

PROJETO EXECUTIVO DA AMPLIAÇÃO E REFORMA DE TODOS OS FLOCULADORES E DECANTADORES DAS ETA'S 1 E 2, DOS 8 FILTROS DAS ETA'S, DA EXECUÇÃO DO NOVO TANQUE DE CONTATO, DO REMANEJAMENTO DO BARRILETE DA ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA DO RIBEIRÃO SÃO LOURENÇO E DO SISTEMA DE PRÉ-OXIDAÇÃO E DA EXECUÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DOS RESÍDUOS GERADOS NAS ETA'S 1 E 2 DA SAE DE ITUIUTABA/MG, TODOS PARA A VAZÃO MÁXIMA DE 570 L/S

CLIENTE: SAE ITUIUTABA - CONTRATO Nº 004/2012

RELATÓRIO 3/7: PROJETO EXECUTIVO DE REFORMA DAS UNIDADES DE MISTURA RÁPIDA, FLOCULAÇÃO E DECANTAÇÃO DAS ETAS 1 E 2

VOLUME 6/6: ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS, PLANILHA ORÇAMENTÁRIA E CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DA REFORMA DAS UNIDADES DE MISTURA RÁPIDA, FLOCULAÇÃO E DECANTAÇÃO DAS ETAS 1 E 2

JANEIRO/2013

# Índice

1	APRESENTAÇÃO .....	9
2	CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	11
3	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DOS SERVIÇOS .....	12
3.1	DISPOSIÇÕES GERAIS E DEFINIÇÕES BÁSICAS .....	12
3.1.1	DEFINIÇÕES BÁSICAS .....	12
3.1.1.1	SAE .....	12
3.1.1.2	CONTRATADA .....	12
3.1.1.3	FISCALIZAÇÃO .....	12
3.1.1.4	PROJETISTA.....	12
3.1.2	RELACIONAMENTO SAE-CONTRATADA.....	12
3.1.2.1	FISCALIZAÇÃO E CONTRATADA .....	12
3.1.2.2	DIREITOS E AUTORIDADE DA FISCALIZAÇÃO.....	12
3.1.2.3	OBRIGAÇÕES E RESPONSABILIDADE DA CONTRATADA .....	12
3.1.3	MATERIAIS FORNECIDOS PELA SAE .....	13
3.1.3.1	INSPEÇÃO .....	13
3.1.3.2	TRANSPORTE .....	13
3.1.3.3	ARMAZENAMENTO .....	14
3.1.3.4	PERDAS .....	14
3.1.4	MATERIAIS FORNECIDOS PELA CONTRATADA .....	14
3.1.4.1	ESPECIFICAÇÕES .....	14
3.1.4.2	INSPEÇÃO .....	15
3.1.4.3	FORNECEDORES.....	15
3.1.4.4	MARCAS E PATENTES.....	15
3.1.4.5	ARMAZENAMENTO .....	15
3.1.5	SERVIÇOS DE TERCEIROS .....	15
3.1.5.1	PREÇOS.....	16
3.1.6	BENEFÍCIOS E DESPESAS INDIRETAS - BDI .....	16

---

3.1.7	ORÇAMENTOS .....	17
3.1.8	REGULAMENTAÇÃO DE PREÇOS E CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO .....	17
3.1.8.1	CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO .....	17
3.1.8.2	REGULAMENTAÇÃO DOS PREÇOS DOS SERVIÇOS .....	18
3.2	SERVIÇOS POR ADMINISTRAÇÃO .....	18
3.2.1	FORNECIMENTO DE MÃO-DE-OBRA .....	18
3.2.2	FORNECIMENTO DE MATERIAIS, UTILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E SERVIÇOS DE TERCEIROS.....	20
3.2.2.1	FORNECIMENTO DE MATERIAIS E SERVIÇOS DE TERCEIROS.....	20
3.3	CANTEIRO DE OBRAS.....	20
3.3.1	INSTALAÇÃO DO CANTEIRO .....	20
3.3.2	PLACA DE IDENTIFICAÇÃO DA OBRA .....	21
3.3.3	PLACAS DE OBRAS DA SAE .....	22
3.3.4	PLACA DA CONTRATADA .....	23
3.3.5	PREVENÇÃO DE ACIDENTES .....	23
3.3.6	EQUIPAMENTO DE SEGURANÇA .....	23
3.3.7	VIGILÂNCIA.....	23
3.3.8	VEÍCULO PARA FISCALIZAÇÃO DA OBRA.....	24
3.3.9	DESMONTAGEM E REMOÇÃO DO CANTEIRO .....	24
3.3.10	PADRONIZAÇÃO DE PLACAS, SETAS INDICATIVAS E SÍMBOLOS .....	24
3.3.10.1	PLACAS DE OBRAS .....	24
3.3.10.2	SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA .....	24
3.3.10.3	FITA PLÁSTICA.....	25
3.3.10.4	TAPUME MÓVEL CONTÍNUO .....	25
3.3.10.5	TAPUME MÓVEL DESCONTÍNUO .....	25
3.4	SERVIÇOS TÉCNICOS .....	26
3.4.1	SERVIÇOS TOPOGRÁFICOS .....	26
3.4.1.1	CADASTRO DE UNIDADE EXISTENTE .....	27
3.4.1.2	TRANSPORTE DE COTA .....	27
3.4.1.3	LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO DE ÁREA .....	28
3.4.1.4	LOCAÇÃO E NIVELAMENTO DE LINHA .....	28

---

3.4.1.5	LEVANTAMENTO DE POLIGONAL.....	28
3.4.2	PESQUISA DE INTERFERÊNCIA.....	29
3.4.2.1	REMANEJAMENTO .....	29
3.4.2.2	INDICAÇÕES FORNECIDAS PELA FISCALIZAÇÃO .....	29
3.4.2.3	CUIDADOS ESPECIAIS .....	29
3.5	SERVIÇOS PRELIMINARES .....	30
3.5.1	TRÂNSITO E SEGURANÇA.....	30
3.5.1.1	SINALIZAÇÃO .....	30
3.5.1.2	TAPUME .....	30
3.5.1.3	GRADE PORTÁTIL.....	31
3.5.2	SUSTENTAÇÃO DE ESTRUTURAS.....	31
3.6	ESCORAMENTO.....	32
3.6.1	ESTRUTURA DE ESCORAMENTO - MADEIRA.....	32
3.6.1.1	PONTALETEAMENTO.....	32
3.6.1.2	DESCONTÍNUO .....	32
3.6.1.3	CONTÍNUO.....	33
3.6.1.4	ESPECIAL .....	33
3.6.2	ESTRUTURA DE ESCORAMENTO METÁLICO - MADEIRA .....	33
3.6.3	REMOÇÃO DE ESCORAMENTO .....	34
3.6.4	ESTRUTURA DE CIMBRAMENTO.....	35
3.7	FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS .....	35
3.7.1	LASTRO.....	35
3.7.2	ANCORAGEM.....	36
3.7.3	ESTRUTURA DE CONCRETO .....	36
3.7.3.1	MATERIAIS COMPONENTES DO CONCRETO .....	37
3.7.3.2	ADITIVO .....	40
3.7.3.3	FÔRMA.....	40
3.7.3.4	AÇO .....	43
3.7.3.5	CONCRETO .....	47
3.7.3.6	JUNTAS DE DILATAÇÃO .....	60

3.7.3.7	APARELHOS DE APOIO .....	61
3.7.3.8	ACEITAÇÃO DA ESTRUTURA.....	62
3.8	ASSENTAMENTO .....	63
3.8.1	ASSENTAMENTO DE TUBULAÇÃO .....	63
3.8.1.1	TUBO DE FERRO FUNDIDO COM JUNTA FLANGEADA.....	64
3.8.2	MONTAGEM DE PEÇAS ESPECIAIS .....	64
3.8.3	VEDAÇÃO ENTRE TUBOS E PAREDES DE CONCRETO .....	65
3.8.4	PERDA .....	66
3.8.5	PEÇA E CONEXÃO .....	66
3.8.6	TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO DE TUBOS E PEÇAS .....	67
3.8.7	TESTE E LIMPEZA FINAL.....	67
3.9	FECHAMENTO .....	69
3.9.1	ALVENARIA .....	69
3.10	REVESTIMENTO E TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE .....	70
3.10.1	REVESTIMENTO DE PAREDES E FORROS.....	70
3.10.1.1	CHAPISCO.....	70
3.10.1.2	EMBOÇO.....	71
3.10.1.3	REBOCO.....	71
3.10.1.4	AZULEJOS .....	72
3.10.2	IMPERMEABILIZAÇÃO E PROTEÇÃO TÉRMICA .....	72
3.10.2.1	IMPERMEABILIZAÇÃO RÍGIDA COM ARGAMASSA .....	73
3.10.2.2	IMPERMEABILIZAÇÃO BETUMINOSA .....	74
3.10.2.3	IMPERMEABILIZAÇÃO COM FELTRO ASFÁLTICO .....	74
3.10.2.4	IMPERMEABILIZAÇÃO COMPOSTA POR PASTA DE CIMENTO E POLÍMERO.....	75
3.10.2.5	IMPERMEABILIZAÇÃO COM MEMBRANA APLICADA A FRIO, MOLDADA “IN- LOCO” .....	76
3.10.2.6	PROTEÇÃO MECÂNICA .....	77
3.10.2.7	PROTEÇÃO TÉRMICA EM LAJES PLANAS DE COBERTURA .....	77
3.10.3	PINTURAS .....	78
3.10.3.1	PINTURA A CAL.....	78

---

3.10.3.2	PINTURA LÁTEX A BASE DE PVA OU ACRÍLICA.....	78
3.10.3.3	PINTURA A ÓLEO E ESMALTE .....	79
3.10.3.4	PINTURA A VERNIZ .....	79
3.10.3.5	PINTURA GRAFÍTE.....	79
3.10.3.6	PINTURA A BASE DE SILICONE .....	79
3.10.3.7	PINTURA ALUMÍNIO .....	80
3.10.3.8	PINTURA ANTIFERRUGINOSA OU PRIMER .....	80
3.10.4	NORMAS PERTINENTES .....	80
3.11	INSTALAÇÕES PREDIAIS .....	81
3.11.1	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E SANITÁRIAS .....	81
3.11.2	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS E EXTERNAS .....	83
3.12	INSTALAÇÕES DE PRODUÇÃO .....	85
3.12.1.1	COMPORTAS .....	86
3.12.2	MONTAGEM MECÂNICA DE TUBULAÇÕES E PEÇAS .....	87
3.12.2.1	CONEXÕES DE JUNTA MECÂNICA .....	87
3.12.2.2	CONEXÕES DE JUNTA ELÁSTICA .....	88
3.12.2.3	CONEXÕES FLANGEADAS.....	88
3.12.2.4	CONEXÕES ROSQUEADAS.....	89
3.12.2.5	VÁLVULAS E REGISTROS FLANGEADOS.....	91
3.12.2.6	JUNTA TIPO GIBAULT.....	92
3.12.2.7	FLANGES AVULSOS EM TUBULAÇÕES DE FERRO FUNDIDO .....	93
3.12.3	REVESTIMENTO DE TUBOS E PEÇAS DE AÇO .....	93
3.12.3.1	COALTAR-EPOXI.....	93
3.12.4	MONTAGEM ELÉTRICA.....	95
3.12.4.1	ELETRO DUTOS .....	95
3.12.4.2	CAIXAS DE PASSAGEM .....	99
3.12.4.3	ATERRAMENTO.....	101
3.12.4.4	CABOS ELÉTRICOS .....	103
3.12.4.5	TERMINAIS PARA CONDUTORES.....	106

3.12.4.6	TESTES PARA INSTALAÇÕES .....	107
3.12.4.7	INSTALAÇÃO DE QUADROS ELÉTRICOS DE FORNECIMENTO SAE .....	109
3.12.4.8	PRÉ-OPERAÇÃO E TESTES DE ACEITAÇÃO .....	110
4	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS .....	116
4.1	CONDIÇÕES TÉCNICAS GERAIS .....	116
4.1.1	FORNECIMENTO .....	116
4.1.1.1	EXTENSÃO DO FORNECIMENTO .....	116
4.1.1.2	LIMITAÇÕES DO FORNECIMENTO .....	118
4.1.2	DOCUMENTOS TÉCNICOS DA PROPOSTA .....	118
4.1.3	DOCUMENTOS TÉCNICOS DO PROJETO .....	118
4.1.3.1	PROJETO DE IMPLANTAÇÃO .....	118
4.1.3.2	PROJETO DE FABRICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS .....	119
4.1.3.3	PROJETO DE MONTAGEM .....	120
4.1.3.4	MANUAIS DE MONTAGEM E DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO .....	120
4.1.3.5	MANUAL DE MONTAGEM .....	121
4.1.3.6	MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO .....	121
4.1.4	CONDIÇÕES DE ELABORAÇÃO E APRESENTAÇÃO DOS DOCUMENTOS DE PROJETO .....	122
4.1.4.1	GENERALIDADES .....	122
4.1.4.2	DESENHOS, LISTA DE MATERIAIS E MEMORIAIS DE CÁLCULO .....	122
4.1.5	CONDIÇÕES DE PROJETO E CONSTRUÇÃO .....	124
4.1.5.1	NORMAS TÉCNICAS APLICÁVEIS .....	124
4.1.5.2	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS .....	125
4.1.5.3	PADRONIZAÇÃO E INTERCAMBIALIDADE .....	126
4.1.6	MATERIAIS, PINTURAS E FABRICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS MECÂNICOS .....	126
4.1.6.1	GENERALIDADES .....	126
4.1.6.2	MATERIAIS .....	127
4.1.6.3	SOLDAGEM .....	127
4.1.6.4	LIMPEZA, PINTURA E PROTEÇÃO DAS SUPERFÍCIES .....	127

---

4.1.7	PEÇAS SOBRESSALENTE	131
4.1.8	ESTRUTURAS AUXILIARES PARA ACESSO AOS EQUIPAMENTOS	131
4.1.8.1	MONTAGEM NA FÁBRICA	132
4.1.8.2	EMBALAGEM	132
4.1.8.3	TRANSPORTE	134
4.1.8.4	PEDIDOS DE COMPRAS	134
4.1.8.5	CERTIFICADO DE ENSAIO DE MATERIAIS	135
4.1.8.6	ENSAIOS E INSPEÇÕES NA FÁBRICA E NA OBRA	135
4.1.8.7	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	137
4.1.9	EXPERIÊNCIA	139
4.1.10	GARANTIAS	139
4.1.11	DOCUMENTOS TÉCNICOS	139
5	CONDIÇÕES TÉCNICAS ESPECÍFICAS	141
5.1	TUBULAÇÃO	141
5.2	VÁLVULAS	141
5.2.1	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO E DE PROJETO	141
5.2.1.1	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO E INSTALAÇÃO	141
5.2.1.2	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS	141
5.2.1.3	ATUADORES ELÉTRICOS PARA O ACIONAMENTO DE VÁLVULAS	143
5.3	REMOVEDORES DE LODO	143
5.3.1	REMOVEDOR DE LODO ETA 1	143
5.3.2	REMOVEDOR DE LODO ETA 2	143
5.4	FLOCULADORES	144
5.5	CALHAS DE COLETA DE ÁGUA DECANTADA	145
5.5.1	CALHAS DE COLETA - ETA 1	145
5.5.2	CALHAS DE COLETA – ETA 2	145
5.5.3	PLACAS PARA COLETA DE ÁGUA DECANTADA ETA 1	146
5.6	DUTOS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA FLOCULADA	146
5.6.1	TIPO 1	146
5.6.2	TIPO 2	146
5.6.3	TIPO 3	146



---

5.7	LONAS PARA DECANTAÇÃO DE ALTA TAXA .....	146
5.7.1	LONAS – ETA 1 .....	146
5.7.2	LONAS – ETA 2 .....	147
5.8	COMPORTA VERTEDORA .....	148
5.9	MALHA PARA MISTURA DE PRODUTOS QUÍMICOS .....	149
5.10	EQUIPAMENTOS PARA LABORATÓRIO- MONITORAMENTO E CONTROLE DE DESEMPENHO DA ETA .....	149
5.10.1	EQUIPAMENTO JARTESTE DE BANCADA COM KIT DE FILTROS DE LABORATÓRIO DE AREIA.....	149
5.10.2	TUBIDÍMETRO DE BANCADA.....	150
5.10.3	ESPECTOFOTÔMETRO DE BANCADA.....	150
5.10.4	MEDIDOR DE CARBONO ORGÂNICO TOTAL DE BANCADA.....	150
6	CÁLCULO DOS CUSTOS, ÍNDICES E TAXAS ENVOLVIDOS .....	153
6.1	CÁLCULO DOS BENEFÍCIOS E DESPESAS INDIRETAS – BDI.....	154
6.2	ESTIMATIVAS DOS CUSTOS DIRETOS – CD .....	156
7	ORÇAMENTO .....	157
7.1	ESTIMATIVA DO CUSTO GLOBAL DA OBRA .....	157
7.2	CRONOGRAMA FÍSICO .....	157

## 1 APRESENTAÇÃO

O presente trabalho é resultado da contratação da Hidrosan Engenharia SS Ltda. pela SAE – Superintendência de Água e Esgotos de Ituiutaba, Contrato nº 026/2012, consiste na elaboração do Projeto Executivo de Ampliação e Reforma das ETAs 1 e 2 para atendimento da vazão máxima de 570 L/s, do Sistema de Tratamento dos Resíduos Gerados nas ETAs 1 e 2 e remanejamento do Barrilete da Elevatória de Água Bruta.

O presente trabalho é composto por sete Relatórios:

- Relatório R1: Revisão dos Estudos e Projetos Existentes sobre a Captação do São Lourenço, as ETAs 1 e 2 e o Sistema de Tratamento dos Resíduos;
- Relatório R2: Projeto Executivo de Reforma dos Filtros;
- Relatório R3: Projeto Executivo de Reforma das Unidades de Mistura Rápida, Floculação e Decantação das ETAs 1 e 2;
- Relatório R4: Projeto Executivo de Reforma do Tanque de Contato Existente e de Construção de Novo Tanque de Contato;
- Relatório R5: Projeto Executivo das Instalações de Produtos Químico (Cloreto Férrico, Ácido Fluossilícico e Hipoclorito de Sódio);
- Relatório R6: Projeto Executivo do Sistema de Tratamento dos Resíduos Gerados nas ETAs 1 e 2;
- Relatório R7: Projeto Executivo de Remanejamento do Barrilete da Elevatória de Água Bruta do Ribeirão São Lourenço;

O presente relatório, Relatório R3, é composto por 6 volumes:

- Volume 1: Memorial Descritivo e de Cálculo do Projeto Executivo Hidráulico de reforma das unidades de mistura rápida, floculação e decantação das ETAs 1 e 2 e Recomendações para Operação;
- Volume 2: Peças Gráficas do Projeto Executivo Hidráulico de reforma das unidades de mistura rápida, floculação e decantação das ETAs 1 e 2;
- Volume 3: Projeto Executivo Elétrico das unidades de mistura rápida, floculação e decantação das ETAs 1 e 2;
- Volume 4: Avaliação Estrutural das unidades de floculação e decantação das ETAs 1 e 2;
- Volume 5: Projeto Executivo Estrutural de reformadas unidades de mistura rápida, floculação e decantação das ETAs 1 e 2;

- Volume 6: Especificações de Materiais, Planilha Orçamentária e Cronograma de Execução da reforma das unidades de mistura rápida, floculação e decantação das ETAs 1 e 2.

Neste relatório, Relatório R3 – Volume 6, são apresentadas as especificações de materiais, planilha orçamentária e cronograma de execução da reforma das unidades de mistura rápida, floculação e decantação das ETAs 1 e 2.

## 2 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O presente Relatório estabelece as especificações básicas de serviços, dos materiais e equipamento a serem adquiridos e deverá orientar os contratos de serviços e obras. Para a elaboração deste caderno de especificações técnicas foram consultadas as normas técnicas da ABNT, o caderno Técnico “Especificação Técnica, Regulamentação de Preços e Critérios de Medição” da SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, 2006) e o “Caderno de encargos” da Editora PINI (Milber Fernandes Guedes, 2004).

Ressalta-se que todos os serviços deverão ser executados em consonância com os projetos, as prescrições contidas neste Relatório, as normas técnicas da ABNT, os decretos municipais e outras regulamentações aplicáveis, de forma que o SAE poderá adotar normas especiais ou suplementares de trabalho, não previstas neste Relatório, mas necessárias, a seu juízo, à segurança e ao bom andamento dos serviços.

A omissão de qualquer procedimento neste Relatório ou nos projetos não exime a Contratada da obrigatoriedade da utilização das melhores técnicas padronizadas para os trabalhos, respeitando os objetivos básicos de segurança, do funcionamento e adequação dos resultados.

### **3 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DOS SERVIÇOS**

#### **3.1 DISPOSIÇÕES GERAIS E DEFINIÇÕES BÁSICAS**

##### **3.1.1 DEFINIÇÕES BÁSICAS**

###### **3.1.1.1 SAE**

Superintendência de Água e Esgotos de Ituiutaba/MG, proprietário e contratante das obras e ou serviços.

###### **3.1.1.2 CONTRATADA**

Empresa CONTRATADA pela SAE, para a execução das obras e/ou serviços.

###### **3.1.1.3 FISCALIZAÇÃO**

Pessoa física ou jurídica designada pela SAE, para fiscalizar a execução das obras e/ou serviços.

###### **3.1.1.4 PROJETISTA**

Empresa CONTRATADA pela SAE para a execução do projeto da obra.

#### **3.1.2 RELACIONAMENTO SAE-CONTRATADA**

##### **3.1.2.1 FISCALIZAÇÃO E CONTRATADA**

A obra será fiscalizada por pessoal pertencente ao SAE, ou empresa por ela indicada, que será doravante aqui designada FISCALIZAÇÃO. A obra será conduzida por pessoal pertencente à CONTRATADA, que será doravante aqui designada CONTRATADA. A supervisão dos trabalhos, tanto da FISCALIZAÇÃO como da CONTRATADA, deverá estar sempre a cargo de um engenheiro, devidamente habilitado e registrado no CREA.

##### **3.1.2.2 DIREITOS E AUTORIDADE DA FISCALIZAÇÃO**

A FISCALIZAÇÃO poderá exigir, a qualquer momento, de pleno direito, que sejam adotadas pela CONTRATADA, providências suplementares necessárias a segurança dos serviços e ao bom andamento da obra.

A FISCALIZAÇÃO terá plena autoridade para suspender, por meios amigáveis ou não, os serviços da obra, total ou parcialmente, sempre que julgar conveniente, por motivos técnicos, disciplinares, de segurança ou outros.

##### **3.1.2.3 OBRIGAÇÕES E RESPONSABILIDADE DA CONTRATADA**

Não se poderá alegar, em hipótese alguma, como justificativa ou defesa, pela CONTRATADA, desconhecimento, incompreensão, dúvidas ou esquecimento das cláusulas e

condições desta Especificação, do contrato ou do projeto, bem como de tudo que estiver contido nas normas, especificações e métodos da ABNT.

Deverá a CONTRATADA acatar de modo imediato ordens da FISCALIZAÇÃO, dentro do contido nesta Especificação e no contrato.

A CONTRATADA deverá ter sob sua responsabilidade e ônus a “PROJETISTA”, de modo a executar as adaptações que se façam necessárias com respeito à tecnologia e aos equipamentos associados à sua Proposta.

A CONTRATADA deverá manter permanentemente e colocar à disposição da FISCALIZAÇÃO, os meios necessários e aptos a permitir a medição dos serviços executados, bem como a inspeção das instalações das obras, dos materiais e dos equipamentos, independentemente das inspeções de medições para efeito de faturamento e, ainda, independentemente do estado da obra e do canteiro.

A existência e a atuação da FISCALIZAÇÃO em nada diminuem a responsabilidade da CONTRATADA, que é única, integral e exclusiva no que concerne às obras e suas implicações próximas ou remotas, sempre de conformidade com o contrato, o Código Civil e demais leis ou regulamentos vigentes.

A CONTRATADA deverá estar sempre em condições de atender a FISCALIZAÇÃO e prestar-lhe todos os esclarecimentos e informações sobre a programação e o andamento da obra, as peculiaridades dos diversos trabalhos e tudo o mais que a FISCALIZAÇÃO julgar necessário.

A CONTRATADA será obrigada a afastar do serviço e do canteiro de trabalho todo e qualquer elemento que, por conduta, pessoal ou profissional, possa prejudicar o bom andamento da obra ou a ordem do canteiro.

A CONTRATADA não poderá executar qualquer serviço que não seja autorizado pela SAE, salvo aqueles que se caracterizem como necessários à segurança da obra.

### 3.1.3 MATERIAIS FORNECIDOS PELA SAE

Para os materiais fornecidos pela SAE, deverão ser observadas as seguintes disposições:

#### 3.1.3.1 INSPEÇÃO

Os materiais fornecidos pela SAE deverão ser inspecionados pela CONTRATADA, quanto ao seu estado, no ato de sua retirada, cabendo recusá-los no caso de avarias ou quaisquer outros defeitos que impeçam a sua utilização.

#### 3.1.3.2 TRANSPORTE

Os materiais fornecidos pela SAE serão retirados do almoxarifado e transportados ao local da obra pela CONTRATADA, correndo por conta desta o risco e a responsabilidade por eventuais perdas e danos.

Os equipamentos tais como bombas, motores, válvulas, transformadores, cabines elétricas, quadros elétricos etc, deverão ser manuseados por intermédio de olhais ou dispositivos próprios evitando-se esforços em pontos sensíveis como volantes, peças móveis ou superfícies usinadas.

Deve-se evitar ainda o contato direto de cabos, cordas, garras, manilhas, ou correntes com o equipamento ou material a ser transportado. Utilizar sempre pinos, flanges falsos ou faixas flexíveis para conseguir uma boa suspensão para o manuseio e transporte.

O transporte interno à obra somente deverá ser feito por ocasião da utilização dos materiais.

#### 3.1.3.3 ARMAZENAMENTO

O material deverá ser armazenado em local apropriado, de acordo com a sua natureza, ficando sua guarda sob a responsabilidade da CONTRATADA.

