.

A instalação do fio contrapeso poderá ser feita mecânica ou manualmente, precedida de uma meticulosa verificação do fio, que não deverá apresentar danos, como entalhes ou esmagamento.

O contrapeso será colocado em valeta de profundidade mínima de 70 cm e largura suficiente para a correta instalação do fio e posterior reaterro e compactação. A valeta será fechada preferivelmente com o material retirado da mesma, devidamente compactado em pelo menos três camadas. Não serão aceitas camadas de aterra que contenham material orgânico.

Deverá ser evitado, tanto quanto possível, o desvio do contrapeso com relação ao traçado indicado no projeto, a não ser em caso de terrenos ou obstáculos que a isto obriguem.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Em terrenos com afloramentos rochosos, a valeta poderá ter dimensões mais reduzidas, sendo a fixação do contrapeso feito por pino de cravação, a serem fornecidos por conta e ônus do FORNECEDOR, com espaçamento de 2 m, profundidade mínima de 10 cm e com recobrimento de argamassa de cimento.

Deverá ser evitado o paralelismo do fio contrapeso com tubulações metálicas de qualquer natureza por um comprimento superior a 50 m. Quando não for possível evitar o cruzamento com tubulações, colocar o fio contrapeso a uma distância mínima de 0,7 m dos tubos e sempre passando por baixo deles.

A ligação na estrutura será feita por meio de conector do tipo indicado no projeto, nos locais definidos nas estruturas para este fim.

Não poderá haver conexão entre os fios contrapesos de duas estruturas, salvo em casos especiais indicados pela FISCALIZAÇÃO.

10.15.13.2 *Medições de Resistência à Terra*

O FORNECEDOR, assistido pela FISCALIZAÇÃO, executará medições de resistência à terra do sistema de aterramento das estruturas, de acordo com as indicações do projeto.

As medições de resistência serão efetuadas no mínimo 30 dias após a instalação do sistema de aterramento indicado no Projeto, antes da instalação do cabo pára-raios ou com o mesmo isolado.

Os aparelhos de medição deverão ser do tipo *Null Balance*, especialmente para medição de resistência e resistividade de terra. Os instrumentos poderão ser do tipo com 5 terminais, sendo dois potencial, dois de corrente e um de guarda, ou do tipo com 4 terminais, não dispondo do terminal de guarda. Só deverão ser utilizados instrumentos que possam ser ajustados, de modo a compensar a resistência de contacto dos eletrodos com o solo, dos cabos de ligações e demais conexões. O medidor de resistência à terra cuja aferição deverá ser devidamente certificada e seus respectivos acessórios, serão fornecidos pelo FORNECEDOR.

As medições deverão ser realizadas quando a umidade do solo estiver próxima de seu valor normal. Não deverão ser executados ensaios em dias chuvosos ou quando o solo ainda estiver molhado devido à chuva.

Se for verificada uma resistência elevada, superior ao valor máximo especificado no projeto, deverá continuar-se com a seqüência de instalação de aterramento adicional, sempre de acordo com as indicações de projeto e as instruções da FISCALIZAÇÃO.

O FORNECEDOR deverá ter em conta a necessidade de efetuar medições em cada etapa de instalações do aterramento, até verificar-se um valor de resistência igual ou menor ao especificado, sem custo adicional por estas medições para a CONTRATANTE.

Em cada ponto deverão ser realizados três medições de resistência do aterramento com diferentes posicionamentos dos eletrodos.

A medição a ser considerada será a média dos três valores obtidos.

Na hipótese que as três medições apresentem dispersão dos valores superior a 10%, o FORNECEDOR deverá executar no mínimo outras três medidas, ou mais até que se consiga estabelecer o valor real da resistência de aterramento.

A CONTRATANTE fornecerá o modelo impresso para o registro das medições, que deverá ser preenchido pelo FORNECEDOR com uma cópia entregue para FISCALIZAÇÃO.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

10.16 Montagem das Estruturas

10.16.1 Execução da Montagem

O FORNECEDOR deverá escolher os métodos e técnicas de montagem das estruturas que, entretanto, ficarão sujeitas à aprovação da FISCALIZAÇÃO.

Serão rejeitados todos os métodos que, a critérios da FISCALIZAÇÃO, possam submeter quaisquer componentes a esforços maiores que aqueles para os quais foram projetados, ou que sejam julgados prejudiciais ao bom andamento ou qualidade dos serviços.

As estruturas deverão ser montadas pelo FORNECEDOR de acordo com os desenhos de montagem, as listas de construção e as Normas previamente aprovadas pela CONTRATANTE.

Todas as peças deverão ser manuseadas com o devido cuidado, de modo a evitar o empenamento e avarias à galvanização das mesmas.

Deverão ser colocados apoios de madeira para as seções das torres montadas no solo, a fim de evitar aderência de lama, sujeira, etc. Além deste cuidado, as partes a serem justapostas deverão estar perfeitamente limpas. Nesta limpeza, não será tolerado o uso de escovas metálicas ou qualquer outro material que possa danificar a galvanização.

Deverão ser previstos dispositivos de proteção adequados e julgados satisfatórios pela FISCALIZAÇÃO, com vistas à proteção das abas, nos pontos de aplicação de ganchos e içamento ou de estropos de aço. As peças ou seções estruturais não poderão, sob hipótese alguma, ser movimentadas com estropos nus.

A colocação das porcas deverá ser do lado externo ou superior das peças das torres. Um montador situado dentro do corpo da torre deverá “ver” as cabeças dos parafusos; dentro dos braços do delta ou parte superior também deverá “ver” as cabeças dos parafusos e situado na trave superior da torre ou braços, deverá ver as cabeças dos parafusos na parte superior e porcas na parte inferior. Cada porca deverá ser travada após o aperto final, por meio de um *palnut*. Este será apertado de 1/3 a 1/2 de volta após ter se encostado na porca.

Durante a montagem não será permitido o corte de peças, nem a coincidência forçada de função para ajuste de perfilados, devendo também ser observado que nenhuma peça permaneça sob tensão inicial, devendo ser feitas as devidas correções caso ocorram estas tensões.

Quando for encontrado qualquer erro de fabricação das peças ou ocorrer qualquer dano às mesmas, tal fato deverá ser comunicado à FISCALIZAÇÃO, que decidirá se tais peças poderão ser corrigidas no campo ou serão enviadas ao Fabricante para sua correção ou substituição. Não poderão ser corrigidas no campo peças componentes da torre constantemente submetidas a esforços de tração, sem autorização prévia da FISCALIZAÇÃO.

Os montantes com furos para colocação de parafusos de graus, deverão ser instalados na mesma posição relativa em todas as torres, de acordo com instruções da FISCALIZAÇÃO.

O FORNECEDOR deverá montar nas estruturas, as seguintes placas de sinalização:

- Placas de identificação das linhas;
- Placas de numeração dos circuitos.
- Placas de identificação das fases.
- Placas de numeração das estruturas.
- Placas de advertência de perigo.

As torres fornecidas pelo CONTRATADO serão fabricadas com a furação e os suportes apropriados para a montagem destas placas.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

O FORNECEDOR deverá ter uma ou várias turmas especiais que procederão a uma revisão cuidadosa da montagem das torres, trocando parafusos ou outras peças erradas ou danificadas, colocando arruelas faltantes, reapertando parafusos, etc., de modo que a torre fique pronta ante de receber os cabos. A revisão deverá ser feita, obrigatoriamente, logo após a conclusão da montagem da torre.

O aperto dos parafusos deverá obedecer a seguinte tabela de torque:

Diâmetro do parafuso	Torque
1/2"	5 Kgf / m
5/8"	10 Kgf / m
3/4"	18 Kgf / m
7/8"	25 Kgf / m
1"	32 Kgf / m

O FORNECEDOR deverá dispor na obra de chaves torquimétricas adequadas para verificações dos torques especificados, por amostragem, a critério da FISCALIZAÇÃO.

A montagem dos cabos só poderá iniciar-se após a aprovação pela FISCALIZAÇÃO da revisão das torres do trecho de lançamento considerado.

O FORNECEDOR deverá considerar a possibilidade de montagem de torres em zonas alagadas ou no meio de rios, que possam exigir métodos e equipamentos especiais de montagem, quer pela localização das mesmas, quer pelas dimensões e pesos superiores às torres usuais.

A montagem das torres poderá ser peça por peça ou por seções premontadas no solo e depois içadas e colocadas no seu lugar definitivo.

A pré-montagem por seções e principalmente por grandes sub-seções, exige a previsão de dispositivos ou ancoragem ao solo, visto ser possível ocorrer sérios danos às seções já pré-montadas, devido a ação de manobras inadequadas ou fortes ventos.

Se as torres forem montadas por seções, o aperto dos parafusos será o necessário para que possa haver uma adequada distribuição de esforços por causa das cargas vivas, mortas e de montagem, sem que impeça, porém, o alinhamento e nivelamento das seções adjacentes. O aperto definitivo será dado após a torre montada completa e aprumada corretamente na vertical. Esse aperto deverá ser dado de acordo com os torques especificados e com chaves de tamanho padrão, a fim de não submeter os parafusos a esforços excessivos.

Não será permitido o uso de ferramentas que venham a deformar porcas ou danificar a sua galvanização.