#### 3.1.3.4 PERDAS

Caberá à CONTRATADA a obrigação de repor todo o material sob sua responsabilidade que venha a ser avariado, sendo a perda máxima admissível considerada somente sobre o material aplicado.

### 3.1.4 MATERIAIS FORNECIDOS PELA CONTRATADA

Para os materiais fornecidos pela CONTRATADA deverão ser observadas as seguintes disposições:

#### 3.1.4.1 ESPECIFICAÇÕES

Todos os materiais a serem empregados na obra e nas diversas reposições e reparos deverão satisfazer às especificações da ABNT (aprovados, recomendados ou projetados) e, ainda, serem de qualidade, modelo, marca e tipo aprovados pela SAE.

Em casos especiais, tratando-se de material para o qual ainda não hajam especificações aprovadas pela ABNT, as especificações requeridas serão as dos órgãos competentes ou as estrangeiras.

Na composição de preços, o custo dos materiais fornecidos pela CONTRATADA é considerado posto-obra:

#### 3.1.4.2 INSPEÇÃO

Todos os materiais estarão sujeitos à amostragem, testes e aprovação. A amostra será fornecida pela CONTRATADA e deverá ser representativa do material a ser usado.

O material ou equipamento que, por qualquer motivo, for recusado pela FISCALIZAÇÃO, deverá ser retirado e substituído pela CONTRATADA sem nenhum ônus adicional para o SAE.

#### 3.1.4.3 FORNECEDORES

A CONTRATADA deverá entregar à FISCALIZAÇÃO e manter, permanentemente atualizada, lista dos fornecedores de materiais e equipamentos empregados na obra.

#### 3.1.4.4 MARCAS E PATENTES

A CONTRATADA será inteira e exclusivamente responsável pelo uso ou emprego de material, equipamento, dispositivo, método ou processo eventualmente patenteado a empregar-se ou incorporar-se na obra, cabendo-lhe, pois, pagar os royalties devidos e obter previamente as permissões ou licenças de utilização.

#### 3.1.4.5 ARMAZENAMENTO

A CONTRATADA tomará todas as providências para o perfeito armazenamento e respectivo acondicionamento dos materiais, a fim de preservar a sua natureza, evitando a mistura com elementos estranhos. No tocante ao armazenamento dos materiais necessários à confecção do concreto a CONTRATADA deverá obedecer rigorosamente às Normas Técnicas da ABNT, e mais às recomendações desta Especificação.

### 3.1.5 SERVIÇOS DE TERCEIROS

São serviços específicos componentes de um projeto cuja execução exige especialização que não consta da capacidade de produção da CONTRATADA.

São realizados por terceiros na forma de pessoa física ou jurídica através de sub-contrato ou instrumentos formais com a CONTRATADA, que se afigura como única responsável perante o SAE. Observa-se que fica a CONTRATADA responsável por eventual emprego de mão de obra infantil por empresas CONTRATADAS para serviços terceirizados.

Sobre os preços para os serviços de terceiros incidirá, a favor da CONTRATADA, somente a taxa de custo administrativo-financeiro definida pela SAE.



### 3.1.5.1 PREÇOS

Os preços das unidades definidas na relação quantitativa serão aqueles orçados, aprovados e contratados, deduzidas as reduções oferecidas pela proposta e cobrirão todos os custos previstos na composição e regulamentação de preços e todas as despesas indiretas e diretas.

A medição dos serviços será feita de acordo com os critérios pré-estabelecidos na regulamentação de preços e especificações.

### 3.1.6 BENEFÍCIOS E DESPESAS INDIRETAS - BDI

É a taxa percentual determinada pela SAE que incide sobre todos os preços unitários compostos pela mão-de-obra, encargos sociais e trabalhistas, materiais e equipamentos incluindo os atributos e fretes incidentes. Salvo condições expressas ao contrário, remunera as despesas a seguir relacionadas:

- equipe administrativa de campo, composta por engenheiro, mestre-de-obras, encarregados, apontador, vigia, almoxarife, fiscal de obras etc;
- equipe administrativa da sede da empresa composta por engenheiro, chefe do escritório, encarregado de compras, auxiliar de escritório, contador, datilógrafo etc;
- despesas na sede da empresa e no Canteiro de Obras com aluguéis; impostos; taxas; licenças; taxas de energia elétrica e de água; telecomunicações; Materiais de consumo e de limpeza; veículos para transporte de pessoal na obra; Provisionamento e suprimento de água e energia elétrica no canteiro; Transporte local, manuseio, guarda e administração dos materiais na obra; ferramentas; Equipamento de suporte para execução dos serviços tais como andaimes; equipamentos de proteção individual e de segurança; higiene; sinalização contra acidentes de trabalho e de trânsito; alojamento, alimentação do pessoal e outras despesas não-discriminadas e não-remuneradas a parte ou não-remunerada como insumo na composição de preço unitário;
- acompanhamento topográfico da obra, exceto se previsto na composição de preço unitário;
- lucro, seguros e riscos;
- os materiais, peças e equipamentos, quando não estiverem incluídos no preço unitário composto, ou seja, forem fornecidos à parte, receberão incidência de taxa de custo administrativo-financeiro definida pela SAE.

### 3.1.7 ORÇAMENTOS

Orçamento de obra é a relação discriminada de serviços com as respectivas unidades, quantidades, preços unitários e valores parciais e totais, resultantes das somas dos produtos das quantidades pelos preços unitários.

Os orçamentos de custos dos serviços e obras de água e de lodo em qualquer fase deverão ser divididos em unidades básicas, ou seja, por frente de serviço (Estação Elevatória, Tanque de Pré-Oxidação, etc), blocos para cada unidade básica ou frente de serviço (Canteiro de Obras, Serviços Técnicos, Serviços Preliminares, Movimento de Terra, etc) e serviços correspondentes (Locação, Sinalização de Trânsito, Escavação, etc). Para fonte de preços, composições e relações de mão-de-obra foram consultados preferencialmente o Sistema de Preços, Custos e Índices da Caixa Econômica Federal (SINAPI).

Os preços dos materiais e equipamento que não possuem valor estipulado no SINAPI, foram obtidos junto à fabricantes e fornecedores de tais equipamentos, muitos específicos do uso em Obras de Saneamento.

Os valores de serviços e composições que não possuem valor estipulados no SINAPI, foram obtidos em consulta ao Caderno de Encargos (Editora PINI), Tabela de Composição de Preços para Orçamentos (Editora PINI) e Banco de Preços de Obras e Serviços de Engenharia (SABESP).

Os serviços não constantes na listagem de preços unitários deverão ser numerados e não devem repetir o mesmo número para serviços diferentes, assim como não podem ter número diferente para serviços iguais, em um mesmo contrato. Para esses serviços deverão ser elaboradas as especificações, composições de preços unitários e suas respectivas regulamentações e critérios de medição.

### 3.1.8 REGULAMENTAÇÃO DE PREÇOS E CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

#### 3.1.8.1 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

A medição dos serviços e fornecimentos executados deverá observar:

##### 3.1.8.1.1 CONDIÇÃO GERAL

Somente serão medidos os serviços e fornecimentos quando previstos em contrato ou expressamente autorizados pela SAE.

##### 3.1.8.1.2 SERVIÇOS EXTRA CONTRATUAIS

Todo e qualquer serviço ou fornecimento extracontratual deverá ter o seu preço previamente aprovado pela SAE.

### **3.1.8.2 REGULAMENTAÇÃO DOS PREÇOS DOS SERVIÇOS**

Salvo menção em contrário, devidamente explicitada na Regulamentação de Preços, todos os preços unitários ou globais, incluem, em sua composição, os custos relativos a:

#### **3.1.8.2.1.1 MATERIAIS**

Fornecimento, carga, transporte, descarga, estocagem, manuseio e guarda de materiais.

#### **3.1.8.2.1.2 MÃO-DE-OBRA**

Pessoal, seu transporte, alojamento, alimentação, assistência médica e social, equipamentos de proteção, tais como luvas, capas, botas, capacetes, máscaras e quaisquer outros necessários à segurança pessoal.

#### **3.1.8.2.1.3 VEÍCULOS E EQUIPAMENTOS**

Operação e manutenção de todos os veículos e equipamentos de sua propriedade necessários à execução das obras, inclusive veículos colocados à disposição da FISCALIZAÇÃO da SAE.

#### **3.1.8.2.1.4 FERRAMENTAS, APARELHOS E INSTRUMENTOS**

Operação e manutenção das ferramentas, aparelhos e instrumentos de sua propriedade e necessários à execução das obras.

#### **3.1.8.2.1.5 MATERIAIS DE CONSUMO**

Combustíveis, graxas, lubrificantes e materiais de uso geral.

#### **3.1.8.2.1.6 ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA**

Fornecimento, instalação, operação e manutenção dos sistemas de distribuição, tanto para canteiro como para a execução das obras.

#### **3.1.8.2.1.7 SEGURANÇA E VIGILÂNCIA**

Fornecimento, instalação, operação e manutenção dos equipamentos contra fogo e todos os demais destinados à prevenção de acidentes, assim como de pessoal habilitado à vigilância das obras.

#### **3.1.8.2.1.8 ÔNUS DIRETOS E INDIRETOS**

Encargos sociais e administrativos, impostos, taxas, amortizações, seguros, juros, lucros e riscos, horas improdutivas de mão-de-obra e equipamentos e quaisquer outros encargos relativos a BDI - Benefícios e Despesas Indiretas.

## **3.2 SERVIÇOS POR ADMINISTRAÇÃO**

### **3.2.1 FORNECIMENTO DE MÃO-DE-OBRA**

Todas as categorias profissionais especializadas e não especializadas, do apoio técnico e da administração local, a serem utilizadas na execução dos serviços deverão ser definidas e seu quadro de pessoal dimensionado de comum acordo entre a CONTRATADA e a FISCALIZAÇÃO, inclusive os respectivos salários.

Todos os pagamentos efetuados pela CONTRATADA deverão ser comprovados mediante a apresentação à FISCALIZAÇÃO de Cartões de Ponto, Lista de Presença e Folhas de Pagamento.

No valor de fornecimento de mão-de-obra por administração, deverão estar inclusos, além dos salários correspondentes às horas trabalhadas ou à disposição da obra, os encargos sociais a seguir:

- Iapas;
- Fgts;
- Sesi;
- Senai;
- Incra;
- salário - educação;
- seguro contra riscos de acidentes;
- Senconci;
- repouso semanal remunerado;
- feriados;
- auxílio enfermidade;
- aviso prévio trabalhado;
- faltas justificadas ou abonadas;
- férias;
- licença paternidade;
- 13º salário;
- abono de férias;
- encargos de demissão;
- respectivas incidências e reincidências.

Deve, ainda, incluir:

- administração central, a do escritório da obra e os gastos decorrentes;
- as ferramentas e os equipamentos de segurança;
- alimentação;
- despesas financeiras;
- lucro;
- despesas legais.

### **3.2.2 FORNECIMENTO DE MATERIAIS, UTILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E SERVIÇOS DE TERCEIROS**

#### **3.2.2.1 FORNECIMENTO DE MATERIAIS E SERVIÇOS DE TERCEIROS**

Para compra de materiais deve ser exigida Coleta de Preços, cabendo o julgamento das propostas à FISCALIZAÇÃO. Para os serviços de terceiros devem ser exigidos Coleta de Preços, Atestado de Capacidade Técnica das Empresas e “Currículos” dos profissionais a serem contratados.

Os custos unitários para utilização dos equipamentos deverão ser aprovados pela FISCALIZAÇÃO, devendo ser utilizada para o reajustamento dos valores de equipamentos a fórmula constante da Tabela da ABEMI – Associação Brasileira de Engenharia Industrial. Serão medidos os materiais postos na obra e serviços de terceiros depois de executados, não podendo conter condições de pagamento que excedam aquelas previstas pela SAE para remunerar a CONTRATADA.

Todos os materiais, a serem fornecidos, posto obra, deverão satisfazer às especificações da ABNT e ainda serem do modelo e tipo aprovados pela SAE.

Para as compras de materiais e/ou equipamentos fabricados sob encomenda, deverá haver um cronograma de pagamento aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

No valor do fornecimento de materiais, utilização de equipamentos e serviços de terceiros, deverão estar inclusas, além do fornecimento propriamente dito, especificações a seguir: Despesas financeiras; Lucro e Despesas legais.

### **3.3 CANTEIRO DE OBRAS.**

#### **3.3.1 INSTALAÇÃO DO CANTEIRO**

O local escolhido para construção do canteiro de serviços deverá ser aprovado pela FISCALIZAÇÃO. Apesar da aprovação, não caberão ao SAE, em hipótese alguma, os ônus decorrentes de locação, manutenção e acessos da área escolhida.

O canteiro deverá ficar próximo à obra e ter acessos fáceis e bem conservados para veículos e pedestres, independentes, sendo que a conservação ficará sob a responsabilidade da CONTRATADA. Também deverá ter uma portaria, com porteiro, para controle de entrada e saída de visitas, pessoal, material, equipamentos etc.

O canteiro deverá ser executado conforme os padrões anexos no final deste capítulo, levando-se em consideração as proporções e características das obras. As alterações na execução

em relação aos padrões ficarão a critério da FISCALIZAÇÃO, não havendo nenhum ônus para o SAE.

Opcionalmente, a critério da FISCALIZAÇÃO, a CONTRATADA poderá alugar um imóvel como canteiro, que mantenha no mínimo as áreas e instalações previstas para a obra.

Durante o decorrer da obra, ficarão por conta e a cargo da CONTRATADA o fornecimento do mobiliário necessário à FISCALIZAÇÃO e a limpeza das instalações, móveis e utensílios das dependências da FISCALIZAÇÃO e a reposição do material de consumo necessário (carga do extintor de incêndio, produtos para higiene ambiente e pessoal etc).

A CONTRATADA, antes de iniciar qualquer trabalho com relação ao canteiro, deverá providenciar, para aprovação da FISCALIZAÇÃO, planta geral de localização, indicando:

- localização do terreno;
- acessos;
- redes de energia elétrica, de água, lodo, telefone ou de rádio;
- a localização e dimensões de todas as edificações;
- localização dos pátios.

Ficarão, ainda, sob responsabilidade da CONTRATADA:

#### 3.3.1.1.1.1 ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA

Fornecimento de água, industrial e potável, e de energia elétrica para abastecimento do canteiro de obras. No caso de eventual falta de suprimento pela Rede Pública, deverá a CONTRATADA estar aparelhada para tal eventualidade, com produção de energia mediante geradores e abastecimento de água através de caminhão-pipa.

#### 3.3.1.1.1.2 ESGOTOS

Deverá a CONTRATADA solicitar ao SAE ligação na Rede Pública. Caso não haja, a CONTRATADA deverá providenciar fossa séptica ou similar.

#### 3.3.1.1.1.3 TELEFONE OU RÁDIO-TRANSMISSOR

A CONTRATADA deverá providenciar instalações de telefones, não só para ela como também para a FISCALIZAÇÃO. Em locais onde não existir Rede Telefônica, a CONTRATADA deverá providenciar, quando solicitado pela FISCALIZAÇÃO a instalação de Rádio-transmissor, sem ônus para o SAE.

#### 3.3.1.1.1.4 MANUTENÇÃO, HIGIENE E SEGURANÇA

Manutenção do Canteiro, até o final da obra, quer sob o aspecto físico como o de ordem interna, e a observação dos cuidados higiênicos e de segurança pessoal.

### 3.3.2 PLACA DE IDENTIFICAÇÃO DA OBRA

O fornecimento de Placa de Identificação da Obra ficará a cargo da CONTRATADA, que providenciará a confecção, por profissional especializado, devendo a sua instalação se dar em local definido pela FISCALIZAÇÃO.

Os modelos e detalhes da placa deverão ser aqueles em vigência na época da execução da obra. Deverão ter a face em chapa de aço galvanizado, nº 16 ou nº 18, com tratamento anti-oxidante, sem moldura, fixadas em estruturas de madeira, suficientemente resistente para suportar a ação dos ventos.

As tintas usadas para pintura deverão ser de cor fixa e de comprovada resistência ao tempo.

### 3.3.3 PLACAS DE OBRAS DA SAE

As placas de obras da SAE deverão ser fixadas em tapumes e em locais a critério da FISCALIZAÇÃO.

### 3.3.4 PLACA DA CONTRATADA

No canteiro de obras só poderá ser colocada placa da CONTRATADA, após prévio consentimento da FISCALIZAÇÃO, principalmente no que se refere à sua localização e dimensões.

### 3.3.5 PREVENÇÃO DE ACIDENTES

Na execução dos trabalhos, deverá haver plena proteção contra o risco de acidentes com o pessoal da CONTRATADA e com terceiros, independentemente da transferência desse risco a companhias ou institutos seguradores.

Para isso a CONTRATADA deverá cumprir fielmente o estabelecido na Legislação Nacional concernente à segurança e higiene do trabalho, bem como obedecer a todas as normas próprias e específicas para a segurança de cada serviço. A CONTRATADA deverá manter, no Canteiro de Obras, pessoal treinado e caixa de primeiros-socorros devidamente supridos com medicamentos para pequenas ocorrências.

Em caso de acidente no Canteiro de Obras a CONTRATADA deverá:

- prestar socorro imediato às vítimas;
- paralisar imediatamente a obra no local do acidente, a fim de não alterar as circunstâncias relacionadas com este;
- comunicar, imediatamente, a FISCALIZAÇÃO da ocorrência.

### 3.3.6 EQUIPAMENTO DE SEGURANÇA

Serão de responsabilidade da CONTRATADA: a segurança, a guarda e a conservação de todos os materiais, equipamentos, ferramentas, utensílios e instalações da obra.

Qualquer perda ou dano sofrido no material, equipamento ou instrumental fornecido pela SAE será avaliado pela FISCALIZAÇÃO e deverá ser ressarcido pela CONTRATADA.

A CONTRATADA deverá manter livre o acesso aos extintores, a mangueiras e demais equipamentos situados no canteiro, a fim de poder combater eficientemente o fogo na eventualidade de incêndio, ficando expressamente proibida a queima de qualquer espécie de material no local das obras.

### 3.3.7 VIGILÂNCIA



A CONTRATADA deverá manter permanentemente, durante 24 (vinte e quatro) horas, sistema de vigilância, efetuado por pessoal devidamente habilitado e uniformizado, até o recebimento técnico da obra pela SAE.

### 3.3.8 VEÍCULO PARA FISCALIZAÇÃO DA OBRA

A CONTRATADA fornecerá veículos à FISCALIZAÇÃO da SAE, conforme as necessidades das obras.

Os veículos serão do tipo particular pequeno ou comercial leve até 0,50 t, com máximo de dois anos de uso, em perfeito estado de conservação, aprovado pela FISCALIZAÇÃO, sendo que a mesma, em qualquer momento, poderá solicitar a substituição do veículo, num prazo de 24 (vinte e quatro) horas.

Ficarão a cargo da CONTRATADA todas as despesas referentes à: seguros, manutenção, combustíveis, óleo lubrificante, lavagens etc.

### 3.3.9 DESMONTAGEM E REMOÇÃO DO CANTEIRO

Após a conclusão dos serviços, a CONTRATADA deverá remover do local todos os materiais, equipamentos e quaisquer detritos provenientes da obra, deixando-a totalmente limpa.

### 3.3.10 PADRONIZAÇÃO DE PLACAS, SETAS INDICATIVAS E SÍMBOLOS

#### 3.3.10.1 PLACAS DE OBRAS

As placas relativas às obras serão fornecidas pela CONTRATADA de acordo com modelos definidos pela SAE, devendo ser colocadas e mantidas durante a execução da obra em locais indicados pela FISCALIZAÇÃO.

As placas de obra serão confeccionadas em chapas de aço galvanizado ou chapa preta. A escolha de um ou de outro material será feita pela FISCALIZAÇÃO, em função do tempo de execução da obra. Concluída a obra, a FISCALIZAÇÃO decidirá o destino das placas, podendo exigir a permanência delas fixadas ou o seu recolhimento, pela CONTRATADA, ao escritório local da SAE.

#### 3.3.10.2 SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA

Deve ser empregada para o isolamento de áreas necessárias à execução de obras / serviços, bem como para advertir preventivamente aos pedestres e motoristas a respeito dos

trabalhos. A obrigatoriedade da sinalização é tanto para aquelas executadas em vias e logradouros públicos, quanto as executadas internamente nas dependências da SAE.

A CONTRATADA deve tomar todas as providências que julgar necessário quanto à execução de sinalização de segurança para a prevenção de acidentes do local, assumindo total responsabilidade nessas ocorrências. O SAE se exime de toda e qualquer responsabilidade sobre eventuais acidentes. A sinalização de segurança deve ser feita utilizando os equipamentos sugeridos pela SAE conforme especificações anexas e em atendimento às normas, especificações e simbologias do órgão de trânsito e do órgão municipal responsável. A CONTRATADA também se obriga a cumprir as determinações sobre a utilização de sinalização de segurança para obras / serviços dos órgãos municipais.

A FISCALIZAÇÃO deve observar o estado geral dos equipamentos de sinalização utilizados pela CONTRATADA, exigindo a substituição quando não estiver em bom estado de conservação ou não atenderem às especificações de programação visual determinada.

Após o término das atividades, os equipamentos de sinalização de segurança utilizados devem ser retirados e substituídos por placas de conclusão de obra, que devem permanecer no local até que os serviços de recomposição de pavimentação e limpeza tenham sido efetuados.

#### 3.3.10.3 FITA PLÁSTICA

As fitas zebradas para sinalização devem ser empregadas para obras/serviços rápidos que ocorram somente no passeio, sendo que a fita deve estar disposta ao redor de toda a área. Devem ser utilizadas também nas obras internas da empresa no intuito de advertir e/ou impedir a passagem de pedestres. As fitas devem ser de polietileno, ter acabamento perfeito, isento de amassamento e furos e ter impressão em apenas uma face. As faixas devem ter pintura uniforme, isenta de falhas ou manchas.

#### 3.3.10.4 TAPUME MÓVEL CONTÍNUO

Quando na obra houver movimentação de terra, água ou equipamentos de maior porte e periculosidade é obrigatório o uso de tapumes móveis. Eles são confeccionados nas dimensões mínimas de 1,00 x 1,00 m, ou 1,00 x 2,00 m conforme os desenhos seguintes. Será caracterizado pela continuidade da proteção, não havendo espaço entre as peças.

#### 3.3.10.5 TAPUME MÓVEL DESCONTÍNUO

Serão caracterizados pela descontinuidade da proteção, com espaço livre entre as peças equivalente ao comprimento de uma peça.

### 3.4 SERVIÇOS TÉCNICOS

#### 3.4.1 SERVIÇOS TOPOGRÁFICOS

Os serviços deverão ser executados e apresentados rigorosamente dentro das exigências preestabelecidas pela SAE. A CONTRATADA é a única responsável pela precisão das cotas, das distâncias, dos azimutes e das coordenadas; pela fidelidade dos detalhes, mapas e desenhos; pela exatidão das informações sobre propriedade, posse, ocupação ou utilização dos imóveis levantados; pela materialização em campo dos dados construtivos quer das unidades localizadas quer das unidades lineares.

No caso dos serviços de acompanhamento de assentamentos, se as precisões preestabelecidas não estejam sendo alcançadas, o SAE poderá exigir a troca dos equipamentos por outros de maior precisão, sem ônus para a empresa.

Salvo determinações contrárias feitas por escrito pela FISCALIZAÇÃO as medições lineares tem tolerância admitida igual a 1:5000. A tolerância admitida para o fechamento das medições angulares é de 20", sendo N o número de vértices.

Nas medições altimétricas a tolerância admitida é de 10 mm, sendo K a distância nivelada em quilômetros.

A apresentação dos serviços depende da finalidade de cada um e as suas especialidades estão contidas nos itens abaixo. De um modo geral os cálculos devem ser apresentados quer sob forma informatizada (mídia eletrônica) quer sob a forma de cadernetas e planilhas. Os desenhos poderão ser da mesma forma informatizados ou apresentados em papel. Neste caso devem ser observadas as normas da ABNT quanto a tamanho e representação gráfica e o papel será de gramatura 90/95 mL/g.

Quando da utilização de referência de nível (RN), deve-se usar preferencialmente a rede do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). No caso de impossibilidade disso deve-se partir de um RN implantado, com cota arbitrada bastante diferente da do local, que deverá ser materializado por um marco de concreto ou por alguma referência em edificações, preferencialmente públicas, facilmente identificáveis.

Sempre que as linhas poligonais ou as de nivelamento, confrontarem ou cortarem faixas de domínio de rodovias ou ferrovias devem ser anotadas a denominação da estrada, as cidades interligadas mais próximas, a quilometragem e quaisquer outros elementos que possam permitir uma melhor descrição perante o órgão responsável pela estrada.

As materializações dos pontos significativos serão feitas através de marco de concreto e piquetes de madeira. Os marcos serão construídos em concreto, fck 20 MPa traço 1:3:6, com as dimensões 0,10 x 0,10 x 0,50 m, sendo normalmente cravados de modo a que 0,10 m, de sua

extensão, permaneçam acima do solo. Os piquetes serão de madeira de lei com as dimensões de 0,05 x 0,05 x 0,30 m sendo estes normalmente cravados de modo a que 0,05 m, de sua extensão, permaneçam acima do solo. Deverá ser sempre sinalizada a posição do marco ou piquete com auxílio de uma estaca testemunha de madeira com 0,01 x 0,05 x 0,60 m. Essa estaca deverá ser cravada a uma distância máxima de 0,05 m do ponto sinalizado e de modo a ficar 0,40 m acima do solo. Receberá na parte exposta a numeração correspondente ao estaqueamento sinalizado. Tanto os marcos como os piquetes e as estacas testemunhas serão pintados com tinta a óleo amarela, as anotações e marcações serão feitas em tinta a óleo vermelha. Numa extremidade que a natureza do solo não permita a cravação de piquetes ou marcos, a FISCALIZAÇÃO poderá autorizar o uso de tinta para demarcação. Neste caso deverá ser usada tinta para demarcação de tráfego com base acrílica.

#### 3.4.1.1 CADASTRO DE UNIDADE EXISTENTE

Consiste no levantamento planialtimétrico detalhado de todas as edificações e objetos contidos na área, incluindo-se aí as tubulações enterradas. Será obrigatória a implantação de um RN em local protegido.

A escala do desenho deverá ser definida caso a caso.