Todas as cantoneiras de todas as seções horizontais deverão ser montadas e ter seus parafusos colocados antes que qualquer cantoneira das seções superiores sejam superpostas.

A montagem deverá ser de forma tal que se observem as seguintes tolerâncias:

- Verticalidade - 3 mm por metro de altura da torre, porém, nunca superior a 10 cm. A altura será a medida no ponto central da torre (piquete central), até o topo da torre (torre tipo tronco-pirâmida) ou até o centro da face inferior da viga (torre tipo delta), ou da trave nas torres compactas.
- Alinhamento - 10 cm, no total, com referência ao eixo da linha.
- Torção - 3 mm por metro de altura nominal da torre medidos entre os extremos da viga (braços) e o plano vertical que passa pelo eixo da estrutura e é transversal ao eixo da linha (estrutura em alinhamento) ou à bissetriz do ângulo (estruturas em ângulos).



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

10.16.2 Montagem de Estrutura em Áreas Urbanas

Cuidados especiais deverão ser tomados durante a montagem de estruturas em áreas urbanas, observando-se, entre outros, os seguintes critérios:

- Deverão ser programados desligamentos e tarefas de montagens das estruturas (total ou parcial) para serem iniciadas e concluídas no mesmo dia, uma vez que equipamentos e materiais estão sujeitos a roubos e extravios, ou manter-se uma vigilância constante, se necessário.
- As ruas nas quais serão montadas as estruturas, quando da montagem das mesmas, deverão ser sinalizadas com cones ou sinalizações equivalentes, observando-se as normas impostas pela Prefeitura para interdições de tráfegos de pedestres e veículos.
- A fim de evitar transtornos ao trânsito normal de vias públicas devido a manobras de guindastes, movimentação de material e pessoal, o FORNECEDOR deverá impedir essas vias em comum acordo com o órgão competente, evitando assim perturbações a terceiros, ao trabalho e acidentes.
- Dever-se-á isolar a área de serviços, colocar iluminação noturna, grades e vigilância, se necessária a fim de evitar danos a terceiros.
- No caso de impossibilidade de desligamentos de RDs e LDs próximos aos locais de serviços, o FORNECEDOR entrará em contato com a FISCALIZAÇÃO para as seguintes precauções:
 - Bloqueio dos religadores das referidas LDs.
 - Contato permanente via rádio com as SEs ligadas às linhas.
 - Aterramento de equipamentos.
- Quando da montagem de estruturas coincidentes com redes de distribuição, deverá ser prevista a passagem das redes para as estruturas dentro do período programado de desligamento, ou proceder conforme orientação da FISCALIZAÇÃO.

10.16.3 Instalação de Defensas

Nas estruturas, onde a FISCALIZAÇÃO julgar necessário deverão ser instaladas defensas (metálicas ou concreto), com a finalidade de dar proteção às estruturas contra possíveis acidentes.

O projeto das defensas será feito pelo CONTRATADO e aplicável de acordo com a particularidade do local onde estiver instalada a estrutura.

As defensas podem ser:

- Trilho, perfil I de ferro galvanizado, padrão CNS TR-37 ou TR045, de comprimento 3 m.
- *Guard-rail*, constituído de postes de madeira e chapa ondulada de aço deslizante.
- Barreira de concreto armado, com consumo mínimo de cimento de 300 kg/m³.

A instalação das defensas não deverá interferir nas fundações executadas, bem como nas demais obras existentes.

10.16.4 Pintura de Defensas em Trilhos

Os serviços serão realizados pelo FORNECEDOR sob inspeção da CONTRATANTE. Os materiais necessários à pintura (tinta, solventes, etc.) serão fornecidos pelo FORNECEDOR. Os



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

equipamentos e mão-de-obra necessários aos serviços serão de responsabilidades do FORNECEDOR.

Para este serviço deverão ser consideradas as seguintes observações:

- A superfície a ser pintada, se estiver oxidada, deverá ser lixada ou jateada ao metal quase branco, conforme padrão SA 2,5 (Norma Sueca SIS-055900).
- Deverá ser aplicada uma demão de *primer* Carboline 193, com 75 micra.
- Para tintas de acabamento deverá ser empregado o carboline 193, brilhante, nas cores preta (NI-Munsell), referência 700, e amarelo segurança (5 Y 8/12 - Munsell), referência 300, com uma demão de 75 micra.

O desenho de projeto de instalações e pintura das defensas, será fornecido pela CONTRATANTE.

10.17 Instalação dos Isoladores e Ferragens

10.17.1 Execução dos Serviços

O FORNECEDOR deverá fazer a instalação dos isoladores e das ferragens dos diversos tipos de cadeias somente em estruturas já revisadas, de acordo com os desenhos e especificações fornecidos pela CONTRATANTE e com as recomendações dos Fabricantes.

Na ocasião do recebimento desses materiais, o FORNECEDOR deverá notificar a FISCALIZAÇÃO sobre lascas, ainda que pequenas, encontradas em isoladores, e quaisquer outros defeitos encontrados nos isoladores e ferragens, que serão devolvidos ou separados, passando, então, a assumir total responsabilidade pela integridade do material restante.

O FORNECEDOR deverá sempre ter em mente que as ferragens de cadeias de ancoragem e de suspensão são projetadas para operação sob um nível de corona pré-estabelecido, e este nível somente será atingido se todas as ferragens forem instaladas livres de abrasões, entalhes, rebarbas e elementos de contaminação com terra, lama, etc.

Todos os isoladores e ferragens deverão ser manuseados cuidadosamente durante o seu transporte e instalação, a fim de se evitarem rachaduras, lascas ou outros danos de qualquer espécie.

Os volumes contendo ferragens não deverão ser jogados ao chão e sim ser transportados e armazenados com o máximo cuidado, a fim de proteger o acabamento.

Não será aceita pela CONTRATANTE a instalação de isoladores ou ferragens danificados.

Os isoladores e ferragens deverão estar limpos antes da montagem.

Somente poderão ser usados, para a limpeza, trapos limpos e desprovidos de qualquer material abrasivo. Não será admitido o uso de escovas metálicas.

O içamento das cadeias de isoladores deve ser feito com o máximo cuidado, devendo o FORNECEDOR prever para isto o uso de dispositivos de içamento apropriados, que garantam a integridade dos isoladores e ferragens. O FORNECEDOR apresentará à consideração da FISCALIZAÇÃO o processo de içamento das cadeias de isoladores, para aprovação.

Antes de instalar as cadeias nas torres, o FORNECEDOR deverá verificar se todos os componentes das mesmas estão no lugar e se os parafusos, porcas, arruelas e contrapinos foram instalados corretamente.

Os contrapinos das conchas das ferragens deverão ficar, sempre que possível, na mesma posição dos contrapinos dos isoladores. De qualquer modo, a posição adotada para o contrapino de uma determinada ferragem deverá ser mantida em todas as estruturas e deverá ser tal que, a



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

sua retirada seja facilitada no caso da manutenção com a “linha viva” e será definido pela FISCALIZAÇÃO.

As ferragens que tenham pinos aparafusados e/ou contrapinos deverão ser montados na mesma posição em todas as torres e, sempre que possível, de modo que a perda da porca do contrapino não acarrete a imediata queda do parafuso ou pino.

Todos os parafusos deverão ser apertados com os torques indicados nos desenhos fornecidos pelo CONTRADADO e aprovado pela CONTRATANTE ou nas recomendações dos Fabricantes.

10.18 Instalação dos Cabos Pára-Raios

10.18.1 Introdução

O FORNECEDOR deverá efetuar a instalação completa dos cabos pára-raios de acordo com estas especificações, o projeto e as instruções da FISCALIZAÇÃO.

A instalação dos cabos só poderá iniciar-se após a aprovação pela FISCALIZAÇÃO da revisão das estruturas do trecho de lançamento considerado.

A montagem dos cabos pára-raios compreende: preparação de praças de bobinas, lançamento, execução de emendas, regulação, instalação de conjuntos de fixação, instalação de armaduras, grampeamento, instalação de “jumpers”, amortecedores dos cabos pára-raios e instalação de esferas de sinalização.

10.18.2 Plano de Lançamento dos Cabos Pára-Raios

Antecedendo o lançamento dos cabos pára-raios, o FORNECEDOR deverá elaborar um plano de lançamento, o qual deverá ser submetido previamente à aprovação da FISCALIZAÇÃO com uma antecedência mínima de 15 dias.

O plano de lançamento deverá conter no mínimo as seguintes informações:

- Perfil e Planta da LT constando: comprimento do vão de cabo lançado e regulado, emendas, tipo de proteção para os cabos, desnível entre suporte, localização dos equipamentos e trações de lançamento.
- Relação de bobinas, compreendendo identificação e comprimento.

Este plano deverá ser feito atendendo os seguintes fatores:

- A posição das bobinas de cabo deverá ser planejada de modo que fiquem em locais de fácil descarga.
- Não deverá haver emendas a menos de 15 m do ponto de suporte do cabo.
- Não se permitirá mais do que uma emenda por cabo, por vão.
- Deverá evitar-se emendas nos vãos de travessia sobre rodovias, ferrovias, rios, etc.
- Deverá ser evitado, tanto quanto possível, emendas nos vãos adjacentes à estrutura de ancoragem.
- Deverá ser previsto que as emendas não fiquem em locais de difícil acesso, para evitar dificuldades às turmas das emendas dos cabos.

10.18.3 Lançamento dos Cabos Pára-Raios

O lançamento dos cabos pára-raios será feito, onde aplicável, em forma similar à especificada para lançamento de condutores.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

O lançamento dos cabos pára-raios deverá ser feito antes do lançamento dos condutores.

O lançamento dos cabos pára-raios de alumínio será efetuado pelo método de desenrolamento sob tensão mecânica controlada e uniforme, protegendo-se do contato com superfícies abrasivas que possam danificar a sua parte externa.

No caso de cabos pára-raios de aço galvanizado, o FORNECEDOR poderá efetuar o lançamento pelo método convencional (sem exigência de tensão mecânica controlada) quando, a critério da FISCALIZAÇÃO, as condições do terreno assim o permitirem.

As roldanas utilizadas para o lançamento dos cabos pára-raios deverão ter diâmetro de 20 vezes o diâmetro do cabo, e o diâmetro do sulco deverá ser o mínimo 2 vezes o diâmetro do cabo. Deverão ser providas de rolamentos que lhes permitam as melhores condições de trabalho com o mínimo de atrito. A superfície de contato da roldana não deverá ter dureza superior aquela da camada que recobre o cabo, sendo obrigatório o revestimento de neoprene ou outro material protetor similar no caso de cabos pára-raios em alumínio ACSR.

O controle do lançamento será feito com o rigor possível, de maneira que cada ponta de cabo caia nos pontos pré-estabelecidos para a execução de emendas, evitando-se imprevistos como a não observância da distância de 15 m entre a emenda e o ponto de suporte.

Deverão ser tomadas precauções para manter o cabo e equipamentos sempre aterrados, quando a instalação for próxima a linhas energizadas.

10.18.4 Execução de Emenda e terminais de Compressão dos Cabos Pára-Raios

O CONTRATADO submeterá à aprovação da CONTRATANTE as tabelas de flechas e tensões, e demais dados técnicos necessários à correta regulação dos cabos pára-raios.

A regulação e o grampeamento dos cabos pára-raios deverão ser feitos, onde aplicável, de maneira similar à especificada para condutores no item 12 destas Normas.

A tolerância concedida em relação ao valor das flechas indicadas nas tabelas de regulação, deve ficar nos limites percentuais de até 3%, sendo o valor máximo sempre inferior a 25 cm.

A tolerância na diferença de flecha de um cabo a outro é de dois diâmetros para vãos até 500 m e de quatro diâmetros para vãos maiores de 500 m.

Nas ancoragens e suspensões os cabos pára-raios deverão ser eletricamente ligados às estruturas, utilizando conectores e cordoalhas. Deverão conectar-se aproveitando o furo que para esse fim se encontra em cada suporte, e de acordo com os desenhos do projeto, a serem aprovados pela CONTRATANTE.

10.18.5 Instalação de Amortecedores e Esferas de Sinalização nos Cabos Pára-Raios

Deverão ser instalados amortecedores tipo *stockbridge* ou outro em pontos adjacentes às torres, conforme indicado nos desenhos e listas a serem aprovados pela CONTRATANTE. Os amortecedores deverão ser fixados firmemente aos cabos pára-raios, num plano vertical. O FORNECEDOR deverá verificar se os furos de drenagem ficarão abertos.

Serão instaladas esferas de sinalização nos cabos pára-raios, nos locais e quantidades indicadas pelo projeto executivo, especificado no item 13 destas Normas.

10.19 Instalação dos Cabos Condutores

10.19.1 Introdução

O FORNECEDOR deverá efetuar a montagem completa dos cabos condutores, de acordo com estas Especificações, com o projeto e com as instruções da FISCALIZAÇÃO.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

A montagem dos cabos compreende a preparação de praças de bobinas, montagem de dispositivos provisórios de proteção e advertência nas travessias, instalação de cadeias de suspensão, lançamento dos cabos, execução de emendas, regulação, execução de terminais, instalação de cadeias de ancoragem, instalação de armaduras, grampeamento, colocação de espaçadores-amortecedores, amortecedores de vibração e ainda eventual instalação de pesos adicionais nas cadeias de suspensão.

10.19.2 Plano de Lançamento dos Cabos Condutores

Antecedendo o lançamento dos cabos condutores, o FORNECEDOR deverá elaborar um plano de lançamento o qual deverá ser submetido previamente à aprovação da FISCALIZAÇÃO com uma antecedência mínima de 15 dias. Este plano deverá conter os mesmos requisitos apresentados no item 12.2 destas normas.

O planejamento do lançamento deverá dar atenção à posição dos equipamentos de desenrolamento dos condutores, com respeito as estruturas, para evitar que o ângulo de aplicação imponha condições de sobrecarga às mísulas ou braços e para facilitar sua locomoção de um tramo de desenrolamento para o seguinte.

10.19.3 Lançamento dos Cabos Condutores

Os cabos condutores deverão ser lançados pelo método do desenrolamento sob tensão mecânica controlada e uniforme. O FORNECEDOR deverá submeter à aprovação da FISCALIZAÇÃO o processo que pretende adotar, e os equipamentos para executá-lo, podendo a FISCALIZAÇÃO rejeitar ou determinar modificações, que a seu critério sejam necessárias.

O lançamento dos cabos condutores será efetuado com o auxílio de cabo piloto antitensão previamente estendido. A resistência mecânica e diâmetro serão escolhidos pelo FORNECEDOR de acordo com as características do equipamento de tensionamento adotado.

As roldanas a serem utilizadas para o lançamento dos condutores terão diâmetro interno mínimo de 20 vezes o diâmetro do condutor. O diâmetro do sulco será 2 vezes o diâmetro do condutor e suas faces deverão estar inclinadas de pelo menos 15 graus com a vertical interna. A área de contato do sulco com o condutor deverá ser revestido de neoprene ou material protetor similar.

O FORNECEDOR deverá dispor de quantidade suficiente de roldanas para atender aos programas de lançamento e evitar atrasos do cronograma.

Quando durante o lançamento as roldanas numa estrutura possam ficar submetidas a "arrancamento", deverão ser ancorados diretamente ao solo e não a elementos da estrutura.

As bobinas de cabos condutor e pára-raios deverão ser transportadas de forma que seu eixo de rotação fique na posição horizontal.

A carga e a descarga deverá ser feita com cuidado especial, utilizando dispositivos de içamento de modo a não danificar as bobinas. As tábuas de proteção só poderão ser retiradas quando a bobina estiver em cavalete próprio, pronta para o desenrolamento.

Durante o lançamento dos cabos, tanto estes quanto todos os equipamentos deverão ser convenientemente aterrados com o emprego de hastes de terra, roldanas de aterramento e outros dispositivos adequados.

Sempre que possível o desenrolamento de uma bobina deverá ser feito de uma só vez, sendo que o bom estado do cabo será verificado durante a operação. Deverão ser eliminados os trechos amassados, destrançados, com fios rompidos ou outros defeitos de fabricação. O tempo tomado pelas paralisações necessárias às verificações e às correções defeitos nos cabos, deverão ter seu custo incluído no preço do lançamento.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Cuidado especial deverá ser tomado durante o lançamento dos condutores, não sendo admitidos arranhões, dobras, esmagamentos, sulcos, torceduras, ou quaisquer outros danos aos cabos.

No caso de qualquer avaria nos condutores, o FORNECEDOR deverá comunicá-la à FISCALIZAÇÃO, que resolverá se a seção danificada deverá ser cortada ou reparada, em qualquer caso sem ônus para a CONTRATANTE.

Não será permitida a passagem de luvas de emendas ou de reparo pelas roldanas. As emendas provisórias entre cabos para o lançamento, deverão ser feitas com meias de aço apropriadas às dimensões e tensão do cabo.

O FORNECEDOR deverá levar em conta que no caso de lançamento dos condutores paralelo às linhas energizadas existentes, deverá estar preparado para esta atividade, observando todos os requisitos de segurança para tal.

Em vão de travessias ou cruzamentos, o FORNECEDOR deverá instalar, por sua conta, dispositivos e estruturas adequadas, que garantam o afastamento dos condutores em relação ao solo e em relação aos outros obstáculos (linhas elétricas, telefônicas, cercas de arame farpado, estradas, ferrovias, vias navegáveis e outros), de acordo com os projetos para a execução das travessias.

A localização destes dispositivos deverá constar do plano de lançamento a ser previamente aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

Os dispositivos e estruturas para passagem sobre linhas elétricas energizadas, deverão ter os estais e amarrações feitos com cordas de fibra plástica, para evitar que eventuais contatos desses estais com a linha protegida possam provocar descargas elétricas em pessoas ou animais.

Em todas as estruturas e dispositivos de proteção deverão ser fixadas placas de aviso de perigo.

O FORNECEDOR junto com a FISCALIZAÇÃO e com DNER, DER, etc, deverá estudar todas as providências necessárias para a execução das travessias, especialmente no que se refere à determinação do dia e do horário mais conveniente. O FORNECEDOR deverá prever trabalho no domingo para efetuar algumas destas travessias.

O FORNECEDOR deverá desmontar as bobinas vazias, evitando assim que ao rolar possam causar danos às estruturas, às culturas ou mesmo acidentes pessoais.