##### 3.4.1.1.1 CADASTRO DE POÇO DE VISITA EXISTENTE

Consiste na amarração planialtimétrica do poço de visita (PV) em relação ao alinhamento predial meio fio, eixo de rua, margem de córrego etc, indicando-se a distância percorrida de PV a PV. Quanto a altimetria, deverá constar cota do tampão, do fundo, geratriz superior dos tubos de chegada e de saída, com seus respectivos diâmetros, diâmetro interno, tipo do material do poço e das tubulações, sentido do escoamento e outras informações pertinentes ao poço de visita.

Os PVs serão representados por um círculo onde conste o sentido do fluxo, serão numerados e as suas cotas e demais informações descritas em forma de planilha, fazendo-se a correspondência com o número do PV.

#### 3.4.1.2 TRANSPORTE DE COTA

Consiste na transferência da cota, através de nivelamento geométrico a partir de um RN conhecido até o ponto desejado, utilizando-se o percurso de menor extensão possível.

Deverá ser identificada a referência de nível de partida, descrevendo sua situação, órgão a que pertence, número, cota, etc. O ponto de chegada deverá ser materializado com um marco de concreto, colocado em local protegido, descrevendo-se sua localização e características. Deverá ser desenhado o caminhamento esquemático, com as distâncias entre pontos de mudança de rumo, indicando se os RNs de saída e de chegada.

### 3.4.1.3 LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO DE ÁREA

Este serviço é desenvolvido para se obter a situação planialtimétrica de uma área necessária ao projeto de uma unidade do sistema.

A área a ser levantada será indicada em planta ou no local, pela SAE. A CONTRATADA deverá fazer a demarcação de uma poligonal fechada, o nivelamento de uma malha interna equidistante 20,00 m, ou menos, o levantamento de todos os pontos notáveis internos a área (talvegues, divisores de água, açudes, edificações, linhas de energia elétrica, vegetação de porte, cercas, tubulações etc). Deverá ser levantado também o nome do (s) proprietário (s), dos confrontantes, transcrição imobiliária, matrícula, nome ou número de gleba, fazenda, chácara, quadra lote etc.

A CONTRATADA deve utilizar o maior discernimento, de modo a que qualquer área remanescente continue aproveitável ao proprietário, bem como não haja conflitos de acesso, com servidões etc.

Além dos elementos de cálculo será apresentado um desenho onde conste a poligonal, pontos de inflexão, distância e azimutes dos segmentos, cotas dos pontos, curvas de nível de metro em metro. A escala normal de apresentação será de 1:200 para áreas até 1000 m<sup>2</sup> e 1:500 para áreas maiores. Outras escalas serão admitidas mediante prévia autorização da FISCALIZAÇÃO.

### 3.4.1.4 LOCAÇÃO E NIVELAMENTO DE LINHA

Este serviço consiste no levantamento planialtimétrico de uma poligonal aberta, buscando determinar, numa ligação entre duas áreas, aquela que alia a menor distância e a melhor condição técnica para implantação da unidade linear. Esta linha deverá ser piqueteada de 20,00 m em 20,00 m, observando-se todos os pontos, notáveis do caminhamento. A cada 3 (três) piquetes será colocada uma estaca testemunha bem como em todos os vértices. Serão colocados marcos de concreto no início e no fim do trecho e implantados RNs a cada 600,00 m.

Os serviços deverão ser apresentados nas escalas 1:2000 para planta e perfil horizontal e 1:200 para perfil vertical, com representação gráfica de todas as interferências e detalhes que possibilitem a melhor adequação do projeto, inclusive quando a vegetação, divisas de propriedades, proprietário etc. As travessias de cursos d'água serão detalhadas em seções batimétricas, bem como as de rodovias e ferrovias. Os azimutes, deflexões e distância do caminhamento serão explicitados em planta.

### 3.4.1.5 LEVANTAMENTO DE POLIGONAL

Trata-se de um serviço destinado à locação planimétrica de uma linha, com cravação de piquetes e estacas testemunhas em todos os seus vértices, marcação de suas deflexões, distâncias

e orientação. A apresentação gráfica será em escala compatível, onde apareçam os dados acima além da vegetação, divisas de propriedades ou de culturas, pontos notáveis etc.

### 3.4.2 PESQUISA DE INTERFERÊNCIA

A CONTRATADA deverá proceder à pesquisa de interferência existente no local, para que não sejam danificados quaisquer tubos, caixas, cabos, postes e outros elementos ou estruturas que estejam na zona atingida pela escavação ou em área próxima a esta.

Existindo outros serviços públicos, situados nos limites das áreas de delimitação das valas, ficará sob a responsabilidade da CONTRATADA a não-interrupção daqueles serviços, até que os respectivos remanejamentos sejam autorizados.

#### 3.4.2.1 REMANEJAMENTO

A CONTRATADA deverá providenciar os remanejamentos de instalações que interferirem nos serviços a serem executados. Os remanejamentos deverão ser programados pela CONTRATADA com a devida antecedência e de comum acordo com a FISCALIZAÇÃO, proprietários e/ou concessionárias dos serviços cujas instalações precisem ser remanejadas.

Os danos que porventura sejam causados às instalações existentes durante o remanejamento são de responsabilidade exclusiva da CONTRATADA, que deverá obter todas as informações a respeito das instalações a remanejar.

#### 3.4.2.2 INDICAÇÕES FORNECIDAS PELA FISCALIZAÇÃO

A FISCALIZAÇÃO fornecerá as indicações de que dispuser sobre as interferências existentes, podendo, entretanto, ocorrer outras não-cadastradas, cuja sustentação deverá ser programada de forma a não prejudicar o início previsto dos serviços.

Não havendo possibilidade de sustentação, a CONTRATADA procederá ao remanejamento da interferência, que poderá ser definitivo ou provisório, a critério da FISCALIZAÇÃO.

#### 3.4.2.3 CUIDADOS ESPECIAIS

A CONTRATADA deverá procurar minimizar as interferências dos trabalhos sobre o comércio local e o trânsito de veículos e pedestres.

Serão providenciados previamente os passadiços e desvios necessários, que deverão ser executados devidamente sinalizados e iluminados, conforme as exigências das autoridades

competentes, das entidades concessionárias dos serviços de transportes além dos critérios constantes desta Especificação.

### 3.5 SERVIÇOS PRELIMINARES

São os serviços de apoio necessários à execução do serviço principal, programados e executados conforme as necessidades locais de obra.

#### 3.5.1 TRÂNSITO E SEGURANÇA

A CONTRATADA tomará todas as devidas providências necessárias para prevenir possíveis acidentes que possam ocorrer por falta ou deficiência de sinalização e/ou proteção das obras, assumindo total responsabilidade nessas ocorrências. O SAE se eximirá de toda e qualquer responsabilidade sobre eventuais acidentes.

Deverão ser providenciadas faixas de segurança para o livre trânsito de pedestres, em perfeitas condições de segurança durante o dia e a noite.

A CONTRATADA deverá manter permanentemente, durante 24hs, em todas as frentes de serviços que envolvam o sistema viário, sistema de vigilância efetuado por pessoal devidamente habilitado e uniformizado.

##### 3.5.1.1 SINALIZAÇÃO

A postura deverá obedecer à postura Municipal e exigências de outros órgãos públicos locais e ou concessionárias de serviços. Neste caso independente do que for assim exigido, o SAE, exigirá, no mínimo, a sinalização preventiva com placas indicativas, cones de sinalização refletiva e iluminação de segurança ao longo da vala.

##### 3.5.1.2 TAPUME

Os tapumes devem ser utilizados para ser o perímetro de todas as obras urbanas, com exceção das pequenas e de curta duração, nas quais se utilizam cercas portáteis.

Podem ser empregadas placas laterais, chapas de madeira compensada, tábuas de madeira ou chapas de metal, porém sempre serão pagos pelos custos do tapume de madeira.

A vedação lateral deve ser feita de maneira a impedir completamente a passagem de terra ou detritos.

A sustentação vertical das chapas ou placas deve ser feita por elementos de madeira ou metal, além de uma base interna ao tapume para garantir estabilidade ao conjunto.

As pranchas devem atingir a altura mínima de 1,10m a partir do solo.

No caso de obras de grande duração deverão atingir, no mínimo, a altura de dois metros.

Tanto as chapas de vedação quanto os elementos de vedação devem. Externamente ser pintados de branco, podendo ser aplicada caiação. Tal medida visa facilitar a manutenção do tapume, de forma rápida e a baixo custo. Esta cor poderá ser mudada se houver exigência do órgão competente.

Deve ser provida permanente manutenção na parte externa do tapume, devendo ser periodicamente pintado ou caiado, de forma a garantir sua permanente limpeza e visibilidade.

As pranchas deverão ser colocadas em sequência, em número suficiente para fechar o local. Junto às intersecções, o tapume deverá ter altura máxima de 1,10m até 3,00m do alinhamento da construção da via transversal, para permitir visibilidade aos veículos. Além disto, poderão ter dispositivos luminosos de luz fixa.

Deverá ser reserva do um espaço nas pranchas para identificação de concessionária, empreiteira e obra, assim como placas de barragem.

#### 3.5.1.3 GRADE PORTÁTIL

As grades portáteis deverão ser utilizadas nas obras rápidas e pequenas, ou seja, quando de serviços em poços de visita, no leito carroçável ou nas calçadas.

Para tanto, as grades devem ser portáteis e dobráveis, a fim de cercar o local em obras com flexibilidade.

Deverá ser procedida manutenção permanente, seja da estrutura, seja de pintura, devendo ser reparadas ou substituídas quando apresentarem deterioração.

As grades deverão ser colocadas em volta da área de trabalho, de modo a proteger os trabalhadores, pedestres e motoristas.

No caso de serviços no leito carroçável, deverão ser fixadas bandeirinhas na grade.

Além disso, o local deverá ser devidamente sinalizado com cones ou balizadores.

Para serviços noturnos, deve-se utilizar dispositivo luminoso de luz intermitente ou fixa, dependendo da periculosidade do local, bem como da duração dos trabalhos e facilidade de implantação desses dispositivos.

#### 3.5.2 SUSTENTAÇÃO DE ESTRUTURAS

A CONTRATADA deverá escorar as estruturas interferentes e existentes no interior da valas, com perfis metálicos ou pranchas de madeira. Eventualmente, em casos especiais, o escoramento metálico ou de madeira poderá ficar perdido, se aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

Os serviços serão executados de forma que as interferências não sofram abalos.



### 3.6 ESCORAMENTO

Será utilizado escoramento sempre que as paredes laterais de cavas, poços e valas forem constituídas de solo possível de desmoronamento, bem como nos casos em que, devido aos serviços de escavação, seja constatada a possibilidade de alteração da estabilidade do que estiver próximo à região dos serviços.

É obrigatório o escoramento para valas de profundidade superior a 1,30 m, conforme a Portaria nº 17, do Ministério do Trabalho, de 07/07/63.

Os tipos de escoramento utilizados serão os especificados em projeto e, na falta destes, serão determinados pela FISCALIZAÇÃO.

Detalhes executivos dos tipos de escoramento constam nos anexos.

A SAE se reserva o direito de proceder a alterações de projeto dos sistemas de escoramento, caso haja conveniência de ordem técnico-econômica.

Na execução do escoramento, devem ser utilizadas madeiras duras, como peroba, canafístula, sucupira etc, sendo as estroncas de eucalipto, com diâmetro não inferior a 0,20 m. Caso não seja possível utilizar as bitolas especificadas, estas deverão ser substituídas por peças com módulo de resistência equivalente.

Em valas profundas, a estrutura do escoramento poderá servir de suporte às plataformas para colocação de terra escavada. Neste caso, deve-se tomar cuidados especiais para evitar desabamentos, em virtude do peso adicional.

Se por algum motivo o escoramento tiver de ser deixado definitivamente na vala, deverá ser retirado da cortina de escoramento numa faixa de aproximadamente 0,60m abaixo do nível do pavimento, ou da superfície existente.

#### 3.6.1 ESTRUTURA DE ESCORAMENTO - MADEIRA

As dimensões mínimas das peças e os espaçamentos máximos usuais dos escoramentos, quando não especificados no projeto, devem ser os seguintes:

##### 3.6.1.1 PONTALETEAMENTO

A superfície lateral da vala será contida por tábuas verticais de peroba de 0,027 x 0,30m, espaçadas de 1,35m, travadas horizontalmente por estroncas de eucalipto, diâmetro de 0,20m, distanciadas verticalmente de 1,00 m, conforme desenho anexo.

##### 3.6.1.2 DESCONTÍNUO

A superfície lateral da vala será constituída por tábuas verticais de peroba de 0,027 x 0,30m, espaçadas de 0,30m, travadas horizontalmente por longarinas de peroba de 0,06 x 0,16m, em toda a sua extensão e estroncas de eucalipto de diâmetro 0,20m, espaçadas de 1,35m, a menos das extremidades das longarinas, das quais as estroncas estarão a 0,40m. As longarinas devem ser espaçadas verticalmente de 1,00m, conforme desenho anexo.

#### 3.6.1.3 CONTÍNUO

A superfície lateral da vala será contida por tábuas verticais de peroba de 0,027 x 0,30 m, encostadas umas às outras, travadas horizontalmente por longarinas de peroba de 0,06 x 0,16 m em toda a sua extensão e estroncas de eucalipto de diâmetro 0,20m, espaçadas de 1,35m, a menos das extremidades das longarinas, das quais as estroncas estarão a 0,40m. As longarinas devem ser espaçadas verticalmente de 1,00m, conforme desenho anexo.

#### 3.6.1.4 ESPECIAL

A superfície lateral da vala será contida por pranchas verticais de peroba, de 0,06 x 0,16m, do tipo macho e fêmea, travadas horizontalmente e em toda sua extensão, por longarinas de peroba de 0,06 x 0,16m; as estroncas de eucalipto de diâmetro 0,20m, espaçadas de 1,35m, a menos das extremidades das longarinas, das quais as estroncas estarão a 0,40m. As longarinas devem ser espaçadas verticalmente de 1,00m, conforme desenho anexo.

Caso, na localidade em que for executado o escoramento, as bitolas comerciais de tábuas, pranchas e vigas não coincidam com as indicadas, estas deverão ser utilizadas peças com módulo de resistência equivalente ou com dimensões imediatamente superiores, sem ônus para o SAE.

### 3.6.2 ESTRUTURA DE ESCORAMENTO METÁLICO - MADEIRA

A superfície lateral da vala será contida por perfis verticais de aço tipo “I”, pranchões de peroba com espessura de acordo com o projetado, longarinas de perfis de aço e estroncas de perfis de aço ou de eucalipto com diâmetro mínimo de 0,20m.

A cravação do perfil metálico poderá ser feita por bate-estacas (queda livre), martelo vibratório ou pré-furo.

A escolha do processo de cravação será determinada pela FISCALIZAÇÃO, que deverá optar pelo sistema que ofereça menor dano à estabilidade do solo e às edificações vizinhas.

O dimensionamento do escoramento, assim como a ficha, será de acordo com o especificado em projeto; na inexistência deste, será determinada pela FISCALIZAÇÃO.

Na cravação dos perfis, não sendo encontrados matacões, rochas ou qualquer outro elemento impenetrável, a ficha será a do projeto. Havendo obstáculo e a ficha não sendo suficiente, será obrigatório o uso de estronca adicional no topo do perfil, antes de ser iniciada a escavação.

Caso o solo apresente, alternadamente, camadas moles e rígidas, a montagem do escoramento deverá ser feita através de estroncas provisórias para possibilitar a escarificação do material por meio de equipamento interno à vala. A extensão de vala escorada com estronca provisória não deverá exceder a 40 m. A remoção das estroncas provisórias será feita imediatamente após a colocação das estroncas definitivas e os trabalhos de substituição deverão ser contínuos.

O empranchamento deve acompanhar a escavação, não podendo haver, em terreno mole, vãos sem pranchas entre os perfis, tendo estes altura superior a 0,50 m.

#### 3.6.2.1.1 CUIDADOS ESPECIAIS

Todo o cuidado deve ser tomado na colocação das estroncas para que estas fiquem perpendiculares ao plano do escoramento.

Para se evitar sobrecarga no escoramento, o material escavado deverá ser colocado a uma distância da vala, equivalente, no mínimo, à sua profundidade.

Para se evitar entrada e/ou percolação de água pluvial para dentro da vala, a CONTRATADA deverá:

- executar, quando necessário, mureta de proteção ao longo da vala, conforme orientação da FISCALIZAÇÃO;
- no aparecimento de trincas laterais à vala, providenciar sua vedação e impermeabilização da área com asfalto;
- vistoriar junto às sarjetas se não está havendo penetração de água e, em caso positivo, vedar com asfalto.

Sempre que forem encontradas tubulações no eixo da vala, estas deverão ser escoradas com pontaletes junto às bolsas, no máximo de dois em dois metros, antes do aterro da vala.

### 3.6.3 REMOÇÃO DE ESCORAMENTO

O plano de retirada das peças deverá ser objeto de programa previamente aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

A remoção da cortina de madeira deverá ser executada à medida que avance o aterro e compactação, com a retirada progressiva das cunhas.

Atingido o nível inferior da última camada de estroncas, serão afrouxadas e removidas as peças de contraventamento (estroncas e longarinas), bem como os elementos auxiliares de fixação, tais como cunhas, consolos e travamentos; da mesma forma e sucessivamente, serão retiradas as demais camadas de contraventamento.

As estacas e os elementos verticais de escoramento serão removidos com a utilização de dispositivos hidráulicos ou mecânicos, com ou sem vibração, e retirados com o auxílio de guindastes, logo que o aterro atinja um nível suficiente, segundo o estabelecido no plano de retirada.

Os furos deixados no terreno, pela retirada de montantes, pontaletes ou estacas, deverão ser preenchidos com areia e compactados por vibração ou por percolação de água.

### 3.6.4 ESTRUTURA DE CIMBRAMENTO

Conforme o item 3.7.3.3.2 desta Especificação.

## 3.7 FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS

Os projetos e execução de fundações deverão obedecer às instruções contidas na NBR 6122.

### 3.7.1 LASTRO

Os lastros sob estruturas ou fundações diretas Serão constituídos de duas camadas: a primeira, de pedra britada nº 2; a segunda de concreto não-estrutural. A espessura das camadas será de, no mínimo, 50 mm cada, ou conforme projeto.

A camada de pedra britada, lançada sobre o terreno devidamente regularizado e apiloado deverá ser compactada através de soquetes de madeira ou equipamento mecânico apropriado.

O lançamento do concreto não estrutural deverá ser acompanhado de apiloamento com soquetes de madeira, com o cuidado de não ocasionar a segregação dos materiais. A superfície deverá ser regularizada e perfeitamente nivelada através de régua de madeira.

Nos casos de fundações por estacas. Os blocos deverão apoiar-se diretamente sobre estas. Os lastros, portanto, deverão ocupar a área dos blocos sem interferir na união estaca - bloco.

Para o assentamento de tubulação diretamente sobre o solo, deve ser feito um rebaixo no fundo da vala para alojar o tubo. Isto é possível em terreno seco onde não haja rocha. Quando não for possível ser feito o rebaixo no terreno natural, ele deverá ser executado em colchão de material granular fino, normalmente areia ou pó de pedra, perfeitamente adensada, na espessura mínima,

abaixo da geratriz externa inferior, de 0,10 m e de 0,20 m, no caso de o leito apresentar-se, respectivamente, em solo e rocha.

A FISCALIZAÇÃO poderá ainda determinar os seguintes casos de fundação direta:

- lastro de brita

A tubulação assentada sobre lastro de pedra britada nº 3 e nº 4 compactado manualmente.

- lastro, laje e berço

A tubulação assentada sobre um berço de concreto apoiado em laje de concreto armado, executada sobre lastro de pedra britada dos nº 3 e nº 4, conforme desenho.

Caso o solo não apresente características de suporte adequadas, este deverá ser substituída, ficando a critério da FISCALIZAÇÃO o enchimento da super escavação, a qual poderá ser feita em areia compactada ou pelo aumento da espessura do lastro de brita, dependendo da espessura do enchimento.

Nos trechos onde a camada de solo, adequado para a sustentação da tubulação, estiver localizada a uma profundidade relativamente grande e que não torne aconselhável a substituição do terreno de fundação, serão utilizadas estacas de modo a transmitir a carga da estrutura para a camada de solo de maior capacidade de carga.

### 3.7.2 ANCORAGEM

As ancoragens serão realizadas nos terminais, conexões e aparelhos, como nos trechos inclinados de linha, sujeitos a deslizamentos.

As ancoragens poderão ser de concreto, madeira, aço ou executadas através de atirantamento da linha. O emprego de pontaletes de peroba (1,00 x 0,12 x 0,06 m) só poderá ser feito em redes de diâmetro, no máximo, igual a 100 mm.

Quando executadas em concreto, serão objeto de projeto específico e deverão obedecer às especificações relativas a fôrmas, concreto, armaduras e tirantes.

### 3.7.3 ESTRUTURA DE CONCRETO

A execução de concreto deverá obedecer, rigorosamente, ao projeto, as especificações e aos detalhes, assim como as Normas Técnicas da ABNT, sendo de exclusiva responsabilidade da CONTRATADA a resistência e a estabilidade de qualquer parte da estrutura executada.

Normas a considerar:

- NBR-5732 - Cimento Portland comum (CPI,CPI-S) - Especificação

- NBR-5733 - Cimento Portland de alta resistência inicial (CPV-ARI) -Especificação;
- NBR-5735 - Cimento Portland de alto-forno (CPIII) - Especificação;
- NBR-5738 - Cimento Portland pozolânico (CPIV) - Especificação;
- NBR-5737 - Cimento Portland resistente a sulfatos (CP-RS) – Especificação;
- NBR-11578 - Cimento Portland composto (CPII-E, CPII-2, CPII-F) – Especificação;
- NBR-7211 - Agregados para Concreto - Especificação;
- NBR-7480 - Barras e Fios de aço Destinados a Armaduras para Concreto Armado - Especificação;
- NBR-7481 - Telas de aço Soldadas para Armadura de concreto;
- NBR-7212 - Execução de concreto dosado em central - Procedimento;
- NBR-7881 - Calda de Cimento para Injeção - Especificação;
- NB-1 ou NBR-8118 - Calculo e Execução de Obras de Concreto Armado;
- NB-11 ou NBR-7190 - Calculo e Execução de Estrutura de Madeira;
- NR-14 ou NBR-8800 - Projeto e Execução de Estruturas de aço de Edifícios;
- NBR-7187 - Cálculo e Execução de Pontes de Concreto Armado;

### 3.7.3.1 MATERIAIS COMPONENTES DO CONCRETO

Os materiais que não atenderem a estas especificações deverão ser removidos imediatamente do Canteiro de Obras sem ônus para o SAE.

#### 3.7.3.1.1 CIMENTO

O cimento deverá atender as exigências das Normas Brasileiras.

A aceitação do cimento na obra esta subordinada a execução de ensaios prévios de amostras do material proveniente das fontes de produção.

Sempre que houver duvida sobre a qualidade do cimento, novos ensaios deverão ser realizados.

Ao ser entregue a partida no Canteiro, se esta apresentar qualidades alteradas, devido ao mau acondicionamento no transporte, danos produzidos por insuficiência de proteção as intempéries, ou qualquer outro efeito, embora munida de certificado, deverá ser rejeitada, não sendo permitida a sua utilização na obra, da qual deverá ser, imediatamente, retirada.

O armazenamento do cimento deverá ser feito com proteção total contra intempéries, umidade do solo e outros agentes nocivos as suas qualidades e de maneira tal que permita uma operação de uso em que se empregue, em primeiro lugar, o cimento mais antigo antes do recém armazenado. O empilhamento máximo não deverá ser maior do que dez sacos.

O volume de cimento a ser armazenado na obra deverá ser suficiente para permitir a concretagem completa das peças programadas, evitando-se interrupções no lançamento por falta de material.

Em face das características peculiares de comportamento dos cimentos, eventuais misturas de diferentes marcas poderão implicar em alguns efeitos inconvenientes (trincas, fissuras etc), notadamente no que concerne as estruturas hidráulicas; sendo assim, o emprego de misturas de cimento de diferentes qualidades ficará na dependência de uma aprovação previa pela FISCALIZAÇÃO.

Para a substituição do tipo, classe de resistência e marca do cimento, deverão ser tomadas, as devidas precauções, para que não ocorram alterações sensíveis na trabalhabilidade, nas propriedades mecânicas e na durabilidade do concreto.

Nas peças de concreto aparente, o cimento empregado deverá ser de uma só marca e tipo, a fim de se garantir a homogeneidade de textura e coloração.

Não deverá ser utilizado cimento quente.

Poderão ser efetuadas adições de pozolana (NBR-5736) ou escoria (NBR-5735) de alto-forno nos cimentos Portland comum, desde que autorizados e em porcentagens definidas pela FISCALIZAÇÃO.

#### 3.7.3.1.2 AGREGADO

Os agregados deverão atender as especificações da ABNT.

Caso o agregado não se enquadre nas exigências da NBR-7211, a liberação ficará a cargo da FISCALIZAÇÃO.

- Armazenamento dos agregados

Os diferentes agregados deverão ser armazenados em compartimentos separados, de modo a não haver possibilidade de se misturarem agregados de tamanhos diferentes. Igualmente, deverão ser tomadas precauções, de modo a não permitir mistura com materiais estranhos, que venham a prejudicar sua qualidade.

Os agregados que estiverem cobertos de pó ou materiais estranhos e que não satisfaçam as condições mínimas de limpeza deverão ser novamente lavados, ou, então, rejeitados.

Pelas causas acima apontadas, a lavagem e rejeição não implicam ônus para ao SAE, correndo o seu custo por conta da CONTRATADA.

- Agregado miúdo

A areia deverá ser natural, quartzosa, de grãos angulosos e áspera ao trato, ou artificial, proveniente do britamento de rochas estáveis. Não deverá, em ambos os casos, conter quantidades

notas de impurezas orgânicas, terrosas ou de material pulverulento. A areia deverá ser lavada sempre que for necessário.

Deverá ser sempre evitada a predominância de uma ou duas dimensões (formas achatadas ou alongadas), bem como a ocorrência de mais de quatro por cento de mica.

Periodicamente, ou quando se fizer necessário, serão feitos os ensaios de caracterização.

Variações de granulométrica deverão ser compensadas na dosagem do concreto.

- Agregado graúdo

Como agregado graúdo, poderá ser utilizado o seixo rolado da vasa de rios ou pedra britada de rocha estável, com arestas vivas. Isento de pó de pedra, materiais orgânicos, terrosos e não-reativos com os álcalis do cimento.

O agregado graúdo deverá ser completamente lavado antes de ser entregue na obra, seja qual for sua procedência.

Os grãos dos agregados devem apresentar-se com forma normal, ou seja, as três dimensões espaciais da mesma ordem de grandeza.

Periodicamente, ou quando se fizer necessário, serão feitos os ensaios de caracterização, para comprovação da qualidade e características do agregado.

Eventuais variações de forma e granulometria deverão ser compensadas na dosagem do concreto.

A resistência própria de ruptura dos agregados deverá ser superior a resistência do concreto.

O diâmetro máximo de agregado graúdo deverá ser o maior possível, mas, em nenhum caso, exceto quando autorizado por escrito pela FISCALIZAÇÃO, poderá exceder a menor, das seguintes dimensões:

- 1/5 da menor dimensão, correspondente ao elemento estrutural;
- 3/4 do espaçamento mínimo, entre duas barras.

#### 3.7.3.1.3 ÁGUA DE AMASSAMENTO

Deverá ser tal que não apresente impurezas que possam vir a prejudicar as reações da água com os compostos de cimento, como sais, álcalis ou materiais orgânicos em suspensão.

Não poderá conter cloretos em quantidade superior a 500 mg/L de CL, nem sulfato em quantidade superior a 300 mg/L de S04.

A água de amassamento deverá atender as especificações da NBR-8118.

A água potável de rede de abastecimento considerada satisfatória para ser utilizada como água de amassamento do concreto.



Caso seja necessária a utilização de água de outra procedência, deverão ser feitos em laboratório ensaios como a água em argamassa; as resistências obtidas deverão ser iguais ou superiores a 90% das obtidas com água de reconhecida qualidade e sem impurezas, aos sete e vinte e oito dias.

### 3.7.3.2 ADITIVO

Sempre que considerado conveniente e aprovado pela FISCALIZAÇÃO, serão empregados aditivos na confecção do concreto.

O desempenho do aditivo será comprovado através de ensaios comparativos com um concreto “referencia”, sem aditivo (CE-18XI6.02.001 da ABNT). Os aditivos deverão ser armazenados em local abrigado das intempéries, umidade e calor, por período não superior a seis meses.

O uso de aditivo acelerador de pega fica condicionado a uma aprovação pela FISCALIZAÇÃO, após anos de resultados de laboratório quanto a composição químico-aditiva. Fica proibido o uso de aditivo acelerador de pega com composto ativo e base de cloreto de cálcio em estruturas de concreto armado.

### 3.7.3.3 FÔRMA

#### 3.7.3.3.1 FÔRMA PARA CONCRETO

A execução das fôrmas deverá obedecer aos itens 9 e 11 da NBR 6118 e a NBR-8.800.

As fôrmas poderão ser feitas de tábuas de madeira, em bruto ou aparelhadas; madeira compensada; madeira revestida de placas metálicas de chapas de aço ou de ferro.

A madeira utilizada nas fôrmas deverá apresentar-se isenta de nós fraturáveis, furos ou vazios deixados pelos nós. Fendas, rachaduras, curvaturas ou empenamentos.

A espessura mínima das tábuas a serem usadas deverá ser de 25 mm.

No caso de madeira compensada, esta mesma espessura será de no mínimo 10 mm. Caso onde haja necessidade de materiais de espessuras menores serão aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

Entende-se como fazendo parte da “fôrma” não apenas a madeira em contato com o concreto, mas também toda aquela que for necessária a transferência das cargas para as cabeças das peças verticais de escoramento.

As fôrmas serão usadas onde houver necessidade de conformação do concreto segundo os perfis de projeto, ou de impedir sua contaminação por agentes agressivos externos.

As fôrmas deverão estar de acordo com as dimensões indicadas nos desenhos do projeto. Qualquer parte da estrutura que se afastar das dimensões e ou posições indicadas nos desenhos deverá ser removida e substituída sem ônus adicional para o SAE.

O projeto das fôrmas será de responsabilidade da CONTRATADA e deverá ser submetido a aprovação da FISCALIZAÇÃO. O que, entretanto, não a eximirá da responsabilidade por qualquer falha que possa ocorrer.

As fôrmas deverão ter resistência suficiente para suportar pressões resultantes do lançamento e da vibração do concreto, mantendo-se rigidamente na posição correta e não sofrendo deformações; ser suficientemente estanques, de modo a impedir a perda de nata de cimento durante a concretagem, untadas com produto que facilite a remoção das formas e não manche a superfície do concreto. As calafetações e emulsões que se fizerem necessárias somente poderão ser executadas com materiais aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

A FISCALIZAÇÃO, antes de autorizar qualquer concretagem, fará uma inspeção para certificar-se de que as fôrmas se apresentam com as dimensões corretas, isentas de cavacos, serragem ou corpos estranhos e de que a armadura está de acordo com o projeto.

As fôrmas, desde que não sejam fabricadas com peças plastificadas, deverão ser saturadas com água em fase imediatamente anterior a do lançamento do concreto, mantendo as superfícies úmidas e não encharcadas.

As fôrmas remontadas deverão sobrepor o concreto endurecido, do lance anteriormente executado, em não menos de 10 cm e fixadas com firmeza contra o concreto endurecido, de maneira que, quando a concretagem for reiniciada, elas não se alarguem e não permitam desvios ou perda de argamassa nas juntas de construção. Serão usados, se necessário, vedações com isopor, parafusos ou prendedores adicionais para manter firmes as fôrmas remontadas contra o concreto endurecido.

#### 3.7.3.3.1.1 TIPOS DE FÔRMAS

As fôrmas a serem utilizadas deverão enquadrar-se nos tipos discriminados a seguir, de acordo com sua modalidade de uso:

- Fôrma de madeira-comum;
- Fôrma plana de madeira-estrutura;
- Fôrma plana de madeira-aparente;
- Fôrma curva de madeira-estrutura;
- Fôrma curva de madeira-aparente;
- Fôrma metal.

Nas fôrmas aparentes só serão permitidos os usos de peças uniformes. Fica proibido o uso de peças que venham a ocasionar impressão de concreto remendado.

Na face que receberá o concreto, as juntas das madeiras deverão apresentar-se rigorosamente concordantes entre si.

#### 3.7.3.3.1.2 FIXAÇÃO DE FÔRMAS

Para estruturas hidráulicas, é obrigatório o uso de tirantes espaçadores do tipo núcleo perdido.

Os arames ou tirantes para fixação das fôrmas deverão ter suas pontas posteriormente cotadas no interior de uma cavidade no concreto, com 40 mm de diâmetro 30 mm de profundidade.

Em ambos os casos, as extremidades deverão receber tratamento com argamassa seca socada (“DRY-PACK”).

#### 3.7.3.3.2 CIMBRAMENTO

As escoras deverão ser feitas em estruturas metálicas (tubulares ou não) e providas de dispositivos que permitam seus descimbramentos de forma controlada.

A CONTRATADA, antes de executar o cimbramento, deverá apresentar a FISCALIZAÇÃO, para aprovação, um projeto adequado do tipo de construção a ser executado, admitindo-se no cálculo que a densidade do concreto armado a de 2.500 kgf/m<sup>3</sup>.

Tal aprovação não eximira a CONTRATADA das responsabilidades inerentes a estimativa correta das cargas, dos esforços atuantes e da perfeita execução dos serviços.

O controle de estabilidade deverá ser feito por meio de defletômetros ou nível de alta precisão, colocados de modo a visar pontos suscetíveis de arreamento.

A CONTRATADA deverá estar equipada, com macacos de rosca e cunhas de madeira dura, para deter qualquer recalque das fôrmas, durante o lançamento do concreto e antes do início da pega.

Deverá ser feita uma previsão para assegurar a contra-flecha plenamente requerida na estrutura, bem como previstos meios para correção de possíveis depressões ou distorções durante a construção.

O ajustamento deverá ser feito de modo a permitir o rebaixamento gradual do cimbramento durante a sua remoção.

Havendo recalques ou distorções indevidas, a concretagem deverá ser suspensa, retirando-se todo o concreto afetado.

Antes de se reiniciarem os trabalhos, o escoramento deverá ser reforçado e corrigido até alcançar a forma primitiva.

Nenhuma indenização caberá a CONTRATADA por este trabalho suplementar, eventualmente necessário.

Quando a laje de cobertura for em cúpula esférica, o cimbramento deverá conduzir a construção de paralelos da cúpula esférica, sobre os quais se apoiarão segmentos dos meridianos, de forma a manter um espaçamento conveniente e aproximadamente constante para os painéis de compensado das fôrmas.

Deverão ser tomadas as precauções necessárias para se evitar concentrações de carga na laje de fundo do reservatório que suportara o escoramento da laje de cobertura.

A FISCALIZAÇÃO não liberará a concretagem sem que tenham sido cumpridos os requisitos mínimos aqui indicados.

#### 3.7.3.3.3 RETIRADA DAS FÔRMAS E DO CIMBRAMENTO

A retirada das fôrmas e do cimbramento só poderá ser feita quando o concreto estiver suficientemente endurecido para resistir às ações que sobre ele atuarem e não conduzir a deformações inaceitáveis, tendo em vista o valor do módulo de deformação do concreto (EC) e a maior probabilidade de grande aumento da deformação lenta, quando o concreto será solicitado com pouca idade.

Para obras que não tenham controle tecnológico, deverão ser obedecidas as prescrições da NBR-8118, contidas no item 14 desta norma, que indicam os seguintes prazos:

- faces laterais: três dias;
- faces inferiores: quatorze dias, tendo-se o cuidado de deixar pontaletes e transversinas, para impedir as deformações das peças concretadas;
- faces inferiores, sem pontaletes: vinte e oito dias.

Estes prazos poderão ser modificados, a critério da FISCALIZAÇÃO, desde que tenham sido atendidas as medidas de cura do concreto e verificada a resistência deste.

A operação de retirada do cimbramento, sendo uma fase particularmente importante no que se refere à transferência de cargas para a estrutura, deverá ser executada com segurança e dentro dos critérios estruturais adequados, sem choques e sem que apareçam esforços temporários não-previstos. Não poderá ser executada sem apresentação e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do plano de descimbramento.

#### 3.7.3.4 AÇO

Os aços para armaduras destinadas às estruturas de concreto armado obedecerão à NBR-7480, observadas as disposições do item 10 da NBR-8116. As telas de aço soldadas deverão obedecer à NBR-7481.

A estocagem de aço será fundamental para a manutenção de sua qualidade; assim, este deverá ser colocado em local abrigado das intempéries, sobre estrados a 75 mm, na mínima, do piso, ou a 0,30 m, no mínimo, do terreno natural. O solo subjacente deverá ser firme, com leve declividade e recoberto com camada de brita. Recomenda-se cobri-lo com plásticos ou lona, protegendo-o da umidade e do ataque de agentes agressivos. Serão rejeitados os aços que se apresentarem em processo de corrosão e ferrugem, com redução não efetiva de sua área maior do que 10%.

O armazenamento deverá ser feito separadamente para cada bitola, evitando-se colocar no mesmo lote bitolas diferentes. Deverão também ser tomados os cuidados para não torcer as barras, evitando-se a formação de dobras e o emaranhamento nos feixes recebidos.

A FISCALIZAÇÃO fará uma inspeção preliminar, onde deverá ser verificado se a partida está de acordo com o pedido e se apresenta homogeneidade geométrica, assim como isenção de defeitos prejudiciais, tais como: bolhas, fissuras, esfoliações, corrosão, graxa e lama aderente.

Os aços utilizados deverão apresentar a designação da categoria, da classe do aço e a indicação do coeficiente de conformação superficial, especialmente quando este for superior ao valor mínimo exigido para a categoria.

Será retirada, para ensaio, uma amostra de cada partida do material que chegar a obra. A amostragem deverá obedecer a NBR-7480.

Os resultados dos ensaios serão analisados pela FISCALIZAÇÃO, a quem compete aceitar ou rejeitar o material, de acordo com a especificação correspondente.

Os materiais rejeitados deverão ser removidos imediatamente do Canteiro de obras sem ônus para o SAE.

#### 3.7.3.4.1 ARMADURA DE AÇO COMUM

##### 3.7.3.4.1.1 CORTE E DOBRAMENTO

As barras e telas, antes de serem cortadas, deverão ser endireitadas, sendo que os trabalhos de retificação, corte e dobramento deverão ser efetuados com todo o cuidado, para que não sejam prejudicadas as características mecânicas do material.

Os dobramentos das barras deverão ser feitos obedecendo-se ao especificado no item 12, Anexo 1 da NBR-7480, sempre a frio.

As tolerâncias de corte e dobramento ficarão a critério da FISCALIZAÇÃO. A emenda das barras e telas de aço soldadas deverá obedecer rigorosamente aos detalhes dos desenhos do projeto e ao item 6.3.5 da NBR 6116.

A CONTRATADA poderá propor a localização das emendas, quando não indicadas especificamente nos desenhos do projeto, assim como substituir emendas de transpasse por emendas soldadas ou barras contínuas, desde que com aprovação da FISCALIZAÇÃO.

Nas lajes, deverá ser feita a amarração dos ferros em todos os cruzamentos, sendo que a montagem deverá estar concluída antes do início da concretagem.

Emendas com soldas os eletrodos empregados na soldagem deverão ser constituídos por metais de características adequadas as do metal base das barras. Deverão possuir revestimento básico, para evitar fissuras pela absorção de nitrogênio.

#### 3.7.3.4.1.2 QUALIFICAÇÃO DOS SOLDADORES

Todas as soldas efetuadas no campo deverão ser marcadas, a fim de se identificar o soldador.

O procedimento para testes e qualificação de soldadores seguirá as exigências mínimas estabelecidas no “Guia de Soldagem”, podendo os soldadores ser qualificados segundo as normas ABNT MB 262 ou ASME, Seção IX.

Os certificados de qualificação de soldador serão emitidos pelo órgão responsável pela Qualificação.

Cada soldador deverá ser qualificado para função específica, não se considerando que o soldador manual esteja implicitamente qualificado com operador para soldagem automática e vice-versa.

A FISCALIZAÇÃO acompanhará a qualificação dos soldadores, que será feita com o emprego de material a ser efetivamente aplicado na obra, com eletrodo de maior diâmetro.

Na execução da soldagem, tanto de topo como de lado, deverão ser tomadas as seguintes precauções:

- a evitar aquecimento excessivo, para impedir aparecimento de compostos de tempera frágil, que viriam a diminuir a tenacidade das barras;
- nas barras de grande diâmetro, a solda deverá ser feita em X, sendo as extremidades das barras chanfradas a serra ou com esmeril;
- a soldagem deverá ser feita em etapas sucessivas, não iniciando uma segunda etapa antes que a precedente esteja completamente esfriada;
- a soldagem deverá ser feita com arco curto, para evitar a absorção de nitrogênio;
- a soldagem de barras de aço CA-50 só será executada quando autorizada pela FISCALIZAÇÃO.

A FISCALIZAÇÃO supervisionará a execução de emendas com solda, para verificar se estas instruções são obedecidas, de acordo com os requisitos estabelecidos no Anexo I da NBR-7480, item 11, e NBR-8116.

#### 3.7.3.4.1.3 MONTAGEM

Na montagem das armaduras, deverá ser observado o prescrito na NBR-8116.

A armadura deverá ser montada na posição indicada no projeto e de modo a que se mantenham firmes durante o lançamento do concreto, observando-se inalteradas as distancias das barras entre si e nas faces internas das fôrmas. Permite-se, para isso, o uso de arame ou dispositivo de ap (caranguejo etc), desde que não sejam apoiados sobre o concreto magro.

Nunca, porém, será admitido o emprego de aço cujo cobrimento, depois de lançado o concreto, tenha uma espessura menor que prescrita na NBR-8118 ou nessa especificação, prevalecendo a maior.

Na montagem das peças dobradas, a amarração deverá ser feita utilizando-se arame recozido, ou, então, pontos de solda, a critério da FISCALIZAÇÃO.

#### 3.7.3.4.1.4 TOLERÂNCIAS

Localização das barras no sentido da correspondente dimensão “d” dos diferentes elementos estruturais, desde que seja respeitado o cobrimento de projeto:

- $d < 0,20m$  (mais ou menos) 5,0 mm;
- $0,20 m = d = 0,80 m$  (mais ou menos) 6.0 mm;
- $d > 0,80m$  (mais ou menos) 15,0 mm.

Localização das barras no sentido de seu comprimento (mais ou menos) 0,05 m.

Espaço entre barras principais de lajes e muros (mais ou menos) 0,05 m.

Espaçamento entre barras de armadura de distribuição (mais ou menos) 0,03 m.

Eventualmente algumas barras poderão ser deslocadas de sua posição original, a fim de se evitar interferências com outros elementos, tais como: conduítes, chumbadores etc.

Se as barras tiverem de ser deslocadas, alterando os espaçamentos do projeto, a nova localização deverá ser submetida a aprovação da FISCALIZAÇÃO.

#### 3.7.3.4.1.5 A SUBSTITUIÇÃO DE BARRAS

Só será permitida a substituição das barras indicadas nos desenhos por outras de diâmetro diferente com autorização expressa da área de projeto, sendo que, para esse caso. A área de seção das barras, resultante da armadura, deverá ser igual ou maior do que a área especificada nos desenhos.

#### 3.7.3.4.1.6 INSTALAÇÃO NAS FÔRMAS

Deverão ser obedecidas todas as especificações contidas nos desenhos com tolerância para cobrimento da armadura de + 0,05 m.

Todos os cobrimentos deverão ser rigorosamente respeitados, de acordo com o projeto.

A fim de manter as armaduras afastadas das fôrmas (cobrimento), não deverão ser usados espaçadores de metal, sendo, para tal, usadas semicalotas de argamassa com traço 1:2 (cimento: areia em volume), mantendo-se relação d'água/cimento máxima de 0,52 L/kg, com raio igual ao cobrimento especificado, as quais deverão dispor de arames para fixação as armaduras.

Os espaçadores deverão ter, ainda, uma resistência igual ou superior a do concreto das peças as quais serão incorporados.

Serão dispostas de maneira a apresentar, teoricamente um contato pontual com a fôrma.

Estas poderão também, alternativamente, usar pastilhas de forma piramidal, desde que mantidos as dimensões do cobrimento e o contato pontual com a fôrma. Blocos de madeira, argamassa ou de concreto não serão admitidos como espaçadores.

Para travamento das fôrmas, será permitido o uso de parafusos, tirantes de aço passantes ou de núcleo perdido, desde que estes recebam tratamento posterior, conforme metodologia descrita nesta Especificação.

Não será permitido o uso de tensores de forma passantes pelo interior de tubos plásticos em estruturas hidráulicas e em estruturas enterradas.

A utilização de tensores do tipo núcleo perdido deverá seguir orientação da FISCALIZAÇÃO.

Estes tensores deverão ser confeccionados de acordo com as Normas Brasileiras.

#### 3.7.3.4.1.7 LIMPEZA DAS ARMADURAS

As armaduras, antes do início da concretagem, deverão estar livres de contaminações, tais como incrustações de argamassa, salpicos de óleo ou tintas, escamas de laminação ou de ferrugem, terra ou qualquer outro material que, aderido as suas superfícies, reduza ou destrua os efeitos da aderência entre o aço e o concreto.

A FISCALIZAÇÃO deverá inspecionar e aprovar a armadura em cada elemento estrutural depois que esta tenham sido colocada, para que se inicie a montagem das fôrmas.

As armaduras instaladas em desacordo com esta regulamentação serão rejeitadas pela FISCALIZAÇÃO e removidas pela CONTRATADA, sem ônus para o SAE.

#### 3.7.3.5 CONCRETO

Além de todas as condições gerais estabelecidas nas especificações e relacionadas à boa técnica de execução e ao atendimento das Normas Brasileiras, dever-se-á, também, obedecer às condições específicas enunciadas a seguir, relativas a execução de estruturas hidráulicas.



As estruturas hidráulicas, bem como todas as estruturas auxiliares em contato permanente com a água, deverão apresentar as seguintes características básicas:

#### 3.7.3.5.1.1 ABSOLUTA ESTANQUEIDADE.

A CONTRATADA deverá esmerar-se no que diz respeito a qualidade dos serviços e materiais empregados na obra, no sentido de construir uma estrutura de concreto impermeável que, independentemente da aplicação posterior de sistemas impermeabilizantes de qualquer natureza, se apresente sem vazamentos ou infiltrações de qualquer magnitude, como, por exemplo, através de:

- porosidades ou segregações no concreto;
- juntas de concretagem;
- trincas;
- interface entre o concreto e tubulações;
- juntas de dilatação.

#### 3.7.3.5.1.2 RESISTÊNCIA E ESTABILIDADE ESTRUTURAIS

Reservatórios são, em geral, estruturas esbeltas e sensíveis, principalmente a movimentações da fundação. O conseqüente aparecimento de trincas ou fissuras se reflete de imediato na perda da estanqueidade.

Uma criteriosa e cuidadosa execução das fundações e da estrutura, com a aplicação de materiais de qualidade e resistência comprovadas e a fiel obediência ao projeto e as especificações, são requisitos indispensáveis para a construção de um reservatório estruturalmente resistente e estável.

#### 3.7.3.5.1.3 DURABILIDADE

A resistência do concreto armado ou protendido a ambientes agressivos está intimamente ligada aos seguintes principais fatores:

- cobrimento das armaduras, com especial atenção para a face inferior da laje de cobertura, onde as falhas de cobrimento ocorrem com grande frequência;
- fator água/cimento - quanto maior a quantidade de água, maior a porosidade do concreto;
- tipo do cimento e consumo mínimo por m<sup>3</sup>;
- qualidade dos agregados, sendo que os de origem cristalina são, em geral, os mais resistentes;
- uma cura bem feita evita o fissuramento do concreto;
- qualidade da superfície e estanqueidade das fôrmas - fôrmas lisas e estanques resultam numa superfície menos porosa do concreto.

### 3.7.3.5.2 DOSAGEM

A CONTRATADA submeterá a aprovação da FISCALIZAÇÃO a dosagem de concreto que pretende adotar para atingir e respeitar os limites previstos nos critérios de durabilidade, a resistência característica da compressão (fck) indicada nos projetos. Para isso, deverá apresentar um certificado de garantia comprovando que tal dosagem cumpre esse requisito.

A dosagem do concreto deverá ser experimental, de acordo com o item 6.3.1 da NBR 6118.

Para alcançar o objetivo pré-fixado, deverão ser feitos, com a devida antecedência, antes de proceder a concretagem, testes de prova com misturas de diferentes composições. Os corpos-de-prova resultantes dessas diversas misturas, devidamente catalogados e individualizados, depois de submetidos aos ensaios especificados nos métodos NBR-5738 e NBR-5739 da ABNT, determinarão quais as dosagens a serem adotadas e aprovadas pela FISCALIZAÇÃO.

Uma vez determinada à dosagem, esta deverá ser obedecida integralmente na execução do concreto. Só poderá sofrer alterações se, em ensaios sucessivos, a critério da FISCALIZAÇÃO, ou sob proposta da CONTRATADA devidamente aprovada, tais mudanças conduzirem ao mesmo resultado ou a resultados melhores que obtidos no primeiro ensaio.

Sempre que houver modificação nas características dos materiais componentes do concreto, ou outros motivos, a critério da FISCALIZAÇÃO, deverão ser feitos os ajustes necessários na dosagem.

O proporcionamento dos materiais deverá resultar em um concreto com trabalhabilidade compatível com as características das peças a serem concretadas, considerando-se suas dimensões, densidade e espaçamento das armaduras.

Para se obter a resistência e a durabilidade requeridas e dar a adequada proteção as armaduras contra os efeitos de um meio ambiente desfavorável, as quantidades de cimento não poderão ser inferiores aos valores mínimos, e a relação água/cimento não poderá ultrapassar os valores máximos, os quais são apresentados a seguir.

Estruturas em contato com água bruta, igual tratada, solo e gases agressivos.

- Tipos de Cimento:
  - CII - E - Cimento Portland Composto com Escória;
  - CII - 2 - Cimento Portland Composto com Pozzolana;
  - CII - F - Cimento Portland Composto com Filler;
  - CIII - Cimento Portland de Alto Forno;
  - CIV - Cimento Portland Pozolânico;

- CP-RS - Cimento Portland Resistente a Sulfatos.
- Exigência: índice superior a 0,85 no ensaio de Kock e Steinegger, após imersão em solução de sulfato de sódio.
- Consumo mínimo de cimento: 320 kg/m<sup>3</sup>
- Relação água/cimento máxima: 0,55 L/kg.
- fck<sub>mínimo</sub> previsto = 20,0 MPa

#### 3.7.3.5.2.1 ESTRUTURA EM CONTATO COM LODO E GASES AGRESSIVOS E ESTRUTURA PARA TRATAMENTO DE ÁGUA

- Tipos de Cimento:
  - CPIII - Cimento Portland de Alto Forno;
  - CPIV - Cimento Portland Pozolânico;
  - CPRS - Cimento Portland Resistente a Sulfatos.
- Exigência: índice superior a 0,85 no ensaio de KockSteinegger, após imersão em solução de:
  - sulfato de cobre (estruturas em contato com lodo);
  - sulfato de alumínio (estruturas de tratamento de água);
  - cloreto de sódio (estruturas. marítimas e/ou situadas a menos de 500 m da orla).
- Consumo mínimo de cimento: 350 kg/m<sup>3</sup>.
- Relação água/cimento máxima: 0,50 L/kg.
- fck previsto = 25,0 MPa.

#### 3.7.3.5.2.2 PAREDE DIAFRAGMA

- Cimento: qualquer, exceto em casos do lençol freático ser agressivo usar o cimento especificado para estrutura em contato com lodo;
- Consumo mínimo de cimento: 400 kg/m<sup>3</sup>;
- Relação água/cimento: de acordo com abatimento inerente ao processo.