Os esforços anormais nas estruturas deverão ser obrigatoriamente evitados, zelando-se todo o tempo contra o imprevisto de sobrecargas nas mesmas. Onde necessário, deverão ser executados estaiamentos provisórios das estruturas.

As amarrações provisórias dos cabos, que antecedem a execução das emendas e instalação dos terminais de ancoragem, deverão ser conduzidas com o máximo cuidado, com a utilização de esticadores adequados e em perfeitas condições de uso, capazes de sustentar, aplicados isoladamente 1,5 vez a tensão de regulação, sem permitir o escorregamento. É proibido o uso de esticadores que apresentem condições que possam causar danos às superfícies dos condutores.

Nas cercas serão colocadas placas com avisos de perigo em lugar visível.

Após o lançamento, as pontas de cabo não serão apoiadas no solo. Serão utilizados cavaletes de madeira para apoio dos cabos. A título de sugestão, poderão ser utilizados cavaletes feitos com ripas de fechamento de bobinas.

Nos estais provisórios de lançamento, nos estais de ancoragens fictícias, etc, deverão ser fixadas placas de aviso de perigo e cercar o local com cercas para evitar a aproximação de animais.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

10.19.4 Execução de Emendas, Terminais de Compressão e Reparo dos Condutores

Todas as luvas e grampos terminais usados nos condutores serão do tipo a compressão. Uns e outros deverão ser instalados de acordo com os desenhos e as recomendações do Fabricante, e conforme às instruções específicas apresentadas destas Normas.

O FORNECEDOR deverá dispor de prensas hidráulicas de boas marcas, de fácil manutenção, portáteis, e das matrizes correspondentes, em quantidade tal que permita o ritmo normal dos trabalhos, de acordo com o cronograma.

Precauções deverão ser tomadas para que todas as superfícies internas dos acessórios de alumínio se apresentem limpas. As mesmas precauções serão tomadas para alma de aço de ser inserida na luva ou terminal correspondente.

Nas emendas, as luvas de compressão deverão ser cuidadosamente instaladas com as pontas dos cabos exatamente no centro das mesmas. Os cabos deverão receber uma marcação a tinta, antes da compressão, que prove esta centralização.

As luvas de emenda e dos terminais deverão ser preenchidas com material antioxidante antes de serem comprimidas, e todo o excesso após a compressão ser eliminado.

A compressão deverá ser iniciada no centro em direção às extremidades, no caso de emenda e de luvas de reparo e na extremidade que liga à cadeia de isoladores no caso de terminais. Deverá ser observado que as duas metades da matriz se fechem completamente e que cada compressão se sobreponha um pouco à anterior. As marcas e rebarbas deixadas pela matriz deverão ser eliminadas, e a luva lixada adequadamente para dar-lhe bom acabamento.

As emendas e terminais deverão ficar perfeitamente retilíneos após sua instalação. Pequenas curvaturas, resultantes da compressão, poderão ser eliminadas com auxílio de martelos de madeira, a juízo da FISCALIZAÇÃO.

O FORNECEDOR deverá notificar à FISCALIZAÇÃO, com antecedência suficiente, a data e locais de confecção de emendas, de modo a permitir a inspeção de sua execução.

As emendas deverão ficar no mínimo a 15 m dos grampos e não serão admitidas em vão de cruzamento com rodovia, ferrovias, cursos d'água navegáveis ou outras linhas de transmissão. Deverão ser evitadas em vão adjacentes às estruturas de ancoragem.

A critério da FISCALIZAÇÃO, no caso de danificação de até 6 fios de condutor, com rompimento total de até 3 deles, no máximo, poderá ser utilizada luva de reparo. Quando uma danificação maior ocorrer, o cabo deverá ser cortado e empregada luva de emenda.

O FORNECEDOR deverá elaborar um mapa de emendas conforme modelo fornecido pela CONTRATANTE. Nesse mapa serão indicados os números das torres entre as quais ficarão as emendas e as luvas de reparo de cada condutor, assim como as respectivas distâncias até essas estruturas.

Se forem utilizadas cadeias de ancoragem com grampo tipo passante, não deverá haver emendas nos jumpers.

10.19.5 Regulação dos Cabos Condutores

A regulação dos condutores será feita com aplicação de pré-esticamento.

A CONTRATANTE fornecerá as correspondentes tabelas de flechas e tensões para todos os vãos e para várias temperaturas. Estas tabelas incluirão, também, os dados da posição final dos grampos para o aprumo das cadeias quando necessário.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

A regulação dos cabos far-se-á individualmente para cada subcondutor (ou cada cabo pára-raios) por medidas de flecha pelo método de agente ótica, verificadas, quando julgado necessário pela FISCALIZAÇÃO, por medidas de tensão mecânica por meio de dinamôm.

Para controle do esticamento de cabos durante a medição das flechas, deverá haver um bom sistema de comunicação, seja telefônico pelos condutores, ou rádio, entre as turmas de tensionamento e as turmas de medição e verificação de flechas.

Onde necessário, a marcação do condutor deverá ser feita com giz ou fita isolante, não devendo o mesmo ser arranhado com chave de fenda, pregos ou outros objetos.

A medida da temperatura deverá ser feita com termômetro adequadamente pendurado nas torres, procurando condições ambientais similares às que se encontram os condutores. O termômetro deverá ser colocado em posição, no mínimo 15 minutos antes do início da medida. Será utilizado um pedaço de cabo condutor ao qual se retirou a alma de aço, constituindo-se assim um termômetro tipo "imagem térmica". Poderão também ser utilizados termôm especiais de contato.

Não será permitida a medida de flechas quando houver ventos fortes, vibrações fortes ou outros fatores que afetem o rigor das medidas

Em especial, deverão ser eleitos para verificação das flechas, vão com as seguintes características:

- Um vão próximo ao início do "tramo", com comprimento próximo ao do vão base e de preferência em nível.
- Idem, para um vão próximo ao fim do "tramo".
- Idem, para um vão nomeio do "tramo".
- Um vão de comprimento superior a 1,5 vez o comprimento do vão base.
- Os vãos adjacentes a estrutura de ancoragem.
- Em especial deverão verificar-se as flechas sobre os vãos de travessias sobre rodovias, ferrovias, vias navegáveis, linhas de transmissão, etc.

Na verificação das flechas será admitida a seguinte tolerância:

- Diferença entre flecha da tabela e flecha medida nos cabos: igual ou menor 3% do valor da flecha. Esta tolerância, se for para maior, só será admitida se não houver redução do *clearance* mínimo teórico.

Na medida da flecha de grandes vãos, se esta ultrapassar a altura da torre, utilizar-se-á teodolito, com tripé no solo, no alinhamento do vão.

Nos tramos de regularização, com mais de quatro vãos de suspensão, deverão ser executados simultaneamente medidas de controle de flechas, no mínimo em 2 vãos diferentes. Em tramos com mais de 7 vãos, suspensões adjacentes deverão ser executadas simultaneamente, medidas em 3 vãos diferentes, no mínimo, obedecendo os critérios anteriormente citados.

Ancoragens provisórias deverão ser usadas até se obter o equilíbrio de tensões entre a seção previamente nivelada e grampeada e a seção em nivelamento. Estas ancoragens deverão ser do tipo e localização apropriadas para suportar os condutores sem causar esforços indevidos nas estruturas adjacentes.

Depois de executado o nivelamento e verificadas as flechas nos vãos principais, todos os demais vãos deverão ser inspecionados, a fim de se verificar se as flechas dos condutores estão corretas.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

10.19.6 Grampeamento dos Cabos Condutores

Executada a regulação dos cabos dentro das tolerâncias admitidas, procede-se à operação de grampeamento, para a qual se exige conhecimentos especializados do supervisor e aplicação de mão-de-obra qualificada.

Como providência preliminar à execução do grampeamento, o FORNECEDOR executará o adequado aterramento dos cabos, tendo em vista a proteção contra a ação de cargas estáticas induzidas, obedecendo as instruções e recomendações citadas no subitem 12.3, destas Normas.

Durante a execução do grampeamento é obrigatório que os condutores estejam sustentados com cuidados extremos, pelo emprego de dispositivos adequados de suspensão, que ofereçam amplas áreas de apoio aos cabos, evitando pontos de pressão e dobramento dos condutores em ângulo de curvatura limitada, por ocasião da transferência dos mesmos das roldanas para os grampos.

Em todos os grampos de suspensão deverão ser instaladas armaduras (armo-rods) sobre os condutores. Não será admitido o uso de armaduras deformadas e retificadas. A reutilização de armaduras anteriormente aplicadas e por algum motivo removidas, deve receber a aprovação da FISCALIZAÇÃO.

Deverá ser tomado todo o cuidado para que o centro da armadura preformada figura exatamente no centro do grampo de suspensão. As varetas não poderão apresentar desencontro nos pontos de cada conjunto.

Serão admitidas as seguintes tolerâncias na colocação das armaduras:

- O centro das armaduras poderá estar fora de marca no cabo, no máximo 5 cm.
- As varetas das armaduras poderão apresentar desencontro das pontas de cada conjunto no máximo de 2,5 cm.