#### 3.7.3.5.2.3 TUBULÕES (CONCRETO ESTRUTURAL AUTOADENSÁVEL)

- Base - utilizar concreto auto adensável com adição de aditivo superfluidificante;
- Fuste - utilizar concreto convencional;
- Cimento: qualquer tipo;
- Consumo mínimo de cimento: O necessário para atender as características exigidas (físicas e mecânicas);

- Relação água/cimento mínima: o necessário para atender a características exigidas (físicas e mecânicas).

#### 3.7.3.5.2.4 OUTRAS ESTRUTURAS

- Cimento: qualquer tipo.
- Consumo mínimo de cimento: 270 kg/m<sup>3</sup>;
- Relação água/cimento mínima: 0,57 L/kg.

#### 3.7.3.5.2.5 CONCRETO NÃO-ESTRUTURAL

- Cimento: qualquer tipo.
- Consumo mínimo de cimento: 150 kg/m<sup>3</sup>;
- Relação água/cimento: qualquer.

#### 3.7.3.5.2.6 OBSERVAÇÕES:

- somente a FISCALIZAÇÃO poderá autorizar o emprego de cimento em quantidade superior a 400 kg por m<sup>3</sup> de concreto.
- não será permitido o contato de cabos de protensão com cimento de alto forno (ancoragens passivas etc).
- arelação água/cimento será fixada levando-se em conta os seguintes fatores:
- resistências (fck) especificadas no projeto;
- características e necessidades da estrutura, sua exposição ao meio ambiente, durabilidade, impermeabilidade etc;
- outros requisitos, tais como resistência a ação de desgaste, modo de evitar contrações excessivas etc;
- natureza e forma dos agregados miúdos.
- a relação água/cimento a ser adotada deverá ser a menor possível para alcançar os objetivos acima citados e apresentar trabalhabilidade compatível com a aplicação.

O teor de umidade dos agregados miúdos deverá ser determinado por um processo indicado ou aprovado pela FISCALIZAÇÃO, de modo a poder manter a relação.

A falta de trabalhabilidade provocada pela adoção de baixos fatores água/cimento poderá ser compensada pela utilização de aditivos, de comum acordo com a FISCALIZAÇÃO e após ensaios que confirmem a não influência desse aditivo na qualidade final do concreto.

O teor máximo de cloreto de cálcio permitido no interior do concreto, proveniente de todos os materiais, será de 0,15% sobre o peso de cimento.

### 3.7.3.5.3 MISTURA E AMASSAMENTO DO CONCRETO

O traço do concreto a ser utilizado deverá obedecer ao resultado obtido nos ensaios preliminares.

O cimento será sempre medido em peso, tomando-se como unidade o saco de cimento, previamente aferido, não sendo permitido o uso de frações de saco.

No caso de cimento a granel, a medida deverá ser feita utilizando-se dosadores em peso, rigorosamente controlados, e aferidos conforme as normas da ABNT, para fornecer a quantidade exata de cimento requerida.

Quando for utilizado o “controle rigoroso” na execução do concreto, os agregados, tanto miúdos como graúdos, deverão ser medidos em peso.

No caso do “controle razoável” na execução do concreto, a medição dos agregados poderá ser feita em volume, utilizando-se caixas de dimensões capazes de fornecer volume, de agregados cujo peso seja correspondente ao necessário à mistura. Essas caixas deverão ser vistoriadas e aprovadas pela FISCALIZAÇÃO.

Qualquer que seja o tipo de controle adotado, em função das características finais do concreto a que se pretende atingir e a critério da FISCALIZAÇÃO, o concreto só deverá ser preparado nas quantidades necessárias para o uso.

O concreto em início de pega, devido a demora em sua aplicação, não poderá ser remisturado para novo aproveitamento; deverá ser retirado da obra sem ser aplicado, não cabendo a CONTRATADA nenhuma indenização por essa perda.

A operação de mistura e amassamento do concreto poderá ser efetuada de três modos:

- a mistura do concreto em betoneira mecânica na obra;
- a mistura do concreto em central de concreto na obra;
- a mistura do concreto em central de concreto fora da obra, por empresa especializada.

OBS.: Não será permitida, em hipótese alguma, a mistura do concreto efetuada manualmente.

Em qualquer um dos casos, a CONTRATADA será a única responsável, perante a FISCALIZAÇÃO, pelo concreto aplicado na obra.

Operação de mistura com betoneira mecânica na obra a operação de mistura deverá obedecer às especificações abaixo e as contidas na NBR 6118.

Antes de iniciar a operação de concretagem, o tambor rotativo da betoneira deverá encontrar-se perfeitamente limpo e sem resquícios de materiais das betonadas anteriores. A ordem de colocação dos diferentes componentes na betoneira são as seguintes:

- parte do agregado graúdo + parte de água;
- cimento + parte de água + areia;
- restante do agregado graúdo.

O ajuste do abatimento adicionando, no máximo, o restante da água que deverá ser completado antes de decorrer 1/4 do tempo total da mistura.

O tempo de duração mínimo da mistura, depois da ultima adição de agregado, para betoneira com capacidade de até 1 m<sup>3</sup>, será de 2,0 minutos; para cada 0,4 m<sup>3</sup> de acréscimo na capacidade, o tempo de mistura será de mais 15 segundos. Findo este tempo, a mistura será despejada da betoneira, podendo então ser aplicada na obra, desde que esteja homogênea.

A mistura será julgada homogênea quando:

- apresentar cor e consistência uniformes;
- a variação no abatimento das amostras, no ensaio de tronco de cone (“slump test”), tomada no primeiro e no ultimo quarto de descarga, não exceder de 30 mm a média dos dois valores.

Estes ensaios serão feitos diretamente pela FISCALIZAÇÃO, e a CONTRATADA deverá permitir o fácil acesso para retirada das amostras.

O movimento rotativo do tambor da betoneira deverá ser de 20 rpm (vinte rotações por minuto), salvo se houver indicações diferentes para o tipo de betoneira usada.

A temperatura dos materiais componentes, bem como da mistura durante a operação, deverá estar dentro dos limites adequados de modo a não afetar a resistência, nem provocar a fissuração do concreto.

A betoneira não deverá ser carregada além da capacidade indicada pelo fabricante. No final de cada betonada, o tambor deverá ser rigorosamente limpo.

Mistura do concreto em central de concreto na obra.

A operação de mistura em central de concreto na obra deverá obedecer a todas as especificações do caso anterior e da NBR-7212.

O funcionamento da central, sua capacidade e seus elementos de controle do abastecimento serão vistoriados e aprovados pela FISCALIZAÇÃO, que poderá mandar substituir qualquer elemento julgado não satisfatório por outro em condições de preencher sua função.

Tabela 3.1 - Tempos mínimos de mistura

Capacidade da Betoneira (m³)	Tempo (minutos)	RPM (rpm)
2,3	2,0	20
3,8	2,75	20
4,6	3,0	20
7,6	4,0	20

A Mistura do concreto em central de concreto fora da obra, por empresa especializada.

A operação de mistura e fornecimento deverá obedecer as especificações a seguir e as contidas na NBR-7212.

Quando o concreto for fornecido por empresa especializada, qualquer entrega na obra deverá ser acompanhada de um certificado da fonte produtora, no qual deverá constar:

- quantidade de cada componente do concreto;
- volume de concreto;
- hora de início da mistura (primeira adição de água);
- abatimento do tronco de cone (“slump”);
- dimensão máxima característica do agregado graúdo;
- resistência característica do concreto a compressão, quando especificada;
- aditivo utilizado, quando for o caso;
- quantidade de água adicionada na central;
- quantidade máxima de água a ser adicionada na obra;
- identificação do caminhão-betoneira;
- menção de todos os demais itens especificados no pedido.

A FISCALIZAÇÃO poderá ainda manter um técnico na central de concreto para controlar os traços preparados, com a finalidade de confirmar os dados fornecidos pela empresa produtora.

O fornecimento do concreto deverá ser programado de tal maneira que se possa realizar uma concretagem contínua, calculando-se intervalos de tempo nas entregas, de modo a impedir o início de pega das camadas já colocadas antes de receber nova camada.

Quando necessário, poderá ser adicionado ao concreto um retardador de pega, com ou sem efeito plastificante, conforme a conveniência.

O transporte do concreto deverá ser feito através de caminhões betoneiras, e o prazo entre a saída da central e a conclusão de lançamento será de, no máximo, noventa minutos, salvo os

casos de utilização de aditivo retardador de pega, em que deverá ser observado o início de pega do concreto.

A velocidade de rotação para mistura deverá ser de acordo com as especificações do equipamento e que confira homogeneidade ao concreto.

A carga do caminhão betoneira não deverá exceder a 80% do volume do tambor, e a velocidade de rotação deste deverá ser, no mínimo, de quatro revoluções por minuto durante o transporte.

Os caminhões deverão estar equipados com contadores de voltas e hidrômetros, para permitir a verificação desta especificação.

Não cumprimento de qualquer uma das exigências anteriores acarretará na devolução do concreto, sem ônus para aSAE.

Em hipótese alguma, o concreto devolvido poderá ser redosado e entregue na obra.

#### 3.7.3.5.4 LANÇAMENTO DO CONCRETO

A FISCALIZAÇÃO deverá ser notificada, no mínimo, setenta e duas horas antes do lançamento do concreto, para poder vistoriar o estado das fôrmas, armações, espaçamento das pastilhas, verificar as providências tomadas para fornecimento do concreto, conferir se no canteiro há material e equipamento suficientes para a execução do serviço e designar pessoa autorizada para acompanhar a concretagem e realizar o controle tecnológico do concreto. Sendo satisfatória a vistoria, será autorizada a operação, desde que já sejam conhecidos os resultados dos testes para a determinação da resistência para cada traço de concreto a ser utilizado e sua respectiva relação “água e cimento”.

O lançamento do concreto, exceto quando autorizado pela FISCALIZAÇÃO, só poderá ser feito durante as horas do dia, subordinado a temperatura ambiente, que não poderá ser inferior a 10°C nem superior a 32°C, e levando-se em consideração o estado do tempo. Esta operação não poderá ser feita em caso de chuva muito forte. Quando a chuva se iniciar durante a operação de concretagem, a FISCALIZAÇÃO poderá autorizar a continuação do trabalho, desde que não venha a prejudicar o concreto, removendo as partes afetadas pela chuva até então incidentes sobre este.

A FISCALIZAÇÃO poderá autorizar a execução de lançamento nas horas noturnas, desde que a CONTRATADA tenha instalado no local um sistema de iluminação eficiente, seguro e suficiente, para o bom andamento da operação e do controle por partes da FISCALIZAÇÃO.

No caso de temperatura ambiente, superior a 32° C, deverão ser tomados cuidados especiais com respeito ao esfriamento dos agregados, conservação da relação água/cimento e



procedimentos construtivos para se evitar a formação de “juntas-frias” devido ao início de pega do concreto.

Em dias muito quentes e ventilados, deverá ser evitado o início da concretagem de lajes no período da manhã, de modo a não permitir que a pega se inicie nas horas mais quentes do dia, o que facilmente se pode traduzir em fissuração de retração.

Esse tipo de serviço, de comum acordo com a FISCALIZAÇÃO, deverá ser iniciado no meio da tarde, após se certificar da baixa possibilidade de ocorrência de chuvas.

Em nenhum caso poderá ser excedido o prazo de 45 minutos entre o início e o fim do lançamento de carga completa de um caminhão-betoneira, para evitar possíveis segregações, salvo o concreto com utilização de aditivo retardador de pega. Além desse prazo, a massa pronta e ainda não-aplicada será rejeitada e deverá ser removida do canteiro, não cabendo o SAE nenhum pagamento por essa perda de material.

Em nenhuma hipótese se fará lançamento do concreto após início de pega, conforme o item 13.2 da NBR-6118.

O uso de grandes extensões de canaletas ou calhas afuniladas para conduzir o concreto até as fôrmas será permitido somente quando autorizado pela FISCALIZAÇÃO. Se esse sistema for adotado, e a qualidade do concreto ao chegar a fôrma e seu manuseio não for satisfatório, a FISCALIZAÇÃO poderá interditar seu uso, substituindo esse método por outros adequados. Nos locais de grande inclinação, as canaletas ou calhas deverão ser equipadas com placas de choque ou defletores, ou ser dispostas em trechos curtos com alteração na direção do movimento. Todas as canaletas, calhas ou tubos deverão ser mantidos limpos e livres de quaisquer resíduos de concreto endurecido. As canaletas e as calhas abertas deverão ser metálicas ou revestidas de metal devendo aproximar-se o máximo possível do ponto de despejo.

Quando a descarga tiver de ser intermitente deverá ser instalada uma comporta, ou outro dispositivo de regulação de descarga previamente aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

A altura máxima para lançamento do concreto será de até 1,50 m em peças esbeltas, como por exemplo, paredes de 2,00 m e, nos demais casos, a critério da FISCALIZAÇÃO.

A distância entre dois pontos de lançamento do concreto não poderá ser maior que 2,00 m.

Ao se concretar a laje inferior, também serão, obrigatoriamente, concretados a mísula e o arranque das paredes, numa altura mínima que permita a sobreposição para montagem da fôrma subsequente.

Deverá ser elaborado e apresentado com antecedência mínima de setenta e duas horas o plano de concretagem a ser aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

Durante a concretagem deverá ser feita uma lavagem com jato de água para expulsar a nata de cimento que eventualmente se tenha infiltrado nas bainhas.

#### 3.7.3.5.4.1 O LANÇAMENTO EM FUNDAÇÕES

A superfície destinada a receber o concreto deverá estar perfeitamente nivelada, limpa e compactada. Havendo água, esta terá de ser retirada antes do início da concretagem. Qualquer fluxo de água corrente sobre a camada de concreto depositado deverá ser retirado, para impedir o empobrecimento do teor de cimento da massa. Caso a superfície da fundação esteja seca, deverá ser umedecida antes da concretagem, evitando-se o empoçamento de água.

Se a superfície apresentar rochas detonadas, todas as fendas e rachaduras aparentes deverão ser preenchidas com argamassa de cimento e areia, antes de se iniciar o lançamento do concreto.

Nas bases e fustes dos tubulões o concreto deverá ser lançado com tubulação tipo “tromba”. O plano de lançamento de concreto em tubulões deverá ser analisado e aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

#### 3.7.3.5.4.2 OS ELEMENTOS EMBUTIDOS NO CONCRETO

Os elementos das partes hidráulicas, mecânicas e elétricas a serem embutidos no concreto, tais como as canalizações, conduítes, caixas de passagem e de controle etc deverão estar isentos de óleos, graxas ou outras substâncias prejudiciais a aderência ou ao próprio concreto.

No caso de chumbadores para trilhos, placas de apoio etc, a serem embutidos, a colocação será feita com concreto ou argamassa em dosagem adequada, podendo ser utilizados aditivos para melhorar a trabalhabilidade e diminuir a retração. As quantidades de água dos traços de concreto ou de argamassa deverão ser as mínimas possíveis.

#### 3.7.3.5.5 ADENSAMENTO DE CONCRETO

Todo o concreto lançado nas fôrmas deverá ser adensado por meio de vibração. O número e tipo de vibradores, bem como sua localização, serão determinados pela FISCALIZAÇÃO.

O concreto deverá ser lançado nas fôrmas em camadas horizontais, nunca superiores a 3/4 do comprimento da agulha dos vibradores, sendo logo em seguida submetido à ação destes. A vibração deverá ser feita com aparelhos de agulha de imersão, com frequência de 5.000 a 7.000 rpm, tomando-se o cuidado de não prejudicar as fôrmas nem deslocar as armaduras nelas existentes.

A distância de imersão da agulha, entre um ponto e o sucessivo, não deverá ser maior do que 1,5 vez o raio de ação da agulha empregada; a duração de cada vibração deverá ser suficiente para a remoção do ar incorporado e a eliminação de vazios; findo esse tempo, a agulha deverá ser retirada lentamente, para evitar a formação de vazios ou de balsas de ar. De modo algum a agulha do vibrador deverá ser usada para empurrar ou deslocar o concreto nas fôrmas.

A agulha do vibrador deverá, sempre, ser operada na posição vertical, devendo ser evitado o seu contato com a armadura e a introdução junto às fôrmas.

O adensamento do concreto dos fustes de tubulões deverá ser executado, cuidadosamente, por vibração. Nas bases será utilizado o concreto auto-adensável.

#### 3.7.3.5.6 CURA DO CONCRETO

As superfícies de concreto serão protegidas contra as condições atmosféricas causadoras de secagem prematura, de forma a se evitar a perda de água do material aplicado.

A cura do concreto deverá ser cuidadosa, e a aspersão de água deverá prolongar-se por sete dias. Nas superfícies das lajes deverá ser previsto o represamento de uma delgada lâmina d'água, assim, que se verifique o início de pega do concreto.

O período de cura, seus métodos e tempos de duração, especificados a seguir, deverão ser previamente aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

##### 3.7.3.5.6.1 CURA PELA ÁGUA

O concreto, depois de lançado, deverá ser conservado úmido por um período de tempo nunca inferior a sete dias. A cura pela água poderá ser executada por irrigação, lençol de água, camada de areia úmida ou panos (de saco) molhados e espalhados em toda a superfície. A cura deverá ser iniciada logo após a verificação do início de pega nos trechos concretados. A água deverá ser do tipo da empregada na concretagem. O período de cura deverá ser aumentado em até 50% quando:

- a menor dimensão da seção da viga ou da laje for maior que 75 cm;
- a temperatura ambiente for muito alta, ou o clima muito seco;
- houver contato com líquidos ou solos agressivos.

##### 3.7.3.5.6.2 CURA POR PIGMENTAÇÃO OU POR MEMBRANAS

A cura por pigmentação ou por membranas somente poderá ser executada com aprovação da FISCALIZAÇÃO e quando for absolutamente necessário reduzir o tempo de cura normal. A FISCALIZAÇÃO determinará os métodos e os materiais a serem empregados.

Os produtos de cura serão substâncias pulverizáveis sobre o concreto logo após o seu lançamento, para obturar os capilares da superfície e impedir a evaporação da água de amassamento nos primeiros dias.

##### 3.7.3.5.6.3 CURA A VAPOR

O modo de cura a vapor poderá ser utilizado quando for necessária a redução do tempo de cura e desfôrma. Deverá ser autorizado pela FISCALIZAÇÃO.

A cura a vapor só será iniciada depois de transcorrido o tempo de início de pega do concreto.

Empregando-se cimento de alta resistência inicial, o período de cura poderá ser reduzido, a critério da FISCALIZAÇÃO.

### 3.7.3.5.7 PREPARO DE JUNTAS PARA RETOMADA DE CONCRETAGEM

As juntas de concretagem deverão ser feitas somente nos locais assinalados no projeto ou indicados pela FISCALIZAÇÃO.

Todas as juntas deverão ser tratadas antes da retomada da concretagem. O tratamento deverá ser executado conforme as especificações a seguir:

O “Apicoamento Manual” removendo toda a camada superficial da nata de cimento. Este processo só poderá ser executado após trinta e seis horas, no mínimo, do término da concretagem.

O “Corte Verde”: processo que consiste na aplicação de um jato de água e ar sob pressão na superfície do concreto, assim que se constatem o início de pega e o endurecimento superficial do concreto.

Caso o resultado deste não se mostre eficiente, deverá ser executado o apicoamento manual conforme o item anterior.

OBS.: Em ambos os processos. O aspecto final do substrato de concreto deverá estar com a nata de cimento removida e os agregados firmes e aparentes em 33% (trinta por cento) da sua extensão, em profundidade.

As bordas da face de todas as juntas expostas deverão ser cuidadosamente acabadas, em alinhamento e greide.

Quando o lançamento do concreto for interrompido por razões de emergência, as juntas de construção deverão ser localizadas conforme determinação da FISCALIZAÇÃO. Deverão ser tomadas providências para proporcionar interligação com a camada seguinte, abrindo as fôrmas, quando necessário, e procedendo ao tratamento indicado a seguir:

- remoção da camada superficial na junta do concreto paralisado (mínimo de 9.0 cm). Em superfícies planas, deixar o concreto apicoado a 90°, removendo assim, o volume de concreto com excesso de ar incorporado e com vibração deficiente.
- o aspecto final da superfície deverá ser idêntico ao especificado no tratamento do item anterior.

A seqüência de concretagem só será executada sob a aprovação da FISCALIZAÇÃO.

Ao se lançar concreto novo sobre concreto já endurecido da etapa anterior deverão ser observados:

- intervalo de tempo não inferior a setenta e duas horas; e a superfície da junta deverá estar tratada conforme a metodologia aqui explicada;
- superfície da junta, as armaduras e as fôrmas deverão ser lavadas com jato de água limpa sob processo;

- substrato de concreto da junta deverá estar saturado com superfície seca; condição que deverá ser mantida durante todo o período da concretagem;
- não poderá haver água empoçada na superfície da junta por ocasião da concretagem;
- o lançamento do concreto deverá ser executado de modo contínuo, de junta a junta.

É proibida a aplicação de argamassa ou qualquer outro material ou produto na junta precedendo a concretagem.

#### 3.7.3.5.8 ACABAMENTO SUPERFICIAL

O acabamento do concreto fresco deverá ser feito com réguas de madeira apoiadas nas guias-mestras e em seguida provido um acabamento final com desempenadeira de madeira.

Nas cúpulas dos reservatórios deverá ser executado um acabamento superficial por aplicação de uma mistura de cimento, areia, água e aditivo polimérico (PVA ou acrílico), com espessura máxima de 0,5 cm. Este acabamento deverá ser executado em conjunto com o desempenho do concreto fresco. Em hipótese alguma será permitido o uso de revestimento de argamassa (chapisco e emboço) no concreto endurecido.

Todas as superfícies de concreto deverão ter acabamento liso, limpo e uniforme e apresentar a mesma cor e textura das superfícies adjacentes. Concreto poroso e defeituoso deverá ser retirado e refeito, em conformidade com as determinações da FISCALIZAÇÃO.

Nenhum serviço de reparo deverá ser levado a cabo sem que a superfície aparente da concretagem tenha sido anteriormente inspecionada pela FISCALIZAÇÃO. Todos os reparos deverão ser efetivados no prazo estabelecido pela FISCALIZAÇÃO.

Nas superfícies, a critério da FISCALIZAÇÃO, poderá ser feito o acabamento por fricção, o qual será executado com pedra de carborundo, de aspereza media, esmerilhando as superfícies previamente umedecidas, até se formar uma pasta. A operação deverá eliminar os sinais deixados pela fôrma, partes salientes e irregularidades. A pasta formada pela fricção deverá, em seguida, ser cuidadosamente varrida e retirada.

Fica proibida a execução de argamassa ou de qualquer outro tipo de revestimento em estruturas concebidas em concreto aparente, sobretudo em estruturas hidráulicas.

#### 3.7.3.6 JUNTAS DE DILATAÇÃO

As juntas de dilatação deverão ser construídas nos pontos e com as dimensões e detalhes indicados nos desenhos.

As juntas abertas deverão ser colocadas nos pontos designados pelos desenhos e serão formadas pela colocação e posterior remoção de gabarito de madeira ou outro material apropriado.

Os gabaritos deverão ser construídos de maneira a permitir sua remoção sem danificar os serviços executados.

As juntas cheias deverão ser feitas com materiais de enchimento que, por sua vez seguirão Os requisitos estabelecidos nos desenhos.

Deverão ser seladas todas as juntas de dilatação nos pontos indicados nas plantas. Antes da colocação do material selante, as juntas deverão estar completamente limpas, isentas de partículas, fragmentos de concreto, pó ou outros materiais estranhos.

Os salpicos de concreto no espaço da junta deverão ser removidos. A junta deverá estar seca antes da aplicação do material de vedação.

O vedador da junta deverá ser preparado e colocado de acordo com as instruções do fabricante, com o equipamento prescrito por este. Qualquer material indevidamente misturado, ou cuja pega se inicie antes da colocação nas juntas, será rejeitado, ficando a cargo da CONTRATADA as despesas correspondentes a reposição.

Completado o serviço, as juntas deverão efetivamente vedar a infiltração de água ou de umidade.

O eventual desnível do material de vedação não poderá exceder a 3 mm em relação a superfície do concreto adjacente.

Nos pontos indicados pela FISCALIZAÇÃO, a junta deverá ser analisada e nivelada, cortando-se todos os excessos do material selante após a aplicação.

Todo e qualquer material selante que não aderir ou não ligar com a superfície do concreto da junta deverá ser removido imediatamente e substituído por outro.

Todos os mata-juntas do tipo “Fungenband” deverão ter suas emendas soldadas a quente, conforme recomendado pelo fabricante e atendidas as normas pertinentes da ABNT.

Em peças onde a junta esteja posicionada horizontalmente, suas abas deverão ser levantadas, e o concreto fresco, lançado sob elas de modo a não aprisionar ar e garantir perfeita aderência do perfil ao contato.

#### 3.7.3.7 APARELHOS DE APOIO

Os aparelhos deverão obedecer rigorosamente aos desenhos do projeto quanto as dimensões do elastômero e das chapas de aço, bem como quanto a localização. Deverão ser assentados sobre superfície horizontal lisa e completamente limpa.

No mínimo cinquenta dias da instalação dos aparelhos, estes deverão já se encontrar no canteiro da obra para serem submetidos a apreciação da FISCALIZAÇÃO, a qual definirá os ensaios a serem realizados.

Os aparelhos deverão satisfazer as condições estipuladas na NBR-9783.

### 3.7.3.8 ACEITAÇÃO DA ESTRUTURA

#### 3.7.3.8.1 CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO

Para efeito de aceitação da estrutura, no tocante a resistência a compressão do concreto, será adotado o controle Segundo o especificado no item 15 da NBR 6118 da ABNT.

#### 3.7.3.8.2 TESTE DE ESTANQUEIDADE

O teste de estanqueidade de estruturas hidráulicas será realizado em duas etapas:

##### 3.7.3.8.2.1 ANTES DA EXECUÇÃO DA IMPERMEABILIZAÇÃO

O reservatório deverá ser cheio com 1,00 m de coluna d'água para a primeira fase dos testes. Os testes de estanqueidade e recalque deverão ser aplicados, respectivamente nas varias fases de enchimento que deverão ser feitos de metro em metro até se atingir o nível d'água máximo previsto para o reservatório.

O tempo mínimo para enchimento ou esvaziamento das estruturas deverá ser de quarenta e oito horas.

Atingido o nível máximo de projeto, este deverá ser mantido por dez dias consecutivos. Durante esse período deverão ser feitas medidas diárias dos recalques diferenciais.

O nível da água interno deverá ser medido diariamente, e verificadas as saídas de drenagem. A estrutura deverá ser mantida sob permanente observação quanto ao comportamento estrutural, estanqueidade do concreto, estanqueidade do sistema hidráulico e recalques.

Eventuais vazamentos deverão ser mapeados para futura transferência interna e localização dos pontos com anomalia.

Executar os reparos, nos locais identificados, de acordo com o especificado anteriormente.

Executar novo teste de estanqueidade. O ciclo reparos-teste de estanqueidade deverá ser repetido tantas vezes quantas forem necessárias. Toda a água para enchimento a partir do segundo ciclo, inclusive, correrá por conta da CONTRATADA.

Quando a estrutura estiver estanque, executar a impermeabilização, se especificada. Pequenos vazamentos, a critério da FISCALIZAÇÃO, poderão ser sanados com a execução de impermeabilização.

##### 3.7.3.8.2.2 APÓS A EXECUÇÃO DA IMPERMEABILIZAÇÃO

Após a execução da impermeabilização deverá ser executado novo teste de estanqueidade. Para efeito de aceitação final a estrutura deverá estar totalmente estanque e estável.

#### 3.7.3.8.3 VERIFICAÇÃO DE RECALQUES VERTICAIS

Para essa verificação deverão ser colocados pinos de bronze fixos nos pontos onde se queiram medir os recalques, tanto internos como externos a estrutura.

Através de visada com aparelhos topográficos, no início e fim de cada fase de enchimento, serão observadas e anotadas as variações diferenciais de nível dos pinos.

#### 3.7.3.8.4 RECEBIMENTO DA ESTRUTURA

A estrutura será aceita quando atender ao item 16 da NBR-6118, e aos itens 10.5.9.2 e 10.5.9.3 desta Especificação.

### 3.8 ASSENTAMENTO

#### 3.8.1 ASSENTAMENTO DE TUBULAÇÃO

A execução de serviços em redes de água e lodos deverá atender os projetos e determinações da FISCALIZAÇÃO, levando-se em conta o cumprimento do cronograma e programação dos trabalhos preestabelecidos.

O tipo de tubo a ser utilizado será o definido em projeto. Na execução dos serviços deverão ser observadas, além destas especificações, as instruções dos fabricantes, normas da ABNT e outras aplicáveis.

Apesar de que a maioria destes serviços serão executados em área interna ao lote, para os eventuais serviços executados em públicas deverão ser observados os aspectos relativos à segurança dos transeuntes e veículos, bem como os locais de trabalho deverão ser sinalizados, de modo a preservar a integridade dos próprios operários e equipamentos utilizados.

Deverão ser definidos e mantidos acessos alternativos, evitando-se a total obstrução de passagem de pedestres e/ou de veículos.

O assentamento da tubulação deverá seguir paralelamente a abertura da vala. No caso de lodos, deverá ser executado no sentido de jusante para montante, com a bolsa voltada para montante. Nas tubulações de água, a bolsa, preferencialmente, deverá ficar voltada contra o fluxo do líquido.

Sempre que o trabalho for interrompido, o último tubo assentado deverá ser tamponado. A fim de evitar a entrada de elementos estranhos.

A descida dos tubos na vala deverá ser feita cuidadosamente, manualmente ou com o auxílio de equipamentos mecânicos. Os tubos deverão estar limpos, desimpedidos internamente e sem defeitos. Cuidado especial deverá ser tomado com as partes de conexões (ponta, bolsa, flanges e etc), contra possíveis danos na utilização de cabos e/ou de tesouras.



Na aplicação normal dos diferentes tipos de materiais deverá ser observada a existência ou não de solos agressivos a tubulação e as dimensões mínimas e máximas de largura das valas e recobrimentos definidos pelo projeto e pela FISCALIZAÇÃO.

O fundo da vala, em terreno seco onde não haja rocha deverá ser uniformizado e rebaixado a fim de que a tubulação se assente em todo o seu comprimento. Outros tipos de preparo de base para assentamento, assim como os sistemas de ancoragem serão de acordo com o especificado no Capítulo Fundações e Estruturas.

Especial atenção será dada à necessidade de escoramento da vala, bem como sua drenagem.

Os tubos deverão ser assentados alinhados. No caso de deflexões verticais e horizontais no ponto de conexão dos tubos, deverão ser respeitadas as tolerâncias admitidas pelo fabricante.

Nos itens a seguir estão descritos os procedimentos para execução dos diversos tipos de juntas, de acordo com o tipo de tubo. São instruções básicas que, a critério da FISCALIZAÇÃO, poderão sofrer pequenas modificações na forma de execução.

#### 3.8.1.1 TUBO DE FERRO FUNDIDO COM JUNTA FLANGEADA

A junta de flanges é constituída por dois flanges, que comprimem uma arruela de borracha ou amianto grafitado (dependendo da classe), através de parafusos com porcas, em quantidade que depende do diâmetro nominal da tubulação e da pressão de serviço.

Os flanges, quando verticais, deverão ser posicionados de maneira que os dois furos consecutivos inferiores fiquem no mesmo plano horizontal.

Os flanges, quando aplicados a derivações verticais superiores, deverão ser cuidadosamente horizontalizados. Neste caso, o plano vertical que contém o eixo do tubo-base deverá passar pelo centro do flange e a igual distância de dois furos consecutivos.

Para sua montagem, observar os seguintes preceitos:

- limpar as faces dos flanges, eliminando todos os resíduos;
- alinhar os tubos e dispor os furos dos flanges uns em frente aos outros, não sendo admitida deflexão de nenhuma ordem;
- introduzir a arruela de vedação entre os flanges e colocar os parafusos com as porcas;
- apertar gradual e sucessivamente os parafusos diametralmente opostos.

#### 3.8.2 MONTAGEM DE PEÇAS ESPECIAIS

Constituem peças especiais as fornecidas sob desenho de fabricação e que requerem somente o posicionamento e o ajuste de montagem.

Seu posicionamento será executado dentro das tolerâncias de projeto, relativas a cotas, locações e nivelamento.

Para a montagem das peças especiais, deverão ser executados cortes de ajuste e biséis na miscelânea e nos tubos de acoplamento.

Durante a montagem das peças especiais em ambiente dotado de tampões removíveis, deve-se tomar cuidado de retirá-los para permitir saída dos gases aí formados. Serão recolocados após a conclusão da montagem ou quando a FISCALIZAÇÃO assim o exigir.

Nos locais onde for necessário executar corte na linha instalada, a fim de se inserir peça especial ou conjunto de peças, deverão ser obedecidas as seguintes disposições:

- certificar-se, por todos os meios a disposição das dimensões definidas do trecho a ser cortado, inclusive, se necessário, com pré-montagem dos elementos;
- executar limpeza cuidadosa do revestimento no trecho a ser cortado interna e externamente;
- proteger os trechos do revestimento que não devem ser danificados;
- marcar o primeiro corte 20 mm mais curto e ligeiramente oblíquo, no sentido que mais facilite a retirada da peça;
- executar o corte definitivo nas duas pontas livres, com as devidas folgas para execução o dos biséis;
- realizar nova limpeza, inspecionar e executar os cones dos biséis, para em seguida fazer a montagem;
- observar que no caso de a tubulação não estar devidamente posicionada, que é necessário fazer a devida correção e escora-lá, antes das operações finais de montagem.

### 3.8.3 VEDAÇÃO ENTRE TUBOS E PAREDES DE CONCRETO

Em todas as passagens de tubos de aço ou ferro fundido por paredes de concreto será executada uma vedação, conforme padrão SAE, entre a superfície exterior da parede do tubo e a abertura executada na parede de concreto. O orifício deverá ter diâmetro de 2 cm maior que o diâmetro externo do tubo.

O intervalo será preenchido, de cada lado da passagem, com três voltas de corda alcatroada na parte interior, e na parte exterior com mastique elástico vedante com o qual seria feito o acabamento.

A medida da profundidade da abertura preenchida com o mastique elástico deverá ter no mínimo 3 cm.

A superfície de contato entre o concreto e o mastique e entre o mastique e a tubulação deverá estar o mais regularizada possível e completamente limpa quando da aplicação do mastique para permitir completa aderência.

### 3.8.4 PERDA

Tabela 3.2 - Perda máxima admissível de tubos considerada somente sobre o material aplicado:

TUBO	DIÂMETRO (mm)	PERDA MÁXIMA ADMISSÍVEL SOBRE O MATERIAL EM %		
		REDE NORMAL E ADUTORAS	FECHAMENTO DE MALHA	LIGAÇÕES DOMICILIARES DE ÁGUA
PVC	QUALQUER	1,00	2,00	---
FOFO	50 – 75 – 100	0,75	1,50	---
	150-200 250-300	0,50	1,00	---
	MAIOR 300	0,25	0,50	---
FIBROCIMENTO	QUALQUER	2,00 (ATÉ 2.000m) 1,00 (ACIMA DE 2.000m)	2,00	---
PEAD	QUALQUER	---	---	3,00

Tabela 3.3 - Perda Máxima Admissível de Tubos na Execução de Rede Coletora

TUBO	PERDA MÁXIMA ADMISSÍVEL SOBRE O MATERIAL APLICADO, EM %
CERÂMICO	2,00
FIBROCIMENTO, PVC/POLIÉSTER	1,00
CONCRETO E FOFO	0,50

### 3.8.5 PEÇA E CONEXÃO

As peças de ferro fundido serão de junta elástica, mecânica ou de chumbo. As peças de PVC rígido serão de junta elástica. Na confecção da junta deverão ser obedecidas as especificações do fabricante sendo que, no caso de juntas de chumbo, estas deverão ser confeccionadas com estopa alcatroada e chumbo de pureza no mínimo 99,75%.

As juntas para instalação das peças cerâmicas serão as mesmas especificadas no assentamento.

### 3.8.6 TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO DE TUBOS E PEÇAS

Os tubos e peças fornecidos pela SAE deverão ser retirados de seus depósitos locais e inspecionados pela CONTRATADA, ou por pessoal por ela credenciado.

A partir do manuseio para a retirada, carga e transporte, qualquer dano causado ao material será de exclusiva responsabilidade da CONTRATADA, devendo esta repor qualquer material eventualmente danificado.

Os tubos deverão ser armazenados em depósitos dentro do canteiro de serviços ou, a critério da FISCALIZAÇÃO, dispostos ao longo do caminhamento das valas. A carga e descarga deverão ser efetuadas com o devido cuidado, evitando-se choques, rolamento e, sempre que necessário, utilizando-se meios mecânicos.

### 3.8.7 TESTE E LIMPEZA FINAL

Antes do completo recobrimento da tubulação deverão ser realizados testes para verificação da montagem, acompanhados com supervisão dos trabalhos pela FISCALIZAÇÃO. Quando o nível do lençol freático estiver acima da rede, efetuar teste hidrostático.

Os reparos ou substituições necessários serão assinalados e executados imediatamente. A CONTRATADA deverá dispor de todos os materiais e equipamentos necessários à realização dos testes e/ou reparos.

Caso, ao terminar a montagem, não haja, por qualquer motivo, condições de realizar os testes, a CONTRATADA ficará com a responsabilidade pelos serviços executados até a realização dos testes.

Antes de solicitar o Recebimento técnico provisório da Obra, a CONTRATADA deverá proceder a limpeza da tubulação e de poços de visita, deixando a linha completamente desimpedida de lama, taco de madeira, restos de concreto e de todo elemento que prejudique o escoamento.

Relação de documentos padronizados da ABNT:

- NBR 7362 - Tubo de PVC Rígido de Seção Circular, Coletor de Lodo;
- NBR 7367 - Execução de Redes Coletoras Enterradas de Lodos com Tubos e conexões de PVC Rígido de Seção Circular;

- NBR 7372 - Execução de Tubulações de Pressão de PVC Rígido com junta soldada, Rosqueada ou com Anéis de Borracha;
- NBR 7664 - Conexão de Ferro Fundido com Junta Elástica para Tubo de PVC Rígido DEFOFO, para Adutoras e Redes de Água;
- NBR 7665 - Tubo de PVC Rígido DEFOFO com junta Elástica para Adutoras e Redes de Água
- NBR 5589 - Tubos de aço Carbono Aptos para Rosca NBR 6414, para Usos Comuns na Condução de Fluidos;
- NBR 5587 - Tubo de aço para Condução - Dimensões Básicas;
- NBR 5622 - Tubos de Aço Carbono com Costura Helicoidal para Uso em água, Ar e Vapor de Baixa Pressão em Instalações Industriais;
- NBR 5645 - Tubo Cerâmico para Canalizações;
- NBR 5646 - Elementos Cerâmicos para Execução de Tubulações - Inspeção e Amostragem;
- NBR 5647 - Tubos de PVC Rígido para Adutoras e Redes de Água;
- NBR 5667 - Hidrante Urbano de Incêndio;
- NBR 5680 - Tubos de PVC Rígido - Dimensões;
- NBR 6414 - Rosca Whitworth Gás;
- NBR 6925 - Conexão de Ferro Fundido Maleável para Tubulações - Classe 20;
- NBR 6943 - Conexão de Ferro Maleável para Tubulações - Classe 10;
- NBR 7670 - Conexão de Ferro Fundido Cinzento com Junta Elástica para Tubos de PVC Rígido DEFOFO, para Adutoras e Redes de Água - Tipos e Dimensões;
- NBR 7672 - Anéis de Borracha do Tipo Toroidal para Tubos de PVC Rígido DEFOFO, para Adutoras e Redes de Água - Dimensões e Dureza;
- NBR 7673 - Anéis de Borracha para Tubulações de PVC Rígido para Adutoras e Redes de Água;
- NBR 7675 - Conexão de Ferro Fundido Dúctil;
- NBR 7968 - Diâmetros nominais em tubulações de saneamento nas áreas de rede de distribuição, adutoras, redes coletoras de esgoto e interceptores – Padronização;
- NBR 8889 - Tubo de Concreto Simples de Seção Circular, para Lodos Sanitários;
- NBR 8890 - Tubo de Concreto Armado, de Seção Circular, para Lodos Sanitários;
- NBR 9814 - Execução de Rede Coletora de Lodos Sanitários;
- NBR 10160 - Tampões de Ferro Fundido;
- NBR 8889 - Tubos de Concreto Simples de Seção Circular, para Lodos Sanitários;

- NBR 8892 - Determinado do índice de Absorção de água em Tubos de Concreto Simples ou Armado, de Seção Circular, para Lodos Sanitários;
- NBR 126/89 - Projeto e Execução de Tubulações de Ferro Centrifugado, de Ponta e Bolsa.

### 3.9 FECHAMENTO

A execução dos serviços de fechamento será conforme o projeto arquitetônico e/ou indicações da FISCALIZAÇÃO.

Atenção especial deverá ser dada ao acabamento e padronização dos materiais e serviços, bem como as prioridades na execução.

#### 3.9.1 ALVENARIA

As alvenarias de tijolos comuns deverão utilizar tijolos maciços de argila, de massa homogênea, isenta de fragmentos calcários ou qualquer outro corpo estranho, cozidos, leves, duros e sonoros, não-vitrificados; arestas vivas, faces planas, sem fendas ou falhas, porosidade máxima de 20%.

Os tijolos deverão ser molhados antes do assentamento.

As alvenarias assentadas sobre alicerces ou baldrame deverão ter as duas primeiras fiadas acima do nível do solo assentes com argamassa de cimento e areia traço 1:3 em volume, com adição de impermeabilizante na proporção indicada pelo fabricante. As demais fiadas de paredes não-estruturais deverão ser assentes com argamassa de cal e areia traço 1:3 em volume. As paredes que fizerem parte de estrutura mista deverão ter as demais fiadas assentes com argamassa de cimento, cal e areia no traço 1:2:9 em volume.

Todas as fiadas deverão ser alinhadas, niveladas, prumadas e assentes com juntas de espessura máxima de 1,5 cm, rebaixadas a colher para permitir boa aderência do revestimento.

Todas as alvenarias que repousam sobre vigas contínuas deverão ser levantadas, simultaneamente, em vãos contíguos; as diferenças de altura não deverão ser superiores a 1,00 m.

Nas alvenarias revestidas deverá ser executado encunhamento com uma fiada de tijolos de barro em ângulo de 45°; nas alvenarias aparentes deverá ser executada complementação normal dos panos de alvenarias.

As paredes deverão ser levantadas uniformemente, com amarrações para ligações posteriores e tacos de madeira para fixação de esquadrias e rodapés.

Os vãos superiores a 1m para esquadrias e passagens deverão ter vergas de concreto armado, com apoio mínimo de 25 cm nas extremidades.

O concreto para vergas e cintas deverá ser dosado para resistência característica mínima de 15,0 MPa.

Para formar a espessura definida em projeto, não será permitido cortar os tijolos nem assentá-los com os furos voltados para a face da parede, exceto nas fiadas para amarração.

As alvenarias de blocos de concreto deverão obedecer, no que couber, as disposições prescritas para alvenaria de tijolos.

A argamassa para assentamento de blocos de concreto deverá ser de cimento e areia traço 1:6 em volume. As amarrações com pilares deverão ser com esperas de ferro previamente deixado para este fim durante a concretagem.

Os blocos de concreto estrutural deverão ser assentados em juntas desencontradas, em amarrações ou a prumo, conforme especificado em projeto, de modo a garantir a continuidade vertical dos furos, especialmente para as peças que deverão ser amarradas.

Deverão ser previstas, nos elementos armados, visitas de limpeza para remoção do excesso de argamassa, as quais deverão ser fechadas antes do lançamento de concreto graute, com fôrmas de madeira colocadas na parte externa da parede de bloco estrutural.

### **3.10 REVESTIMENTO E TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE**

Os revestimentos de paredes, forros e os tratamentos deverão ser executados somente após o término e testes das instalações, bem como após a conclusão da cobertura.

Todos os materiais utilizados e sua metodologia de aplicação deverão atender ao prescrito, nesta especificação, nas normas pertinentes, as quais acham-se listadas ao final deste capítulo, e aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

Os pisos só poderão ser executados após estarem concluídas todas as canalizações embutidas, bem como os revestimentos de paredes e tetos.

As superfícies a serem revestidas deverão ser limpas e lavadas a fim de evitar gorduras, vestígios orgânicos e outras impurezas que possam acarretar destacamentos futuros.

#### **3.10.1 REVESTIMENTO DE PAREDES E FORROS**

##### **3.10.1.1 CHAPISCO**

Chapisco é uma argamassa aplicada de forma irregular nas superfícies de alvenaria ou de concreto das paredes, tetos, beirais, vigas e pilares.

O chapisco deverá ser utilizado no máximo em duas horas a partir do primeiro contato da mistura com a água e desde que não apresente quaisquer vestígios de endurecimento.

O excedente de argamassa, que não aderir à superfície, não poderá ser reutilizado, sendo expressamente vedado reamassá-la.

O chapisco fino composto de cimento e areia média no traço 1:3, em volume, deverá ser sempre aplicado antes da execução do emboço para aumentar a aderência nas superfícies.

O chapisco grosso, composto de cimento e areia grossa ou pedrisco, com traço 1:3 em volume e granulometria média de 6 mm, deverá ser utilizado como acabamento de revestimento.

Quando for especificada ou exigida pela FISCALIZAÇÃO a aplicação de chapisco com impermeabilizante hidrófugo, a argamassa deverá ser de cimento e areia no traço 1:2 em volume.

#### 3.10.1.2 EMBOÇO

Emboço é a camada de revestimento aplicada diretamente sobre superfícies previamente chapiscadas e destina-se a receber o acabamento com reboco e outros produtos industrializados.

O emboço deverá ser feito com argamassa de cimento, cal e areia no traço 1:2:6 em volume.

Para facilitar a aderência do emboço, as superfícies deverão ser umedecidas durante a execução dos serviços.

A aplicação do emboço somente será permitida após a cura (endurecimento) completa do chapisco e do embutimento de toda tubulação, conduítes e caixas, previstos para instalações de água, lodo, luz, telefone e gás.

Antes da aplicação do emboço deverão ser executadas guias-mestras de argamassa, de forma a permitir que a superfície emboçada fique totalmente plana e regular com espessura máxima de 20 mm.

A areia a ser utilizada nas argamassas para emboço deverá ser de granulometria média, com diâmetro máximo de 2,4 mm, conforme as especificações da NBR-7211.

Quando a argamassa for preparada com cal virgem, esta deverá ser aplicada somente após a decorrência de, no mínimo, três dias de hidratação da cal.

#### 3.10.1.3 REBOCO

Reboco é a camada com espessura máxima de 5,0 mm, que dá o acabamento dos emboços das paredes, tetos e beirais. Será executado com produtos industrializados.

A superfície deverá ser molhada, antes da execução do reboco.



Os materiais da mescla deverão ser dosados a seco. Deverá ser executada a quantidade de mescla conforme as etapas de aplicação, a fim de se evitar o início de seu endurecimento antes de seu emprego. O excedente de argamassa, que não aderir à superfície, não poderá ser reutilizado.

A argamassa deverá ser utilizada, no máximo, em duas horas após o primeiro contato da mistura com a água e desde que não apresente quaisquer vestígios de endurecimento.

Todas as superfícies a serem rebocadas deverão estar limpas, secas e com o emboço curado (endurecido), não sendo permitida a execução do reboco nas superfícies expostas a chuvas, durante a ocorrência destas.

#### 3.10.1.4 AZULEJOS

Serão de primeira qualidade, com dimensões, tipo e cor definidos no projeto. Serão fixados com argamassa de assentamento traço 1:4, cal e areia, com adição de 110 kg de cimento por m<sup>3</sup> de argamassa ou com cola adesiva sobre a parede previamente preparada com emboço bem-curado (endurecido) e totalmente desempenado. Quando não houver indicação, as juntas deverão ser em nível e prumo, com espessura máxima de 1,5 mm. O rejuntamento com mistura de cimento branco e alvaide deverá ser feito no mínimo setenta e duas horas após o assentamento.

Quando for utilizada argamassa de cimento e areia, antes da aplicação as peças deverão ficar mergulhadas em água limpa por vinte e quatro horas.

Neste caso, a parede deverá ser convenientemente molhada antes da aplicação da argamassa, que depois de preparada deverá ser utilizada, no máximo em duas horas.

Os azulejos serão colocados a partir do teto para que os remates com peças fracionadas fiquem junto ao piso. Os cantos externos verticais deverão ser obrigatoriamente, protegidos por meio de cantoneiras de alumínio, até uma altura mínima de 1,80 m a partir do piso acabado.

Todas as peças e envelopamentos de louças como cabides, saboneteiras etc, deverão ser colocadas paralelamente ao assentamento dos azulejos.

Os azulejos a serem utilizados num mesmo ambiente deverão pertencer ao mesmo lote.

No caso de utilização de cola adesiva para o assentamento do azulejo deverão ser atendidas as orientações do fabricante, respeitando-se a vida útil da mistura.

#### 3.10.2 IMPERMEABILIZAÇÃO E PROTEÇÃO TÉRMICA

Terem por objetivo a estanqueidade da obra, de forma a mantê-la protegida contra qualquer tipo de infiltração de água. A estanqueidade estará assegurada quando forem utilizados materiais impermeáveis adequados e de permanência definitiva.

A impermeabilização deverá ser aplicada apenas em superfícies resistentes, uniformes e perfeitamente secas, sendo obrigatório um mínimo de cinco dias de sol antes do início de seus serviços. Os tipos de impermeabilização são determinados em função da forma de penetração de água. Para efeito desta determinação, deverá ser considerada a penetração de água devido a pressão, percolação e umidade de solo; os tipos de impermeabilização decorrentes poderão ser de concretos e argamassas impermeáveis, membranas asfálticas ou poliméricas, revestimentos e pinturas impermeabilizantes.

A aplicação dos materiais impermeabilizantes, indicados no projeto, deverá seguir as recomendações dos fabricantes e ser feita por pessoal habilitado tomando-se todas as precauções contra intoxicações e infiltração de gases.

Antes do início do trabalho de aplicação da impermeabilização, a superfície deverá estar convenientemente tratada, ou seja:

- cantos e arestas deverão estar devidamente arredondados, conforme normalização própria;
- passagens de emergentes e tubulações através da peça a impermeabilizar deverão estar devidamente tratadas por meio de abertura de canaleta em “U” nas dimensões de 10 mm de profundidade por 20 mm de largura, que será aberta ao longo do perímetro do emergente ou tubulação. Esta canaleta será preenchida com mastique elástico apropriado;
- não será permitida a execução de arremates de sistemas impermeabilizantes em platibandas e/ou outros elementos perimetrais construídos com blocos de concreto ou tijolos furados;
- deverão ser retirados todos os corpos contundentes salientes do concreto;
- a peça deverá estar totalmente limpa, seca e isenta de óleos e graxas.

Todos os materiais a serem utilizados deverão ter prévia autorização.

#### 3.10.2.1 IMPERMEABILIZAÇÃO RÍGIDA COM ARGAMASSA

Não poderá ser utilizada para impermeabilização interna de reservatórios, decantadores ou peças destinadas ao armazenamento de água sob pressão.

A estrutura não poderá apresentar trincas e as existentes deverão ser tratadas conforme o já citado nesta especificação; a superfície deverá apresentar-se limpa, isenta de corpos estranhos, com cantos arredondados e caimento mínimo de 1% em direção aos coletores, quando se tratar de lajes ou vigas-calha.

A argamassa deverá ser confeccionada com aditivo impermeabilizante dissolvido na água, cimento e areia média.

A aderência da argamassa ao substrato deverá ser garantida através de chapisco.

O traço da argamassa deverá ser de cimento e areia na proporção 1:3 em volume; a quantidade de aditivo deverá seguir as recomendações do fabricante.

A aplicação deverá ser feita em três camadas de 10 mm cada, acabada com desempenadeira de madeira.

A cura de argamassa deverá ser constante através de molhagem, e por, no mínimo três dias.

#### 3.10.2.2 IMPERMEABILIZAÇÃO BETUMINOSA

A aplicação e o consume, deverão seguir as recomendações do fabricante.