A orientação dos grampos e das ferragens das cadeias será mantida constante de acordo com o seguinte critério:

- Parafusos transversais à linha: pontas para as estruturas.
- Parafusos verticais à linha: pontas para baixo.
- Parafusos longitudinais à linha: pontas dirigidas para o ponto de partida (fonte).

A posição do balancim das cadeias deverá ser de 90 graus com o eixo longitudinal do condutor. Além disso deverão manter-se, por ocasião do grampeamento, no plano vertical que contém o eixo da torre transversal à linha, dentro da tolerância de $\pm 2,5$ cm se o terreno for plano ou de $\pm 7,5$ cm, onde for necessário o grampeamento deslocado.

O aperto dos parafusos dos grampos de suspensão deverá ser feito obedecendo-se a tabela de torque recomendado pelo Fabricante e utilizando-se chaves torquimétricas, evitando assim danos aos condutores pela insuficiência ou excesso de aperto.

A CONTRATANTE fornecerá as tabelas com os dados para a posição final dos grampos de suspensão no condutor em relação à vertical, tendo em vista a obtenção da verticalidade das cadeias. O FORNECEDOR submeterá à aprovação da FISCALIZAÇÃO o método executivo que utilizará para o grampeamento dos cabos condutores.

10.19.7 Instalação de Amortecedores

Em grandes vãos de travessia ou em outros vãos especiais, será necessária a instalação de amortecedores tipo *Stockbridge*, ou similares, conforme indicado nos desenhos e listas a serem fornecidos pelo CONTRATADO.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Os amortecedores deverão ser colocados diretamente sobre os condutores e não sobre a armadura.

Os parafusos dos grampos de fixação dos amortecedores serão apertados com utilização de chaves torquimétricas, aplicando-se o torque recomendado pelo Fabricante.

10.19.8 Instalação de “Jumpers”

A colocação dos Jumpers nas estruturas de ancoragem será o último serviço de montagem da linha. Para evitar o problema de carga estática induzida, deverá deixar-se o fechamento dos *Jumpers* para a ocasião da revisão final.

Os Jumpers obedecerão ao projeto que o CONTRATADO fornecerá, mostrando a curvatura dos mesmos, tipo e número de espaçadores a instalar neles e necessidade de cadeias de suspensão para *Jumpers*.

O comprimento dos *Jumpers* será o adequado, de modo a respeitar as distâncias elétricas das torres, sob condições normais de carregamento, como mostrado nos desenhos.

Ainda que o fechamento dos *Jumpers* seja realizado por ocasião da revisão final, a confecção dos mesmos deverá ser realizada após o grampeamento dos cabos nas ancoragens, para verificar com antecedência sua configuração geométrica e distância elétrica à estrutura. Os ‘Jumpers’ poderão ficar montados na estrutura, ligados apenas de um lado e ao outro suspenso nas cadeias com cordas de *nylon*.

O aperto dos terminais dos *Jumpers* deve ser executado de maneira a oferecer ótimo contato elétrico, para o que deverá haver ajuste perfeito da flange do terminal do cabo. As superfícies de contato das duas flanges que serão apertadas, deverão ser cuidadosamente limpas e antes do aperto ambas as superfícies deverão ser embebidas com pasta antioxidante. O aperto final será feito com chave torquimétrica, com o torque recomendado pelo Fabricante.

No manuseio e execução dos *Jumpers* deverão ser tomados cuidados para não danificar os cabos com marcas ou arranhões.

10.19.9 Instruções para a Montagem de Luvas e Terminais de Compressão

10.19.9.1 Montagem de Luvas de Emendas

- Certificar-se de que as matrizes para as luvas de alumínio e aço correspondem às dimensões exatas para a bitola do cabo a ser emendado.
- Limpar cuidadosamente o interior das luvas de alumínio e aço, com o uso de escova cilíndrica a esta atividade.
- Verificar as pontas dos condutores a serem emendas. Caso apresentem avarias, cortar a(s) parte(s) danificada(s).
- Introduzir o condutor na luva de alumínio, fazendo-se deslizar aproximadamente um metro do ponto da emenda.
- Aplicar uma bandagem, amarrando o condutor (com fio maleável ou fita adesiva) a cerca de 3 cm da extremidade e, com um dispositivo limitador de corte, cortar a camada de alumínio entre a amarração e a ponta, com o máximo de cuidado para que o núcleo de aço não seja ferido.
- Amarrar novamente as pontas do condutor a uma distância da extremidade do núcleo igual a metade do comprimento da luva de aço mais 25%.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Amarrar novamente as pontas do condutor a uma distância da extremidade do núcleo igual a metade do comprimento da luva de aço mais 25%.
- Cortar os fios de alumínio em frente a última amarração, sempre tomando-se o máximo de cuidado para que o núcleo de aço não seja ferido. Para isto, cortar a camada de alumínio somente até 2/3 do diâmetro dos fios que compõem a camada interna do cabo, destacando-se a seguir por meio de flexões repetidas.
- Aplicar uma marca de referência, à tinta, no núcleo agora despido do manto de alumínio, a uma distância igual à metade do comprimento da luva de aço. Introduzir o núcleo 2 cm interior da luva, retirando a seguir a amarração. Deslizar a luva até a marca feita anteriormente. Esta operação é mais facilmente executada, prendendo-se levemente a luva na matriz ajustada à prensa.
- Repetir as operações mencionadas na outra extremidade do condutor a ser emenda, certificando-se de que a luva de aço esteja na posição indicada.
- A compressão da luva de aço é iniciada partindo-se do centro, em direção a uma das extremidades e, em seguida, em direção a outra. Cada zona de compressão deve sobrepor 1/3 da zona de compressão anterior, tomando-se cuidado para que as duas metades da matriz se ajustem completamente.
- Limpar rigorosamente todos os fios de alumínio das pontas do condutor a ser emendado. Esta é uma exigência importante e a operação de limpeza será feita desenrolando-se cuidadosamente as camadas de fios, especialmente se o condutor apresentar-se com graxa e oxidado. No primeiro caso um solvente adequado e volátil deve ser usado. Na segunda hipótese far-se-á uso de uma escova com cerdas adequadas (não metálicas) com fios de diâmetro de 2 a 3/10 de milímetro. Executada esta parte da operação de limpeza e reconstituído o cabo com a acomodação dos fios, faz-se o emprego de lixa finíssima adequada à atividade como complemento à limpeza de oxidação, proporcionando, ainda, um perfeito polimento da superfície do condutor. Como parte final da operação, após a aplicação da lixa, usar a escova para remoção das partículas que ficam retidas entre os fios.
- Partindo do centro da luva de aço já comprimida, aplicar uma marca de referência a cada ser emendada a uma distância igual à metade do comprimento da luva de alumínio. Deslizá-la em seguida sobre a luva de aço, retirando-se a amarração, até a marca de referência anteriormente feita, de maneira que o centro da luva de alumínio corresponda ao da luva de aço.
- Fazendo-se uso de uma pistola adequada a esta atividade, injetar o composto inibidor anti-oxidante através do furo existente para isso na luva, até que os vazios entre cabo e luva estejam completamente cheios.
- Aplicar em seguida o *plug* de alumínio no furo de enchimento, martelando-o firme e cuidadosamente para não provocar deformações na luva de alumínio. Deverá o mesmo ficar completamente seguro em posição durante a operação de prensagem.
- A operação de prensagem mencionada no item anterior é iniciada partindo-se do centro da luva de acordo com o mencionado anteriormente. Após a operação de prensagem e retirada a luva das matrizes. As rebarbas orientadas longitudinalmente à luva, no ponto de fechamento das matrizes, devem ser eliminadas, devolvendo-se a seguir a luva as anteriores condições de polimento de superfície.
- Após a operação de prensagem com a retirada da luva da matriz da prensa, verificar, se a luva se apresenta retilínea, não apresentando deformações (o que acontece quando a operação de prensagem não é bem executada). As emendas que se apresentarem tortas e



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

com variação de diâmetro final após a compressão, em desacordo com as dimensões pelo Fabricante, serão condenadas.

- Em cada emenda devem ser gravadas, por puncionamento, as siglas do executante e do fiscal que supervisionou a operação, bem como a data de execução.
- Os pontos de união da luva com o cabo devem ser pintados com tinta preta fosca e resistente à intempérie.

10.19.10 Montagem de Luvas de Reparo

- Limpar cuidadosamente os fios da camada externa do condutor, fazendo-se uso de escovas de cerdas adequadas.
- Centrar a peça inferior (interna) da luva de reparo sobre o ponto do cabo avariado.
- Colocar a peça externa sobre o condutor, fazendo-se deslizar até o perfeito ajuste com a primeira.
- Comprimir a parte central prosseguindo em direção aos extremos da luva, de maneira que a zona de compressão anterior seja recoberta de 1/3 pela prensada seguinte.
- As luvas de reparo deverão ter gravadas, por puncionamento, as siglas do executante e do fiscal que supervisionou a operação, bem como a datas da execução.
- O ponto de união da luva e cabo deve ser pintado com tinta preta fosca e resistente à intempérie.

10.19.11 Montagem dos Terminais de Compressão

- Certificar-se de que as matrizes para as luvas de alumínio e de aço correspondam às dimensões adequadas.
- Limpar cuidadosamente o interior da luva do terminal de aço e da luva de alumínio de ancoragem, removendo-se todos os vestígios de sujeira ou oxidação.
- Verificar a ponta do condutor, estando avariada, cortar a porção danificada.
- Introduzir a extremidade do condutor na luva de alumínio da ancoragem, fazendo-se deslizar aproximadamente um metro.
- Aplicar uma bandagem, amarrando o condutor com fio maleável ou fita adesiva, a aproximadamente 3 cm da extremidade e, com um dispositivo limitador de corte, cortar a camada de alumínio entre a amarração e a ponta, com o máximo de cuidado para que o núcleo de aço não seja ferido.
- Amarrar também os fios da extremidade no núcleo.
- Amarrar novamente a ponta do condutor a uma distância da extremidade do núcleo de aço, igual ao comprimento da luva de aço mais 25%.
- Cortar os fios de alumínio em frente a última amarração, sempre tomando-se cuidado para não ferir os fios do núcleo de aço. Para que isto aconteça, cortar a camada de alumínio somente até 2/3 do diâmetro dos fios que compõem a camada interna do cabo, destacando-se por meio de flexões repetidas.
- Aplicar uma marca de referência, à tinta, no núcleo já despido do manto de alumínio, a uma distância da extremidade igual ao comprimento da luva de aço. Introduzir o núcleo de aço 2 cm no interior da luva de aço removendo-se a amarração e a seguir deslizar a luva até a



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

marca de referência feita anteriormente. Esta operação é mais facilmente executada prendendo-se levemente o terminal na matriz ajustada à prensa.

- Comprimir a parte cilíndrica da luva de aço a partir da porção corrugada continuando as prensadas em direção ao extremo da luva. Cada zona de compressão deve sobrepor-se 1/3 da zona prensada anteriormente, tomando-se cuidado para que as duas metades da matriz sejam completamente bem fechadas.
- Limpar completamente todos os fios da ponta do condutor a ser prensado. Esta é uma exigência importante e a operação de limpeza será feita desenrolando-se cuidadosamente as camadas de fios, especialmente se o condutor estiver com graxa ou oxidado. A operação de desenrolamento deverá ser objeto da máxima atenção, de maneira que possam ser novamente os fios acomodados entre si, não apresentando deformação e abertura anormal após a compressão “engaiolamento”. No primeiro caso um solvente adequado e volátil deve ser usado. Na segunda hipótese far-se-á uso de uma escova com cerdas adequadas (não metálicas) com fios de 2 a 3/10 mm de diâmetro.
- Em seguida, recompor cuidadosamente a camada de fios, acomodando-os entre si. Aplicar, a seguir, lixa de granulação finíssima, para remoção de vestígios ainda existentes de óxido sobre a superfície recomposta, fazendo-se novamente uso da escova para remoção das partículas retiradas entre os espaços dos fios.
- Retirar a amarração da extremidade do condutor, deslizando a luva de alumínio da ancoragem sobre o terminal da luva de aço, esteja no alinhamento desejado com o terminal da luva de alumínio.
- Fazendo-se uso de uma pistola adequada, injetar o composto inibidor através do furo para isto existente na luva de alumínio, até que os vazios entre cabo e luva estejam completamente cheios.
- Aplicar-se em seguida o *plug* de alumínio no furo de enchimento, martelando-se firme e cuidadosamente para não provocar deformações na luva de alumínio. Deverá o mesmo ficar completamente seguro em posição durante a operação de prensagem.
- Prensar a parte curta da luva de alumínio, isto é, a do lado do terminal de aço, partindo do terminal, de maneira que a zona de prensagem anterior seja recoberta de 1/3 pela prensada seguinte.
- Prensar a parte longa da luva partindo-se do terminal com as compressões feitas sem direção ao condutor, procedendo como descrito anteriormente.
- Terminada a operação da prensagem como descrito nos itens anteriores, retirar o conjunto das matrizes, eliminando-se as rebarbas orientadas longitudinalmente à luva, nos pontos de fechamento das matrizes, aplicando-se a seguir a lixa adequada, para devolver à luva suas condições de acabamento e polimento de superfície.
- Cada terminal completo deverá ter gravado, por punção, as siglas do executante e do fiscal que supervisionou a operação, bem como a data de execução.
- O ponto de união da luva de alumínio com o cabo deve ser pintado com tinta preta fosca própria para alumínio e resistente a intempéries. A montagem bem executada de um terminal de compressão deve apresentar o terminal perfeitamente retilíneo. Os terminais deformados serão condenados pela FISCALIZAÇÃO, que ainda verificará as tolerâncias de diâmetro final, após a prensagem, recomendadas pelo Fabricante.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

10.19.12 Montagem de Terminais de Jumpers

- Limpar cuidadosamente, conforme mencionado na instrução anterior, todos os fios de alumínio da extremidade do condutor a ser inserida na luva do *Jumpers*.
- Introduzir cuidadosamente na luva do *Jumpers*, iniciando-se as compressões a partir do terminal do *Jumpers*. Seguir as instruções anteriores prensando a luva em direção à embocadura, de maneira que a zona da prensada anterior seja recoberta de 1\3 pela prensada seguinte.
- Observar as recomendações dos itens anteriores quanto à retirada das matrizes, acabamento da superfície, pintura de tinta preta no ponto da união da luva de alumínio e o cabo, bem como a gravação das siglas necessárias.

10.19.12.1 Conexão dos Terminais de Jumpers aos Terminais de Ancoragem

- Limpar cuidadosamente as superfícies de contato dos “flanges” que unirão os terminais, verificando-se cuidadosamente antes, se as condições de adaptação e ajuste são perfeitas.
- Verificar, se ângulo de adaptação é adequado à embocadura no terminal do “jumper”, de maneira a permitir uma configuração correta mesmo sem que o cabo seja forçado a deformação.
- Feita a limpeza das superfícies de contato, como mencionado anteriormente, recobrir imediatamente as mesmas com uma fina camada de composto antioxidante.
- Ajustar os “flanges” procedendo-se ao aperto dos parafusos, observando-se a seguir qualquer defeito de montagem, corrigindo-o imediatamente.

10.19.13 Instalação de Espaçadores

O FORNECEDOR deverá instalar espaçadores a fim de manter o espaçamento entre centros de subcondutores, como indicado no projeto.

A instalação dos espaçadores somente será feita após o grampeamento dos condutores e com as respectivas flechas verificadas e aprovadas pela FISCALIZAÇÃO.

O FORNECEDOR deverá considerar que se forem instalados os espaçadores com os subcondutores de feixe apresentando diferenças acentuadas de flechas, poderão aparecer esforços anormais nos pontos de grampeamento dos espaçadores, provocando danos nos condutores.

O FORNECEDOR deverá dispor de equipamento adequado à instalação dos espaçadores, o qual deverá ser projetado para evitar danos aos cabos e acidentes ao pessoal. Os carros de montagem ou “carros *trolley*” deverão ser providos de odômetro, de maneira que cada espaçador seja instalado exatamente na distância indicada no projeto.

10.20 Sinalização das Linhas

10.20.1 Tipos de Sinalização

O FORNECEDOR executará o sistema completo de sinalização das linhas, conforme definições do projeto executivo. Estas sinalizações compreenderão:

- Sinalização para inspeção aérea e terrestre.
- Sinalização para advertência de perigo em locais de fácil acesso às estruturas.
- Sinalização para advertência de perigo nas proximidades de aeroportos.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

As sinalizações serão efetuadas por meio de placas, esferas, pinturas e luzes de obstáculos.

10.20.2 Placas de Sinalização

Serão instaladas placas para identificação das linhas, numeração de circuitos, identificação das fases, numeração das estruturas e placas de advertência de perigo. As placas na estrutura serão instaladas nos locais a seguir estabelecidos.

10.20.2.1 Placas para Identificação de Linha

A linha será identificada por meio dos símbolos das subestações onde a linha começa e onde termina, respectivamente.

Quando duas subestações forem interligadas por mais de uma linha de transmissão, estas linhas serão identificadas com placas iguais. Neste caso o número do circuito é que diferenciará as linhas.

As placas de identificação de linha serão colocadas nas seguintes estruturas:

- Primeira e última torre da linha, com a placa voltada para a subestação próxima.
- Nas estruturas adjacentes aos cruzamentos com estradas de rodagem estaduais ou federais ou federais ou com vias navegáveis, com as placas voltadas para o ponto de cruzamento.
- Em todas as estruturas de numeração múltipla de cinco proceder da seguinte maneira: nas estruturas com número terminado em cinco , com as placas voltadas para o fim da linha, e nas torres com número terminado em zero , com as placas voltadas para o começo da linha.

10.20.2.2 Placas para Numeração de Circuito

Os circuitos serão numerados de acordo com o seguinte critério:

- Em linhas, com estruturas de circuitos duplo e fases em disposição vertical, os dois circuitos serão numerados na ordem da direita para esquerda do pórtico da subestação considerada inicial, visto da subestação para a linha.
- Quando houver duas ou mais linhas, de circuito duplo ou simples ligando as mesmas subestações, os circuitos serão numerados consecutivamente segundo o critério anterior.

As placas para numeração de circuitos serão colocadas, uma para cada circuito, nas mesmas estruturas onde serão instaladas placas de identificação de linhas.