Quando for usado asfalto “in-natura”, este deverá ser do tipo oxidado, aquecido com temperatura não inferior a 180°C e não superior a 220°C aplicado em, no mínimo, três camadas. A película final resultante deverá ter consumo mínimo de 2 kg/m<sup>2</sup>.

Ocorrendo chuvas entre a aplicação de camadas sucessivas, o serviço deverá ser paralisado. O reinício se dará somente quando a superfície estiver completamente isenta de umidade.

#### 3.10.2.3 IMPERMEABILIZAÇÃO COM FELTRO ASFÁLTICO

Não será permitida a execução dos trabalhos nos períodos de chuva. A temperatura de utilização do asfalto quente será de 180°C a 220°C. O trânsito de terceiros sobre as áreas que estão sendo impermeabilizadas, até que estejam protegidas contra ferimentos mecânicos, será proibido.

A mesma interdição e cuidados devem estar previstos com eventuais trabalhos (balancins etc) realizados acima das áreas de impermeabilização não protegidas.

##### 3.10.2.3.1 EXECUÇÃO DA IMPRIMAÇÃO

A tinta primária de imprimação, de solução asfáltica, deverá ser aplicada a frio, com esfregalho, friccionando muito bem, de forma a remover qualquer poeira residual. Aguardar cerca de dezesseis horas para a perfeita secagem da tinta e prosseguir os serviços.

Consumo: 1500 a 700 g/m<sup>2</sup>.

##### 3.10.2.3.2 EXECUÇÃO DA IMPERMEABILIZAÇÃO

Antes da impermeabilização, os coletores pluviais, os dutos que atravessam as áreas, as juntas de dilatação, os rodapés, os perímetros etc deverão ter recebido as reformas impermeabilizantes necessárias e prévias, aplicadas de forma sobreposta.

Em todas as mudanças de ângulos, as membranas deverão ser aplicadas de forma a resultar um duplo número de membranas.

A impermeabilização deverá ser executada com o número de camadas previstas em projeto, em número nunca inferior a quatro camadas de asfalto entremeadas por três membranas estruturantes de feltro. As camadas deverão ser sobrepostas em 0,15 m uma sobre a outra, desencontrando-se todas as emendas transversais e longitudinais na camada subsequente a anterior.

A aplicação da primeira demão de asfalto oxidado, do tipo II ou III, será feita com esfregalho, distribuindo-o aproximadamente 0,10 m a mais da largura do estruturante e não mais de 1,00 m para frente.

Molhar novamente o esfregalho no asfalto e espalhar outra quantidade sobre o anterior, iniciando-se a colagem da membrana do estruturante na segunda “molhadura”. O esfregalho, sempre contendo asfalto, vai avançando encostado no rolo do estruturante, aquecendo e impregnando-o, também, com o asfalto a quente.

O asfalto deverá formar um pequeno “banque” à frente do rolo do estruturante (feltro), impedindo a criação de vazios, bolsas de ar entre a camada de asfalto e a membrana de feltro.

A medida que o estruturante for sendo desenrolado deverá ser energeticamente friccionado por meio adequado, para completar a perfeita colagem e soltar eventual ar retido. Esse ar deverá ser libertado, furando-se a bolsa enquanto o asfalto estiver quente. Repete-se o mesmo processo nas camadas subsequentes até o número total de membranas especificadas.

Para evitar o tráfego pegajoso, sobre a última demão de asfalto polvilhar pó de cimento, caulim ou outro pó, nunca grânulos contundentes como pedriscos, areia etc.

O consumo mínimo de primeira demão ou camada de asfalto é de 2 kg/m<sup>2</sup>; nas outras demãos deverá ser de 1,5 kg/m<sup>2</sup>.

Nos rodapés, não havendo reentrâncias a serem preenchidas com alvenaria, esta proteção deverá ser estruturada com tela hexagonal galvanizada, ancorada na parte superior e com junta de dilatação de, no mínimo, 20 mm entre os planos vertical e horizontal.

#### 3.10.2.3.3 PROVA DE ESTANQUEIDADE

Conforme os itens constantes nesta especificação.

#### 3.10.2.4 IMPERMEABILIZAÇÃO COMPOSTA POR PASTA DE CIMENTO E POLÍMERO

Este sistema impermeabilizante, quando especificado, será obrigatoriamente aplicado nas faces internas das estruturas hidráulicas.

##### 3.10.2.4.1 PREPARO DA SUPERFÍCIE

Regularizar a superfície, tampando os poros maiores (profundidade maior que 5 mm), preparando-a para receber a impermeabilização, com uma mistura de cimento e areia fina na proporção de 1:2 em volume, aplicada com esponja;

Poros menores (profundidade menor que 5 mm) deverão ser corrigidos com o próprio produto em consistência de pasta e aplicado com desempenadeira de aço. Os cantos vivos devem ser arredondados.

Materiais aderidos ao concreto (nata, argamassa etc) deverão ser removidos.

As trincas devem ser tratadas conforme descrito no capítulo anterior.

As superfícies lisas deverão ser lixadas, lixa grossa ou escovas de aço, e aplicada uma pintura adesiva composta por cimento, areia fina, água e adesivo (componente líquido), precedendo a impermeabilização, na proporção:

- cimento: areia - 4:4;
- água : adesivo - 1:1.

Molhar a superfície do concreto até a saturação.

#### 3.10.2.4.2 PREPARO E APLICAÇÃO DA IMPERMEABILIZAÇÃO

Proceder à mistura do produto, obedecendo à proporcionalidade indicada pelo fabricante, até a total homogeneidade do material.

Aplicar três demãos cruzadas, utilizando brocha, tomando-se os cuidados a seguir:

Aplicar nova demão cruzada, assim que a brocha não arranque (risque) a demão anterior. Caso contrário, se não houver tempo, curar a demão aplicada borrifando água, assim que se note endurecimento superficial da pintura, por um período de doze horas; em seguida encharcar a superfície e aplicar a nova demão cruzada.

Curar a última demão durante doze horas de sua aplicação, molhar o revestimento abundantemente com água por um período de sete dias e colocar a estrutura em carga.

OBS: O consumo mínimo de cimento impermeabilizante deverá ser 1 kg/m<sup>2</sup> demão e do componente líquido de 0,1 kg/m<sup>2</sup>/demão.

#### 3.10.2.5 IMPERMEABILIZAÇÃO COM MEMBRANA APLICADA A FRIO, MOLDADA “IN-LOCO”

##### 3.10.2.5.1 PREPARO DA SUPERFÍCIE

A superfície deverá ser regularizada com argamassa de cimento e areia na proporção 1:3 em volume, com caimento mínimo de 1% em direção aos coletores ou conforme projeto.

##### 3.10.2.5.2 EXECUÇÃO DA IMPERMEABILIZAÇÃO

Aplicar uma demão de “primer” sobre a superfície, conforme orientação do fabricante.

Aplicar, no mínimo, quatro demãos do produto, sempre aguardando a secagem da demão precedente entre a segunda e a terceira demãos deverá ser aplicada uma armadura de reforço de poliéster, lã de vidro ou similar.

#### 3.10.2.5.3 PROVA DE ESTANQUEIDADE

Conforme item constante nesta especificação.

#### 3.10.2.6 PROTEÇÃO MECÂNICA

A proteção mecânica das impermeabilizações será executada conforme as especificações de projeto. Antes da execução da proteção mecânica será obrigatória a execução do teste de estanqueidade.

Obrigatoriamente, a proteção mecânica deverá estar separada da impermeabilização pela aplicação prévia de uma camada separadora (papel “Kraft” betumado duplo, feltro asfáltico ou poliéster).

A proteção mecânica deverá possuir juntas, no mínimo, a cada 15 m².

#### 3.10.2.7 PROTEÇÃO TÉRMICA EM LAJES PLANAS DE COBERTURA

Quando especificada, a proteção térmica deverá ser de um dos três tipos a seguir:

- proteção térmica com agregado leve;
- proteção térmica com concreto celular;
- proteção térmica com poliestireno expandido.

Estes deverão ser definidos pelo projeto, considerando-se as condições de uso da laje em questão.

No caso da proteção térmica ser efetuada com agregado leve ou com concreto celular, esta será aplicada diretamente sobre a impermeabilização previamente protegida por camada de proteção mecânica.

A proteção será sempre aplicada em espessura, formato, densidade, resistência a compressão axial, e com espaçamento de juntas, quando for o caso, definidos em projeto ou a critério da FISCALIZAÇÃO. Caso a opção seja por poliestireno expandido, este deverá ter a maior densidade possível, fixado com adesivo apropriado, de base asfáltica, diretamente sobre a impermeabilização.

A espessura total do isolante deverá ser dividida em, no mínimo, duas camadas de placas isolantes, assentados com ajustes defasados, evitando-se ferimentos na impermeabilização. Sobre

este último isolante térmico será feita camada de proteção mecânica, conforme o item anterior desta especificação.

### 3.10.3 PINTURAS

As superfícies destinadas a receber pintura serão rigorosamente preparadas com a remoção de todos os resíduos, serão emassadas, regularizadas, lixadas, limpas e secas. Este preparo também deverá ser feito quando as superfícies forem totalmente emassadas e aparelhadas com massa corrida, antes do recebimento da pintura.

A pintura deverá ser feita somente após secagem completa da superfície. Todos os elementos que não receberem pintura deverão estar protegidos de quaisquer respingos de tinta. Antes do início de qualquer pintura, o local de trabalho deverá estar limpo e livre de resíduos decorrentes do preparo das superfícies, não sendo permitida a execução simultânea de preparo de superfície e pintura.

O acabamento final da pintura deverá apresentar tonalidade uniforme, devendo aplicar-se tantas demãos quantas necessárias. As tintas deverão ser de primeira linha e estarem condicionadas em embalagens originais dos fabricantes, as cores serão as previstas no projeto.

As pinturas de superfície externas não serão permitidas com tempo chuvoso e úmido. Após ocorrência de chuvas dever-se-á esperar que a superfície esteja totalmente seca para que sejam reiniciados os serviços. Todos os respingos de tintas deverão ser removidos no instante da ocorrência a fim de facilitar a limpeza final da obra.

As pinturas e dissoluções de tintas na obra deverão obedecer às especificações dos fabricantes e sua aplicação dar-se-á somente após a liberação da FISCALIZAÇÃO.

#### 3.10.3.1 PINTURA A CAL

São aplicáveis em superfícies internas e externas devidamente preparadas. As demãos deverão ser executadas em direções cruzadas; nos tetos, a última demão deverá, sempre, ser perpendicular aos vãos de luz.

Para as superfícies excessivamente absorventes, a primeira demão deverá conter óleo de linhaça.

#### 3.10.3.2 PINTURA LÁTEX A BASE DE PVA OU ACRÍLICA

Deverá ser aplicada massa de PVA ou acrílica (massa corrida), para o mesmo tipo de tinta.

Deverá também ser aplicado um líquido selador, sendo este misturado com um pouco de tinta de acabamento, ou corante concentrado.

No caso de pintura exterior, verificar se o produto é indicado para esse fim. Após secagem do fundo, aplicar às superfícies tantas demãos quantas necessárias para um perfeito acabamento, sendo que a FISCALIZAÇÃO deverá exigir, no mínimo, duas demãos de látex espaçadas de pelo menos três horas.

A aplicação deverá ser com trinchinha ou rolo conforme instruções do fabricante.

#### 3.10.3.3 PINTURA A ÓLEO E ESMALTE

A superfície deverá ser preparada e receber uma demão primária de seladora de acordo com o material a ser utilizado. Após secagem da base, deverão ser aplicadas duas a três demãos de tinta a óleo, com espaçamento mínimo de vinte e quatro horas cada uma.

A superfície já pintada deverá ser lixada levemente com lixa d'água e secantes da nova demão. A aplicação deverá ser com trinchinha, rolo ou revólver, conforme instruções do fabricante.

#### 3.10.3.4 PINTURA A VERNIZ

Aplicada para proteção de superfícies de madeira, em uso interno ou externo.

Sobre a superfície previamente preparada, será aplicada a primeira demão de verniz com o uso de “bonecos” de tecido de algodão. Os orifícios deverão ser obturados com massa constituída de verniz, gesso, óleo de linhaça e corante, procurando, na dosagem, obter coloração próxima a da madeira natural.

Após a completa secagem, deverá ser feita uma lixagem até a obtenção de uma superfície totalmente lisa. Aplicam-se mais duas demãos de verniz, aguardando-se os intervalos de total secagem, conforme instruções do fabricante.

#### 3.10.3.5 PINTURA GRAFÍTE

Aplica-se para proteção de peças metálicas, estruturas, postes de iluminação, caixilhos etc.

A superfície deverá ser preparada tomando-se cuidado especial na remoção de ferrugem. Em seguida deverá ser aplicada 1 (uma) demão de fundo anti-corrosivo. Após secagem do fundo, deverão ser aplicadas duas a três demãos de grafite, com espaçamento mínimo de vinte e quatro horas entre cada uma.

A aplicação deverá ser por trinchinha, conforme instruções do fabricante.

#### 3.10.3.6 PINTURA A BASE DE SILICONE



Esta pintura deverá ser aplicada para repelir a água em superfícies de alvenaria, concreto, argamassa e outros materiais que contenham silicatos.

A aplicação deverá ser efetuada somente em superfícies secas; revestimentos novos deverão secar durante 2 duas semanas; não deverá ser aplicado em dia chuvoso, aguardando-se pelo menos três dias após a última chuva.

Deverá ser aplicada uma demão abundante de modo que chegue a escorrer, ensopando a superfície e em paredes destinadas a receber pintura a base de cal ou cimento, a pintura deverá ser executada antes da aplicação do silicone. A aplicação deverá ser por brocha ou revólver, que deverá ter bico largo e pressão baixa para evitar a pulverização, conforme as instruções do fabricante.

#### 3.10.3.7 PINTURA ALUMÍNIO

Recomendada para estruturas e perfis metálicos.

A superfície deverá ser preparada, dando-se especial atenção a eliminação de ferrugem.

Deverá ser aplicada demão primária (seladora), de acordo com o material a ser utilizado.

Após secagem da base, deverão ser aplicadas de duas ou três demãos de tinta alumínio, com espaçamento mínimo de vinte e quatro horas entre cada uma.

A aplicação deverá ser com trincha ou revólver seguindo as instruções do fabricante.

#### 3.10.3.8 PINTURA ANTIFERRUGINOSA OU PRIMER

Será aplicável em superfícies metálicas previamente lixadas, livres de ferrugens e rebarbas de soldas. O lixamento deverá ser feito com lixa de ferro umedecida em querosene para facilitar a remoção da ferrugem. A pintura deverá ser feita imediatamente após a limpeza.

A pintura antiferruginosa deverá receber as correções e retoques que forem necessários, antes da pintura definitiva de acabamento. As superfícies zincadas ou galvanizadas, como calhas, rufos, condutores etc; deverão ser pintadas com “primer” (a base de cromato de zinco), antes de receberem a pintura de acabamento, óleo, esmalte etc.

OBS.: A pintura de tubulações e acessórios nas estações de tratamento, de recalque e reservatórios, além da proteção anticorrosiva, deverá atender a estética e padronização de cores, conforme normas em vigor.

#### 3.10.4 NORMAS PERTINENTES

Todos os materiais citados nesta especificação deverão atender as condições exigidas nas normas relacionadas a seguir.

- NBR - 9227 - Vêu de fibra de vidro para impermeabilização;
- NBR - 9228 - Feltro asfáltico para impermeabilização;
- NBR - 9229 - Manta de butil para impermeabilização;
- NBR - 9396 - Elastômeros em solução para impermeabilização;
- NBR - 9690 - Mantas de Polímeros para impermeabilização;
- NBR - 9910 - Asfaltos oxidados para impermeabilização;
- NBR - 9952 - Mantas asfálticas com armadura para impermeabilização;
- EB - 634 - Materiais asfálticos para impermeabilização na construção civil;
- NBR - 5732 - Cimento Portland Comum – Especificação;
- EB - 301 – Azulejo;
- NB - 796 - Assentamento de Azulejos;
- NB - 1069 – Execução de piso com revestimento cerâmico;
- NBR - 7211 - Agregados para Concreto;
- EB - 229 - Agregado leve para concreto isolante térmico.

### 3.11 INSTALAÇÕES PREDIAIS

As instalações deverão ser executadas de acordo com os respectivos projetos e normas da ABNT e por profissionais devidamente habilitados. As instalações deverão ser executadas com acabamento perfeito isentas de quaisquer defeitos que possam influir no seu funcionamento. As tubulações, aparelhos e equipamentos aparentes deverão ser bem fixados e protegidos contra acidentes e ações de pessoas não-habilitadas e estranhas ao ambiente.

#### 3.11.1 INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E SANITÁRIAS

Toda a rede de água será em materiais normalizados obedecendo ao disposto nas especificações da ABNT. Os registros de pressão e gaveta, bem como válvulas de bóia e de retenção, serão de bronze.

Os ramais de distribuição deverão apresentar uma declividade mínima de 2% no sentido do escoamento natural, a fim de facilitar a limpeza e desinfecção. Durante a execução dos serviços, as extremidades livres das tubulações, deverão ser vedadas com bujões, plug ou tufos de madeira, para evitar obstrução.

Os ramais horizontais das canalizações sobre lajes de cobertura deverão ser apoiados sobre o lastro contínuo de tijolos assentes com argamassa de cal e areia.

As tubulações somente poderão ser embutidas em estrutura de concreto armado quando for previsto no projeto estrutural. A pressão de teste será prescrita, cada vez, a critério da FISCALIZAÇÃO, sendo no mínimo de 1,5 vez a de operação. A duração do teste será, no mínimo, de cinco horas.

As juntas dos tubos deverão apresentar perfeita estanqueidade os cones dos tubos serão em seção reta; o rosqueamento deverá ser feito somente na parte coberta pela conexão.

A tubulação de lodos deverá ser assentada de forma que os tubos fiquem com a bolsa voltada para o lado contrário ao da direção do escoamento, obedecendo às declividades mínimas definidas. Os ramais em paredes ou pisos rebaixados, em nenhuma hipótese, poderão ser envolvidos com concreto. Caso necessário, deverão ser executadas caixas e reentrâncias para abrigo dos tubos. As aberturas nas estruturas de concreto para passagem de tubos deverão ser preenchidas com tacos ou buchas antes da concretagem. Nenhum esforço estrutural deverá ser transmitido à tubulação. A rede coletora de lodos sanitários, enterrada no solo, no interior ou externamente aos prédios, será feita com tubos de PVC e/ou manilhas de cerâmica vidrada.

As tubulações enterradas serão apoiadas sobre lastro de concreto magro, lançado sobre base apiloada e deverão correr em linha reta. As valas só poderão ser fechadas após verificação das juntas, declividade, apoios e estanqueidade. Quanto, na parte externa dos prédios, a tubulação for enterrada deverá correr a uma profundidade mínima de 1 m em relação ao nível da rua. Os aparelhos deverão ser instalados de forma a permitir fácil remoção e limpeza, não sendo permitido o uso de conexão com ângulo reto. A ligação de qualquer aparelho em ramal de lodo ou de descarga deverá ser feita por intermédio de sifão ou caixa sifonada com grelha; as águas de lavagem de piso e de chuveiros serão escoadas para ralos de caixas sifonadas. Os sifões deverão ser do tipo ajustável, de PVC, material cerâmico ou de ferro fundido e serão localizados sempre nos extremos dos ramais.

O tubo ventilador deverá ser ligado sempre acima do eixo da tubulação horizontal, até 15 cm acima da extremidade mais alta, sendo permitido um desvio da posição vertical do tubo ventilador em relação ao tubo horizontal de até, no máximo, 45°. A ventilação deverá ser eficiente, de forma que nenhum resíduo de gás fique no recinto. A transposição do tubo ventilador nos telhados deverá ser vedada de forma a não permitir a infiltração de água.

Os aparelhos sanitários deverão ser constituídos de material cerâmico vitrificado, sob todos os aspectos da melhor qualidade e sem defeitos, bem como satisfazer as exigências das prescrições NBR-6498, NBR-6499, NBR-6500 da ABNT.

Em locais desprovidos de rede pública de coleta de lodos, será obrigatório o uso de fossas sépticas. Deverão ser localizadas de forma a facilitar futura conexão com a rede pública, terem

fácil acesso para limpeza, com afastamento mínimo de 20 m de qualquer manancial; e não poderão comprometer a estabilidade de edificações adjacentes.

Os sumidouros serão ligados às fossas e deverão ter no mínimo 1,20 m de diâmetro e 2 m de profundidade. A parede interna será revestida com tijolos assentados em forma de gradil e o fundo deverá ficar no mínimo 1 m acima do lençol freático. A distância mínima permitida entre o poço e qualquer manancial será de 20 m.

A colocação e a fixação dos aparelhos sanitários deverá ser executada conforme as locações indicadas no projeto, ou definidas pela FISCALIZAÇÃO.

### 3.11.2 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS E EXTERNAS

Os serviços a serem executados deverão atender aos projetos específicos. A execução deverá ser esmerada, de bom acabamento, e de acordo com as normas da Companhia Concessionária local, além de obedecer às recomendações e prescrições das firmas fornecedoras dos materiais e equipamentos especializados.

Todos os condutores eletrodutos e equipamentos serão cuidadosamente instalados e firmemente ligados à estrutura de suporte e aos respectivos pertences, formando um conjunto mecânico e eletricamente satisfatório, e de boa aparência, além do que todo equipamento deverá ser fixado firmemente ao local em que deve ser instalado, prevendo-se meios de fixação ou suspensão condizentes com a natureza do suporte e com o peso e as dimensões do equipamento considerado.

A entrada, quando em baixa tensão, será normalmente aérea. A medição será feita de acordo com as normas da Concessionária local, a prova de tempo, com espaço para Abrigar O Medidor, Com Visor E Dispositivo Para Lacre, E Também Espaço Para As Bases - fusíveis do tipo Diazed e chaves gerais.

Na distribuição de energia será adotado o seguinte critério:

- distribuição monofásica em 127 V com neutro, para os circuitos de tomadas e de lâmpadas incandescentes;
- a distribuição monofásica em 220 V sem neutro, para os circuitos de lâmpadas fluorescentes e iluminação em vapor de mercúrio.

Os eletrodutos deverão ser aparentes ou embutidos em lajes e alvenaria, conforme indicação em projeto.

As chaves de proteção dos circuitos serão do tipo QUICK-LAG unipolares para os circuitos em 127 V e bipolares (conjugados) para os circuitos de 220 V.

Os eletrodutos rígidos deverão ser inclinados na direção da drenagem, com declividade mínima de 10 cm em 10 m.

Durante a montagem, todas as extremidades de eletrodutos deverão estar obturadas.

Após a instalação, os eletrodutos serão limpos ou desobstruídos.

Completados os cursos de eletrodutos, suas extremidades serão fechadas com tampões ou plugues que só serão retirados para inspeção, ou testes, antes da instalação dos condutores.

Serão rejeitados todos os eletrodutos que se apresentem fendilhados ou com redução de secção.

As ligações dos eletrodutos metálicos a caixas ou quadros serão executadas por meio de buchas ou arruelas, bem como de modo a estabelecer continuidade do sistema elétrico.

Os eletrodutos serão etiquetados em todos os terminais, caixas de ligações ou de passagem, por meio de rótulos permanentes, não-ferrosos. As amostras dos rótulos, com sua marca correspondente e modo de fixação serão apresentadas para aprovação da FISCALIZAÇÃO.

Todas as deflexões dos eletrodutos serão executadas com condutes, ou caixas apropriadas, e as extremidades dos eletrodutos, quando não rosqueadas diretamente em caixas ou conexões, deverão ser providas de buchas rosqueadas.

Caixas e condutes deverão ser montados de acordo com as normas, obedecendo-se ainda as instruções dos fabricantes. Qualquer furo no concreto, necessário para passagem da tubulação, só poderá ser executado após autorização da FISCALIZAÇÃO.

Os eletrodutos embutidos a serem empregados serão pretos rígidos do tipo pesado. Quando estes sejam embutidos em concreto, deverão ser colocados sobre a ferragem positiva e bem amarrados, de modo a evitar seu deslocamento e deformação na concretagem, devendo, ainda, ser fechadas as caixas e bocas dos eletrodutos, com peças apropriadas para impedir a entrada de argamassa ou de nata de cimento durante a concretagem.

A colocação de eletrodutos embutidos em peças estruturais de concreto, deverá ser feito de modo que não fiquem sujeitos a esforços. Nas juntas de dilatação, o eletroduto deverá ser seccionado, garantindo-se sua continuidade elétrica e estanqueidade.

Estão referidos como caixas, para fins desta especificação, os botões interruptores, caixas de passagem, caixas de junção, caixas de tomada, painéis de distribuição, painéis de iluminação e outros invólucros completos ou parciais, não mencionados nominalmente de outro modo nestas especificações. Quando se tornar necessário remover o conteúdo das caixas, para sua instalação apropriada, ou quando elas forem separadas de seus respectivos conteúdos, estes serão recolocados e instalados em seus invólucros, antes que a instalação seja considerada completa.

As caixas embutidas no concreto deverão ser fixadas firmemente as fôrmas e ancoradas no concreto. Deverão ser firmemente compostas, antes da concretagem. Deverão ser removidas e reajustadas todas as caixas não apropriadamente instaladas ou sempre que exigido pela FISCALIZAÇÃO.

As caixas deverão ser localizadas de modo que a tampa e as aberturas sejam facilmente acessíveis. Deverão ser instalados, ligados e testados, todos os fios e cabos isolados, necessários para os sistemas de energia, controle e iluminação, incluindo a instalação de conectores, juntas e materiais para emendas, garras e calços, etiquetas de identificação e outros materiais necessários para se efetuar uma instalação completa e pronta para operação.

Toda e qualquer enfição só será executada depois de concluídos todos os serviços de acabamento e impermeabilização. O isolamento dos condutores deverá trazer a marca do fabricante, e cada condutor terá isolamento colorido, como segue:

- FASE A: Preto;
- FASE B: Vermelho;
- NEUTRO: Branco.

### **3.12 INSTALAÇÕES DE PRODUÇÃO**

A execução da obra deverá obedecer integral e rigorosamente aos projetos, memoriais, detalhes fornecidos, as normas especificações e métodos aprovados, ou em fase de projeto da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e relacionadas direta ou indiretamente com a obra, são parte integrante do presente capítulo.