10.20.3 Placas de Identificação de Fase

As fases serão identificadas pelas cores azul, branca e vermelha, por meio de placas individuais perto de cada fase. Estas placas serão circulares com diâmetro de 200 mm.

As placas de identificação de fase serão colocadas nas estruturas em que foi indicada a colocação de placas de numeração de circuito e nas estruturas adjacentes às estruturas de transposição, voltadas para estas estruturas.

10.20.4 Placas de Numeração de Estruturas

Todas as estruturas de cada linha serão numeradas consecutivamente a partir da estrutura adjacente ao pórtico da subestação inicial, estrutura nº 1, até a última estrutura, isto é, até a estrutura adjacente ao pórtico da subestação onde a linha termina.

As placas de numeração de estrutura serão colocadas em todas as estruturas, da seguinte maneira:



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Estrutura de números par, as placas deverão estar voltadas para a subestação de início da linha
- Estrutura de número ímpar, as placas deverão estar voltadas para a subestação terminal da linha.
- Quando numa estrutura devam ser colocados outros tipos de placas, a placa de numeração será colocada do mesmo lado das restantes placas.

10.20.5 Placas de Advertência de Perigo

Em locais de fácil acesso às estruturas, tais como travessias de estradas, núcleos residenciais, etc., serão colocadas placas de advertência de perigo.

10.20.6 Esferas de Sinalização

Conforme estabelecido no Decreto nº 83399, de 03 de maio de 1979, qualquer obstáculo à navegação aérea, localizada na zona de proteção, deve possuir sinalização diurna e noturna. A sinalização consistirá na colocação de esferas, na pintura das estruturas e luzes especiais. Estas sinalizações serão definidas no projeto executivo, de acordo com as determinações do respectivo comando da zona aérea, para cada aeroporto especificamente.

No tocante as esferas dentro das áreas de aproximação de aeroportos, as mesmas serão ainda instaladas em vãos e cruzamentos especiais. Assim deverão ser instaladas esferas nos seguintes trechos:

- Trechos que estiverem dentro das áreas de aproximação de aeroportos.
- Trechos dentro das áreas horizontais, quando os topos das estruturas ultrapassam as áreas horizontais, com aprovação da Aeronáutica.
- Trechos dentro de áreas horizontais mesmo sem que os topos das estruturas ultrapassem a área horizontal, porém o trecho da linha corte e eixo da pista.
- Trechos próximos aos aeroportos, mas fora da área horizontal, com estruturas muito altas.
- Cruzamento de LTs com tensões iguais ou superiores a 69 KV, para evitar acidente quando da inspeção aérea.
- Travessias de rodovias, ferrovias e rios navegáveis, onde indicado no projeto.

10.20.7 Pintura de Sinalização

Para as linhas de transmissão deverão ser seguidas as recomendações do C.C.O.I. - Comitê Coordenador de Operações Interligadas na publicação: "Recomendação Sobre Sinalização de Linhas de Transmissão com Vistas à Inspeção Aérea", Referência SCM-003- Revisão 1.

Segundo as recomendações da citada publicação, para desvios com ângulos iguais ou superiores a 30 graus, serão sinalizadas, no mínimo, duas estruturas anteriores e duas posteriores ao desvio. Não será sinalizada a estrutura do desvio.

No caso em que os ângulos se apresentarem próximos ou adjacentes, interferindo um na sinalização dos outros, as torres a serem sinalizadas serão especificamente definidas no projeto.

A sinalização será feita por pintura das estruturas, devendo ser pintado o lado da metade superior da estrutura no sentido do desvio. As duas estruturas adjacentes ao desvio, pintadas em cor vermelha e as demais em cor laranja.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Como advertência sobre a proximidade de aeroportos, de acordo com o decreto anteriormente citado, as torres localizadas nas zonas de proteção dos aeroportos deverão ser pintadas totalmente (interna e externamente).

Esta pintura consistirá em faixas horizontais de largura a ser determinada pelo projeto, alternando-se as cores, branca e laranja de tal forma que a faixa superior seja cor laranja.

Não deverão ser pintadas as faces voltadas para cima, nas cantoneiras horizontais, aproximadamente horizontais ou diagonais, da torre a ser sinalizada, bem como as plataformas e os anéis de proteção.

O fornecimento de tintas, solventes e demais acessórios serão da responsabilidade do FORNECEDOR. A pintura deverá ser executada conforme especificado na tabela seguinte:

COR	COR EQUIVALENTE SEGUNDO "BRITISH STANDARD INSTITUTE" 381 C - 1964	REFERENCIA MUNSELL	SEMELHANTE A TONALIDADE DO PROJETO NACIONAL
Laranja	Nº 557	2.5-YR-6/14	Vitrolack nº 2479 Tintas Ypiranga S/A
Vermelho	Nº 537	7.5R-4.5/16	Ken-Transport nº 1251 Sherwin – Williams
Branco	-	-	Vitrolack nº 2411 Tintas Ypiranga S/A

Deverão ser seguidas as instruções do Fabricante quanto à dosagem, preparo das amostras, tempo de vida da mistura, espessura da camada, período de tempo entre as demãos e demais condições específicas de aplicação de cada produto.

No caso do FORNECEDOR optar pela utilização de produtos similares, deverá submeter à prévia aprovação da FISCALIZAÇÃO os materiais e a especificação da pintura que pretende aplicar.

10.20.8 Balizadores Noturnos

Nos vãos localizados nas proximidades de aeroportos serão instalados balizadores noturnos nos locais especificados no projeto. Os balizadores serão fornecidos pelo FORNECEDOR, devendo o FORNECEDOR proceder a instalação, conforme instruções da FISCALIZAÇÃO.

10.21 Lançamento do Cabo OPGW

Esta norma descreve o procedimento de instalação do cabo pára-raio com fibra ótica (OP-GW) e a segurança no trabalho recomendada para a instalação do cabo. Os serviços relativos às emendas do cabo OP-GW serão de responsabilidade do FORNECEDOR.

A qualidade de transmissão e característica do OP-GW apresentam degradações se o cabo é submetido a elevadas tensões mecânicas de puxamento, ou a um raio de dobramento excessivamente pequeno.

A quantidade de emendas entre estações repetidoras deve ser controlada para reduzir a perda por transmissão.

O pessoal envolvido com a instalação do cabo OP-GW deve estar familiarizado com precauções e práticas e com as especificações de manufatura.

Cuidados a serem observados:



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- A tensão mecânica máxima de puxamento não deve exceder 20% da carga de ruptura do cabo OPGW.
- Exigências de segurança, higiene e medicina do trabalho:
 - Trabalhos em planos elevados, as ferramentas e peças de pequeno porte devem ser suspensas ou arriadas em sacolas apropriadas.
 - Todo equipamento a ser utilizado próximo às LTs energizadas deverá ser adequadamente aterrado e todo pessoal a serviço no local deverá ser orientado quanto ao perigo da aproximação da LT energizada. Os cabos auxiliares a serem utilizados neste caso deverão ser de material não condutor e deverá ser usado cabo terra flexível em qualquer peça, desde seu içamento até sua colocação definitiva.
 - Será obrigatório o uso de luvas, de capacetes e calçados especiais.

10.21.1 Aterramento das Estruturas

Durante os serviços de medição de resistências de aterramento das torres situadas próximas às LTs energizadas, o operador deverá usar luvas de borracha ao conectar e desconectar os condutores.

10.21.2 Lançamento e Grampeamento do Cabo

Requisitos adicionais para trabalhos devido a proximidade de LTs energizadas.

O sistema de aterramento dos equipamentos de lançamento (tensionador e puxador) deverá conter no mínimo duas hastes de aterramento.

Além de roldanas normais, deverão ser empregadas roldanas possuindo meios adequados de aterramento dos cabos.

Nos casos de paralelismo, além dos aterramentos nas praças, os cabos em lançamento deverão ser aterrados a cada dois vãos.

Um aterramento do tipo móvel deverá ser instalado a seis m, no máximo, do tensionador e do puxador.

Será obrigatório o uso de luvas e calçados especiais.

Após o lançamento de um trecho e antes de emendas o cabo pára-raios, o mesmo deve ser aterrado nas ancoragens provisórias.

Para execução e remoção dos aterramentos deverão ser utilizados equipamentos para linha viva.

10.21.3 Equipamento de Proteção Individual

O FORNECEDOR deverá obrigar todo seu pessoal a utilizar equipamentos de segurança, tais como luvas, capacetes, cintos de segurança, sempre que necessário, durante o período em serviço.

10.21.4 Transporte de Pessoal

As carrocerias dos caminhões deverão ser dotadas de bancos, coberturas e caixas apropriadas para ferramentas e peças.

O acesso à carroceria deverá ser através de escadas apropriadas.

Os veículos deverão ser mantidos em perfeito estado mecânico de funcionamento, passando por revisões preventivas periódicas.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Não serão admitidas improvisações em veículos para execução dos trabalhos inadequados ao seu tipo.

Deverá ser utilizado transporte especial para inflamáveis.

Além das recomendações aqui citadas, deverão ser obedecidas todas as exigências impostas pela legislação vigente.

10.21.5 Higiene e Medicina do Trabalho

Durante a realização da instalação do cabo pára-raios OPGW, o FORNECEDOR deverá observar todas as exigências legais, com a finalidade de preservar a integridade física e mental do trabalhador, promovendo a sua saúde, bem como a melhoria das condições e do ambiente de trabalho.

O FORNECEDOR deverá contar com elementos especializados em Segurança e Medicina do Trabalho, no mínimo, segundo as especificações das normas brasileiras.

Todos os veículos deverão estar equipados com uma pessoa com conhecimento rudimentar para prestar primeiros socorros aos acidentados.

10.21.6 Tensão Mecânica de Puxamento

O tensionador é uma máquina projetada com roldanas revestidas de neoprene e mantém uma tensão mecânica apropriada nas várias velocidades de puxamento. É necessário um sistema de freios para tensionadores e para as máquinas de puxamento para manter a tensão quando se cessa o puxamento.

Tanto o tensionador quanto o puxador devem ser estabelecidos com a relação 3:1 em relação a roldana da primeira estrutura adjacente ao equipamento.

As roldanas fixas nas estruturas para o lançamento do cabo OPGW devem ser adequadas ao raio de curvatura mínimo admitido pelo cabo OPGW tracionado.

Este diâmetro mínimo e a distância do tensionador e do puxador são recomendados para evitar a deformação do tubo de alumínio, que protege as fibras óticas do OPGW.

Um dispositivo anti-torsional é instalado entre OPGW e o cabo mensageiro. Isto é utilizado para evitar a torção no cabo OPGW durante o seu lançamento.

O lançamento do cabo OPGW sob tensão mecânica evita o arraste do cabo na bobina ou outros obstáculos, evitando-se assim dano ao cabo.

Os seguintes valores são recomendados para evitar dano ao cabo OPGW:

- Diâmetro mínimo da roldana do tensionador: 70xD
- Velocidade de puxamento: 75 a 90m/minuto.
- Tensão máxima de puxamento: limitada a 20% da carga de ruptura do cabo OPGW.
- Raio mínimo permanente: 15xD.
- Distância mínima do puxador e tensionador em relação à 1ª roldana: 3:1.
- Camisas de puxamento, camelong, morcetes, etc., devem ser utilizadas para o puxamento do cabo OPGW.

10.21.7 Instalação do Cabo

Os comprimentos cabos OPGW são variáveis. Esses comprimentos são definidos levando-se em consideração a facilidade de lançamento.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

A seqüência de instalação é a seguinte:

1. O tensionador é colocado no início do trecho de puxamento e o puxador no final.
2. O cabo piloto lançado anteriormente é conectado ao cabo OPGW na extremidade do tensionador com o dispositivo anti-torsional.
3. O A comunicação é parte importante na operação de lançamento. Os operadores do tensionador e puxador devem manter as tensões mecânicas e a velocidade, constantes. As máquinas devem operar em sintonia para evitar trancos no cabo OPGW.
4. Após completar o puxamento no cabo OPGW fixa-se o grampo na ancoragem em uma das extremidades. Assegurar que um comprimento do cabo OPGW foi puxado na extremidade do puxador, suficiente para execução da emenda.
5. Na outra extremidade, o cabo é tracionado para o fechamento.
6. Após o fechamento, fixa-se o grampo de ancoragem na extremidade em que se efetuou o tracionamento.
7. Inicia-se o serviço de grampeamento do cabo.
8. Em cada extremidade, o cabo OPGW desce pelas estruturas utilizando-se os grampos guia.

10.21.8 Colocação do Grampo de Ancoragem

Os grampos de ancoragem são utilizados para fixar o cabo OPGW nos locais de emenda ou em um ponto terminal.

Os grampos de ancoragem devem ser fixados de acordo com as recomendações indicadas nos projetos da CONTRATANTE.

Cuidados devem ser observados durante a fixação do grampo para evitar o dobramento do cabo aquém do raio mínimo recomendado.

10.21.9 Grampeamento

Para o processo de grampeamento, remove-se o cabo OPGW das roldanas instalando-se o grampo de suspensão, conforme práticas usuais de instalação de cabos aéreos.

Não é aconselhável deixar o cabo OPGW nas roldanas mais de 24 horas após efetuar o fechamento do cabo.

10.21.10 Amortecedores

Amortecedores são colocados para evitar vibração no cabo OPGW. A quantidade necessária é definida em função da tração do cabo na condição inicial à temperatura mínima média anual, tração final EDS, em função do comprimento do vão e formas de ligação do cabo à estrutura (suspensão ou ancoragem).

O posicionamento do amortecedor no cabo, é definido em função da velocidade do vento, do diâmetro, do peso e do tracionamento do cabo.

As quantidades necessárias e respectivas localizações são indicadas nos documentos de projeto.

10.21.11 Caixa de Emenda

As caixas de emenda devem ser montadas conforme indicadas nos documentos do projeto.

Estes serviços serão de responsabilidade do CONTRATADO/ FABRICANTE do cabo OPGW.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

10.21.12 Confeção das Emendas

Estes serviços de responsabilidade do CONTRATADO/FABRICANTE do cabo OPGW.

10.22 Revisão final e Comissionamento

10.22.1 Aspectos Gerais das Diversas Etapas

Como último serviço relativo à montagem da linha, deverá ser efetuada uma verificação geral de todas as etapas individuais de serviço, sanando-se imediatamente todas as irregularidades encontradas. Tanto por parte da FISCALIZAÇÃO como por parte do FORNECEDOR, deverão ser examinados meticulosamente todos os detalhes, desde a base até os condutores, antes da liberação para os testes de comportamento e funcionamento da linha.

10.22.2 Faixa de Serviços

Deverão ser verificados os seguintes itens:

- Preservação das culturas como recomendado nestas Normas.
- Condições gerais da faixa de servidão.
- Não existência de árvores esparsas de grande porte que possam atingir a linha ao tomar, ou que os condutores possam tocar sob a ação do vento.
- Necessidade de alargamento da faixa nas áreas sujeitas a queimadas.
- Estado de aguadas, açudes, mananciais ou fontes de uso comunitário.
- Áreas florestais remanescentes, no fundo de vales, a critério da FISCALIZAÇÃO.

10.22.3 Estradas de Serviços

Deverão ser verificados os seguintes itens:

- Estados de cercas, porteiras, mataburros.
- Fechamento de passagens provisórias.
- Proteção adequada nos locais sujeitos à erosão.

10.22.4 Seccionamento e Aterramento de Cercas

Deverão ser verificados os seguintes itens:

- Qualidades de execução dos seccionamentos e dos aterramentos.
- Estado dos mourões e da pintura dos mesmos.
- Necessidade de seccionamento e/ou aterramento adicionais.

10.22.5 Fundações das Estruturas

Deverão ser verificados os seguintes itens:

- Limpeza de proteção contra fogo acidental ou proposital da vegetação.
- Reaterro das bases das estruturas.
- Conformação original do terreno em volta das estruturas.
- Proteções contra pela ação das águas pluviais.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Verificação das áreas gramadas ao redor das estruturas.
- Selo de betume entre as chumbadores e o concreto.
- Acabamento do concreto externo.
- Pintura das cabeças das grelhas.

10.22.6 Estruturas

Deverão ser verificados os seguintes itens:

- Alinhamento e ângulos: conforme os desenhos de planta e perfil.
- Prumo das estruturas: dentro das tolerâncias.
- Estado geral das peças: galvanização, posição, faltas, empenamentos.
- Parafusos: aperto conforme os torques especificados, dimensões, arruelas, contra-porcas, faltas.
- Pintura (quando for o caso): estado geral.
- Placas e esferas de sinalização e advertência: estado geral, critérios de colocação.

10.22.7 Sistema de Aterramento

Deverão ser feitas as verificações de resistência de terra, conexões e reaterros.

10.22.8 Isoladores e Ferragens

Deverão ser verificados os seguintes itens:

- Estado geral dos isoladores: existência de lascas ou outros defeitos, estado de limpeza, posição dos contrapinos, tipos e quantidades.
- Estado geral das ferragens: galvanização, acabamento.
- Posição de pinos, contrapinos, dos parafusos, das porcas e reaperto.
- Posição do balancim.
- Verticalidade das cadeias de suspensão.

10.22.9 Cabos Pára-Raios

Deverão ser verificados os seguintes itens:

- Estado geral dos cabos: galvanização.
- Emendas: posição, quantidades.
- Flechas: verificação.
- Elementos de fixação do conjunto: terminais de ancoragem, *Jumpers*, conectores.

10.22.10 Cabos Condutores

Deverão ser verificados os seguintes itens:

- Estado geral dos cabos: possibilidade de fios quebrados, abrasões ou outros defeitos.
- Emendas: posição relativa às outras emendas e às outras estruturas, restrições referente à posição das emendas, quantidades.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Reparos: idem emendas.
- Flechas, nivelamento entre subcondutores do mesmo feixe, nivelamento entre fases: verificação cuidadosa.
- *Clearante*, especificamente em regiões acidentadas e nas travessias: verificação.
- Armaduras: centralização do grampo, adaptação ao condutor à embocadura do grampo, posição das pontas das varetas, sinais de corrosão.
- *Jumpers*: adaptação das flanges, aplicação do composto antioxidante, ângulo de adaptações e conseqüente forma da curvatura, distâncias elétricas, verticalidade de cadeias em *Jumpers*.