Este capítulo fixa e estabelece as condições e requisitos técnicos que deverão ser cumpridos pela CONTRATADA no tocante a:

- execução de serviços por seus próprios meios;
- execução de trabalhos especializados por terceiros, mediante prévia aprovação da FISCALIZAÇÃO, supervisão e responsabilidade direta da CONTRATADA.

Quando não for citada a norma a ser seguida e inexistirem normas brasileiras, ficara a critério da FISCALIZAÇÃO a sua indicação.

A estocagem dos materiais ou equipamentos deverá ser de forma que as superfícies de apoio seja a maior possível e, coincidentemente, nas áreas de maior resistência mecânica às deformações.

As partes não-revestidas não deverão entrar em contato com o solo, recomendando-se a construção de berços de madeira ou sacos de areia. Cuidados especiais deverão ser tomados para

manter a integridade dos revestimentos, pinturas e elementos não-metálicos, sempre em consonância com as recomendações dos fabricantes.

Todo o material e equipamento deverão ser protegidos contra as intempéries e, guardadas as diferenças cabíveis, os mesmos cuidados deverão ser tomados para as estocagens temporárias nos locais de montagem.

Na montagem, os equipamentos deverão ser fixados provisoriamente, quando houver risco de deslocamentos acidentais, até as instalações definitivas. Como regra geral, deverão ser removidos, após a fixação ou acoplamento definitivo, todas as peças e dispositivos de fixação provisória, salvo menção em contrário da FISCALIZAÇÃO.

A FISCALIZAÇÃO poderá impugnar, a seu critério, os equipamentos mecânicos da CONTRATADA que sejam inadequados e impróprios às condições de montagem. Somente em casos especiais e com a devida autorizações poderão ser utilizadas pórticos com talhas, tripés e outros acessórios deslocáveis, estes do tipo operados manualmente.

### 3.12.1.1 COMPORTAS

#### 3.12.1.1.1 STOP-LOG

Na montagem das comportas deverão ser obedecidas as seguintes considerações:

- colocação, posicionamento e fixação das guias de acordo com os projetos;
- alinhamento e nivelamento das guias e armações antes do concreto secundário, através de calços de ajustagem etc.;
- verificação de folga e alinhamento da comporta junto a soleira dentro do previsto pelo projeto, para permitir a estanqueidade desejada;
- logo após a concretagem secundária, verificar se a condição expressa nos (tens anteriores acima não foram alterá-las e corrigir, se necessário).

A colocação da comporta tipo “stop-log” deverá ser feita por meio de equipamento adequado (guindaste, guincho ou talhas em pórtico).

Após a colocação, deverão ser procedidos os ajustes necessários, a fim de que as folgas previstas pelo fabricante sejam atendidas obtendo a estanqueidade desejada.

Testar sem carga, movimentando várias vezes para verificar o deslizamento tranquilo nas guias.

Testar com carga para avaliar se os vazamentos encontrados estão dentro dos parâmetros previstos pelo fabricante ajustando-os, se necessário.

#### 3.12.1.1.2 DESLIZANTE

Antes do posicionamento do quadro da comporta, no local indicado pelo projeto, deverá ser feita uma preparação inicial do local levando-se em conta as dimensões mínimas requeridas para a concretagem secundária, as condições da armadura deixada na concretagem primário, o comprimento dos chumbadores do quadro e mancais intermediários assim como a distância mínima que o quadro deverá ficar do piso.

A profundidade da concretagem secundária deverá ser de no mínimo 50 mm além da ponta do chumbador a ser engastada e de no mínimo 50 mm das laterais do quadro.

A armadura de espera deverá dar condições de fixação dos chumbadores para seu posicionamento.

A parte inferior do quadro deverá ficar a uma distância mínima de 75 mm do piso externo do local onde será instalada a comporta.

Observadas estas condições, o conjunto deverá ser pré-montado, alinhado, nivelado e os chumbadores secos e fixados na armadura do concreto primário.

É importante que a fixação seja rígida para evitar deslocamento do conjunto quando da execução das fôrmas para a concretagem secundária e durante esta.

Logo após a concretagem, verificar se as condições de alinhamento e nivelamento não foram alteradas e corrigir, se necessário.

Isto feito deve-se proceder a fixação dos mancais intermediários e a base do pedestal de acionamento.

O pedestal de acionamento e sua respectiva haste deverão estar perfeitamente nivelados e alinhados para evitar esforços laterais na gaveta durante os movimentos de abertura e fechamento.

As guias deverão ser limpas e lubrificadas e a comporta deverá ser acionada repetidamente, sem carga, para os ajustes necessários. Novos ajustes deverão ser feitos em carga, este visando a estanqueidade do sistema, porém respeitando a tolerância de vazamento especificada para este tipo de comporta.

### 3.12.2 MONTAGEM MECÂNICA DE TUBULAÇÕES E PEÇAS

#### 3.12.2.1 CONEXÕES DE JUNTA MECÂNICA

Para a conexão do tipo junta mecânica deverão ser feitas as seguintes verificações preliminares:

- limpeza da bolsa, contra-flange e ponta do tubo a serem conectados;
- verificar a existência de cortes ou deformação permanentes no anel de borracha;
- dimensões e condições de rosqueamento, porca/parafuso.



Colocar o contraflange e o anel de borracha na ponta do tubo, observando o sentido correto deste último.

Introduzir a ponta, deixando entre ela e o fundo da bolsa um espaço de 10 mm.

Encaixar o anel no alojamento interior da bolsa, encostar o contra-flange e colocar os parafusos.

Apertar inicialmente os parafusos para a acomodação do anel de vedação, seguindo de apertos progressivos sempre em parafusos diametralmente opostos.

#### 3.12.2.2 CONEXÕES DE JUNTA ELÁSTICA

Para a conexão do tipo junta elástica deverão ser feitas as seguintes verificações preliminares:

- limpeza da bolsa e ponta do tubo a serem conectados;
- verificar a existência de cortes ou de formações permanentes no anel de borracha.

Colocar no alojamento interior da bolsa o anel de borracha, observando o seu lado correto.

Aplicar o lubrificante recomendado pelo fabricante na ponta do tubo, numa extensão de aproximadamente 160 mm.

Mantendo o alinhamento e nivelamento, introduzir na bolsa do outro tubo ou peça até encostar no anel de borracha, verificando se a ponta está bem centrada.

Forçar a ponta do tubo na bolsa até atingir uma marca a ser feita preliminarmente e que garanta uma folga de 10 mm entre a ponta e o fundo da bolsa.

Para tubos com até 100 mm de diâmetro os serviços de conexão deverão ser executados manualmente ou com o auxílio de uma alavanca. Nos diâmetros de 150 a 300 mm, utilizar-se-á uma ferramenta tipo TIRFOR com capacidade de 1.600 kgf.

Nos tubos com 350 a 600 mm de diâmetro, utilizar-se a o TIRFOR com capacidade de 3.500 kgf, sendo que acima deste diâmetro deverão ser utilizados dois TIRFOR com capacidade de 3.500 kgf.

Não será permitida a utilização de equipamentos acionados mecânica ou eletricamente para os serviços de conexão junta elástica.

Após a conexão executada, suportações, apoios ou travamentos deverão ser feitos nos tubos ou peças para que se mantenha a centralização garantida inicialmente.

#### 3.12.2.3 CONEXÕES FLANGEADAS

Os flanges, quando verticais, deverão ser posicionados de maneira que os dois eixos dos furos superiores fiquem no mesmo plano horizontal.

Quando os flanges forem instalados na posição horizontal, o plano vertical que contém o eixo do tubo base deverá passar pelo centro do flange e a igual distância de dois furos consecutivos.

Antes de executar a conexão deverão ser observados os itens seguintes:

- limpar externa e internamente as faces dos flanges com solventes;
- retirar, por processo manual ou mecânico, qualquer resíduo estranho ou provenientes de oxidação que estejam depositados entre as ranhuras;
- verificar se as dimensões e o tipo de material dos anéis de vedação estão em conformidade com o projeto; verificar a existência de cones ou deformações permanentes no anel;
- fazer um exame visual dos filetes do parafuso e porcas constatando a não-existência de material estranho entre eles, que não haja qualquer amassamento ou quebra da crista dos filetes;
- lubrificar com graxa grafitada e testar manualmente o rosqueamento de cada conjunto parafuso/porca;
- para os flanges em ferro fundido deverá ser feito um exame visual a fim de detectar a existência de trincas.

Iniciar a conexão com a aproximação dos flanges de tal forma que os furos fiquem alinhados deixando espaço suficiente, entre eles, para a colocação do anel de vedação.

Colocar parafusos e executar a aproximação dos flanges através das arruelas cujo aperto inicial será apenas para que o anel de vedação se adapte as faces dos flanges, moldando-se a todas as imperfeições ou irregularidades que possam existir.

Executar um segundo aperto, neste caso em parafusos diametralmente opostos, garantindo a conexão e a posição definitiva das peças. Neste caso recomenda-se que a operação seja feita através de torquímetro.

No terceiro aperto e final deverá ser aplicada uma pressão, no parafuso, correspondente a 1,5 vez o valor da pressão interna da tubulação em operação, evitando-se assim possíveis vazamentos.

### 3.12.2.4 CONEXÕES ROSQUEADAS

#### 3.12.2.4.1 APLICAÇÃO

As ligações rosqueadas são aplicadas em tubulações de pequenos diâmetros (até 4"). A Norma USAS-B.31 exige que as roscas dos tubos sejam cônicas e recomenda que sejam feitas soldas de vedação nas roscas para que trabalhem com fluidos inflamáveis, tóxicos e outros em que se deva ter absoluta segurança contra vazamentos. Utiliza-se este tipo de ligação para tubos galvanizados de aço carbono, aços ligas etc.

#### 3.12.2.4.2 CORTES

Os tubos deverão ser cortados sempre perpendicularmente a seu eixo. Após o corte, os tubos deverão ser escariados, a fim de eliminar as rebarbas.

A superfície cortada deverá ser toda contida na distância de mais ou menos 1 mm de um plano perpendicular ao eixo.

#### 3.12.2.4.3 ROSCAS

As roscas, tanto nos tubos como nas luvas e uniões, são sempre cônicas, de maneira que, com o aperto, há interferência entre os fios garantindo a vedação.

Em casos especiais, junto a equipamentos, torneiras, válvulas, fornecidos com rosca Whitworth gás, deverá ser aberta rosca cônica na extremidade do tubo conforme ABNT-PB.14.

Todas as roscas deverão ser isentas de rebarbas, com filetes uniformes, contínuos e de superfícies lisas. Uma rosca perfeita, não deverá reter fiapos de estopa seca que lhe seja passada em torno.

Não será permitido o uso de ferramentas de rosquear cegas ou mal-ajustadas.

As roscas deverão ser verificadas com calibres "passa-não-passa". Caso a ligação rosqueada feita após oito horas da abertura da rosca, esta última deverá ser cuidadosamente limpa com escova de aço e untada com uma camada de graxa especial para proteção da superfície.

Por ocasião da montagem de uma junção rosqueada, é importante que ambos os terminais estejam bem limpos, estes deverão ser lavados com solvente e limpos com escova de latão. Qualquer rosca que se apresente danificada ou imperfeita não deverá ser usada. Aplica-se sobre as roscas uma camada de pasta ou fita de vedação. Não serão permitidas aplicações de zarcão e a quaisquer tipos de fibras nas junções rosqueadas.

#### 3.12.2.4.4 UNIÕES

As uniões serão empregadas quando se desejar que a tubulação seja facilmente desmontável ou em arranjos fechados.

As uniões serão de ferro maleável com sedes de bronze, na maioria dos casos. Para as ligações a instrumentos, serão inteiramente de bronze. As unidades serão montadas aplicando-se a pasta de vedação recomendada, nas superfícies de vedação e na rosca cilíndrica.

#### 3.12.2.4.5 LUVAS

As emendas entre trechos de tubos serão feitas por meio de luvas rosqueadas. As luvas com essa função não serão indicadas nos projetos.

Não obstante, luvas poderão ser usadas amplamente, a fim de evitar desperdício de tubos.

#### 3.12.2.4.6 CURVAS

Quando for necessário curvar tubo de aço ou de plástico rígido para efetuar ajustes porventura necessários no campo, as curvas deverão ser feitas a frio por meio de ferramenta apropriada, com os cuidados necessários para não reduzir a seção interna nem danificar o acabamento de tubos galvanizados.

O raio mínimo de curvatura admissível corresponderá a 5 (cinco) vezes o diâmetro nominal do tubo, sendo o raio, medido a partir da linha de centro do tubo.

#### 3.12.2.5 VÁLVULAS E REGISTROS FLANGEADOS

Para a montagem de válvulas ou registros flangeados deverão ser verificados a sua localização e o seu posicionamento, de acordo com o projeto levando em conta ainda a acessibilidade dos acionamentos em operação normal e as condições para sua manutenção ou eventual troca. Antes da montagem deverá ser feita a verificação das condições do flange fixo, onde será colocado uma válvula ou registro; as faces deverão estar obrigatoriamente perpendiculares ao eixo da tubulação, bem como a posição dos furos do flange, visto que o plano vertical do eixo do tubo deverá passar pelo meio da distância que separa os dois furos superiores. Esta condição poderá ser verificada com a utilização de nível de bolha aplicado aos dois furos superiores do flange.

As condições descritas quanto ao flange deverão ser rigorosamente obedecidas já que não será permitida a ajustagem por acréscimo de elementos metálicos entre flanges ou desbastes em superfícies usinadas, o que descaracterizaria as especificações originais de fabricação das peças. Todos os ajustes que se tornarem necessários por falta de alinhamento ou nivelamento deverão ser executados nos tubos através de cones ou desbastes, desde que autorizado pela FISCALIZAÇÃO.

Após a retirada da válvula ou registro do almoxarifado, a CONTRATADA deverá limpar a peça, lubrificar, acionar o sistema de abertura e fechamento, verificar as condições das sedes de vedação e as próprias vedações. Este serviço deverá ser executado com o acompanhamento da FISCALIZAÇÃO e do supervisor de montagem do fabricante.

As juntas ou anéis de vedação a serem utilizados deverão estar de acordo com as normas de fabricação dos flanges. Quanto aos dimensionais e a espessura e composição do material deverão estar de acordo com o projeto.

Para a montagem de válvulas é importante que se observe antes o sentido de fluxo para a compatibilidade dos sistemas de operação e vedação recomendados pelo fabricante.

O alinhamento da válvula (ou de registro) com a tubulação deverá ser feito através da união dos flanges sempre de montante para jusante. O posicionamento deverá ser feito preliminarmente por meio de pinos de montagem e, depois de observadas as condições de nivelamento e alinhamento, os pinos deverão ser substituídos um a um, alternadamente, pelos parafusos da conexão.

Antes da conexão deverá ser feito um teste com os parafusos e porcas verificando as condições das roscas, do rosqueamento e dos revestimentos superficiais. As arruelas deverão ser compatíveis com os parafusos em seus dimensionais e não será permitida qualquer conexão sem elas.

Para o posicionamento da válvula ou registro, no seu local de montagem, a CONTRATADA deverá observar as normas indicadas para levantamento e transporte pelo fabricante, evitando assim danos em sedes de vedação, vedações, acionamentos, revestimentos e outros.

As válvulas ou registros deverão ser montados totalmente abertos nas linhas de juntas soldadas e totalmente fechados nos demais tipos de tubulação. No caso de montagem totalmente aberta, seu acionamento somente deverá ser feito após a limpeza completa da tubulação.

Para evitar tensões diferenciadas nos flanges, danos nas juntas e atingir ideais de vedação os parafusos deverão ser apertados em sequência de dois de cada vez, diametralmente opostos, graduando, através de torquímetro, o ajuste em pelo menos dois ciclos completos antes do aperto final.

Estando as válvulas instaladas, limpas e lubrificadas, serão acionadas para observar suas condições operacionais.

#### 3.12.2.6 JUNTA TIPO GIBault

Para a montagem da junta tipo Gibault é necessário que seja executada uma limpeza manual nas extremidades dos tubos, removendo todos os materiais depositados, graxas e óleos. Colocar em cada extremidade dos tubos o flange de encaixe da luva central e uma arruela de borracha em seguida, a luva central numa das extremidades.

Executar a aproximação dos tubos, deixando uma folga de 10 mm entre as pontas.

Deslocar e centralizar a luva para uma posição em que as extremidades dos tubos fiquem equidistantes, em seu interior.

Deslocar as arruelas até encostarem na luva, aproximar o flange, colocar os parafusos e executar a conexão.

Os parafusos deverão ser apertados gradualmente e até que se obtenha uma compressão suficiente das arruelas de borracha.

Somente com a autorização da FISCALIZAÇÃO este tipo de junta poderá ser utilizado para solucionar problemas de deflexões ou ajustes nas tubulações.

#### 3.12.2.7 FLANGES AVULSOS EM TUBULAÇÕES DE FERRO FUNDIDO

Quando necessário, o corte deverá ser perpendicular ao eixo do tubo e sua execução por eletrodo, posteriormente, será escariado para remover todas as rebarbas.

Deverão ser executadas as roscas, cônicas tanto no tubo quanto no flange e estes deverão estar isentos de rebarbas, com filetes contínuos e de superfícies lisas.

Não será permitida a aplicação de zarcão e/ou qualquer tipo de fibra na junção rosqueada.

Executar a junção flange tubo manualmente, cortar a ponta do tubo que ultrapassar a face interna do flange.

### 3.12.3 REVESTIMENTO DE TUBOS E PEÇAS DE AÇO

#### 3.12.3.1 COALTAR-EPOXI

O revestimento de proteção em Coaltar-epoxi será aplicado em reparos ou interna e externamente em juntas soldadas de tubos e peças de aço a serem montadas em locais abrigados e em compatibilidade com o revestimento original.

Poderão, porém, como opção, ser utilizados como revestimento interno de juntas soldadas cujo revestimento original seja em Coaltar-enamel.

##### 3.12.3.1.1 PREPARO DA SUPERFÍCIE DE AÇO A SER REVESTIDA

As superfícies deverão estar isentas de óleo, graxas ou resíduos superficiais que deverão ser removidos com solvente.

A limpeza final da superfície de aço, deverá ser executada com jato abrasivo (areia seca ou granalha) ao metal branco, Segundo Norma SSPC-SP-5.

Os serviços de jateamento não deverão ser executados em dias de chuva ou com umidade relativa acima de 80%.

Deverão ser removidos os respingos de solda, qualquer tipo de rebarba e ainda, as soldas deverão ser desbastadas, eliminando-se eventuais saliências.

Para os reparos, as superfícies poderão ser limpas por jateamento ou mecanicamente (lixadeira) dependendo da sua avaliação pela FISCALIZAÇÃO.

Em caso de cortes eventuais em superfícies já revestidas para posterior soldagem, a superfície a ser preparada corresponderá à definida para juntas soldadas.

Em juntas soldadas internas com Coaltar-enamel, além da preparação da superfície de aço a ser revestida, o Coaltar deverá ser chanfrado, utilizando-se processos manuais ou mecânicos, em 50 mm de cada lado que, além da área metálica, também será recoberta igualmente com Coaltar-epoxi.

#### 3.12.3.1.2 APLICAÇÃO DO COALTAR-EPOXI

Para a aplicação de qualquer camada do revestimento, a superfície deverá ser limpa com escova ou pano seco para remover poeira ou outros resíduos.

As superfícies metálicas jateadas deverão levar a primeira demão do revestimento antes da deterioração da superfície preparada. O intervalo máximo entre a preparação das superfícies e a aplicação do Coaltar-epoxi nunca deverá exceder a duas horas.

O Coaltar-epoxi deverá ser aplicado conforme as recomendações do fabricante no que se refere as proporções da mistura resina-catalisador, agitação e tempo de vida útil (pot-life) da mistura.

As aplicações do revestimento poderão ser feitas por pistola convencional “airless” ou a pincel, porém a primeira demão será sempre por este último.

O intervalo de tempo decorrido entre cada demão será de, no mínimo, doze horas e de no máximo, setenta e duas horas; para tempo excepcionalmente quente, o intervalo para a aplicação das camadas será de, no máximo vinte e quatro horas.

Todo o serviço deverá ser executado de modo que as superfícies acabadas fiquem isentas de escorrimentos, pingos, rugosidades, ondas, recobrimentos ou marcas de pincel. As películas deverão ser de espessura uniforme, que cubram todos os cantos e reentrâncias, e apresentarem-se lisas e lustrosas.

A espessura final do revestimento deverá ser de, no mínimo, 500 micras em toda a área revestida.

Quando o fornecimento do Coaltar-epoxi ficar a cargo da CONTRATADA, esta deverá efetuar consultas as firmas fabricantes reconhecidas e aprovadas pela FISCALIZAÇÃO, o que não diminui a responsabilidade da CONTRATADA quanto a qualidade do revestimento aplicado.

Os revestimentos em Coaltar-epoxi deverão ser executados por mão-de-obra especializada, já que além da qualidade dos serviços, deverá haver precauções especiais de proteção a pessoas e propriedades contra elementos tóxicos, fogo ou explosões os mesmos cuidados a CONTRATADA deverá observar quanto ao armazenamento do produto em áreas ventiladas, protegidas de faíscas, chamas, luz solar ou fontes de calor excessivo.

Os aspectos técnicos dos serviços de revestimento, ocorrências e datas deverão ser registrados de modo a se poder, em qualquer época, obter informações pormenorizadas sobre os trabalhos executados.

### 3.12.3.1.3 INSPEÇÃO E TESTES

A FISCALIZAÇÃO medirá a espessura das camadas de tinta com ELCOMETER ou similar, em pontos diferentes da superfície para a verificação de sua conformidade com os requisitos desta Especificação.

## 3.12.4 MONTAGEM ELÉTRICA

### 3.12.4.1 ELETRO DUTOS

#### 3.12.4.1.1 ELETRO DUTOS RÍGIDOS

Os eletro dutos deverão ter a superfície interna completamente lisa, sem rebarba e livre de substâncias abrasivas. No caso de PVC, deverão ainda ser infiltráveis, não sofrendo deformações no decorrer do tempo, sob a ação do calor ou da umidade, suportando as temperaturas máximas previstas para os cabos em serviços.

As conexões entre eletro dutos deverão ser feitas com luvas rosqueadas, sendo no entanto admitido o uso de conexões parafusáveis do tipo sem rosca, da DAISA ou equivalente. A conexão de eletro dutos nas caixas não-rosqueáveis deverá ser por meio de buchas e arruelas apropriadas. Não será permitido o uso de solda no caso de metálicos e de cola no caso de PVC. As extremidades livres, não-rosqueadas diretamente em caixas ou conexões, deverão ser providas de buchas.

Os eletro dutos de aço de diâmetro inferior a 1" poderão ser curvados usando-se módulos manuais adequados. No caso de diâmetros superiores, somente por máquinas especiais para dobragem de eletro dutos devendo o curvamento obedecer aos raios mínimos da Tabela 3.6 a seguir:

Tabela 3.4 – Raios de curvatura mínimos

DIÂMETRO NOMINAL DO ELETRO DUTO EM POLEGADAS	RAIOS DE CURVATURA MÍNIMOS	
	POLEGADAS	MILÍMETROS
$\frac{3}{4}$	5	127
1	6	152
$1\frac{1}{4}$	8	203
$1\frac{1}{2}$	10	254
2	12	305
$2\frac{1}{2}$	15	361
$3\frac{1}{2}$	21	533
4	24	610



Não será permitido aquecer os eletrodutos para facilitar seu curvamento, sendo que este deverá ser executado, ainda, sem enrugamento, amassaduras ou avarias no revestimento.

Grupos paralelos deverão ser curvados de modo a formarem arcos de círculo concêntrico, mesmo que sejam de diâmetros diferentes, a menos que expressamente indicado de outra forma no projeto. Havendo as mudanças de direção deverão ser obrigatoriamente utilizadas curvas pré-fabricadas,. Não deverão ser empregadas curvas com deflexão maior que 90°.

No caso de conexões por luvas rosqueáveis, os eletrodutos poderão ser cortados por meio de corta-tubos ou a serra, sendo as roscas feitas com uso de cossinete e com ajustes progressivos. As roscas que contiverem uma volta completa ou nas de fios cortados, deverão ser rejeitadas mesmo que a falha não fique na faixa de aperto. Após a execução das roscas, as extremidades deverão ser escariadas para a eliminação de rebarbas.

Com a finalidade de obter melhor estanqueidade e prevenir corrosão quando do rosqueamento, deverá ser aplicada sobre as roscas tinta metálica especial; não sendo permitido o uso de material fibroso (cânhamo, juta, estopa etc). O rosqueamento deverá pegar obrigatoriamente, no mínimo cinco fios completos de rosca.

Os eletrodutos deverão ser instalados de modo a não formar cotovelos ou depressões onde possa acumular água, devendo apresentar uma ligeira e contínua declividade (no mínimo de 0,25%) em direção as caixas nos trechos horizontais.

O número máximo de curvas entre duas caixas deverá obedecer a NB-3 da ABNT.

Os eletrodutos embutidos, ao sobressaírem dos pisos e paredes, não deverão ser rosqueados a menos de 0,15 m da superfície, de modo a permitirem um eventual futuro corte e rosqueamento.

Os eletrodutos aparentes deverão ser convenientemente suportados com fixação espaçada de no máximo 2,00 m para eletrodutos de 3/4" e de 2,50 m para bitolas superiores.

Deverão correr paralelamente ou formando ângulo reto com vigas, pilares e paredes, bem como manter afastamento adequado das mesmas. Deverão ser conectados por meio de condolentes nas mudanças de direção.

Após a instalação dos eletrodutos (inclusive aqueles de reserva) deverá ser colocado um arame galvanizado nº 12, a não ser que a FISCALIZAÇÃO aprove outro processo que permita a enfição dos condutores.

Durante e após a montagem, antes da concretagem e durante a construção, deverão ser vedados os extremos dos eletrodutos por meios adequados a fim de prevenir a entrada de corpos estranhos, água ou umidade.

#### 3.12.4.1.2 ELETRO DUTOS FLEXÍVEIS

Nas extremidades dos eletrodutos flexíveis serão fixadas peças que impeçam a danificação dos condutores pelas arestas, dispondo de roscas para a instalação de adendos utilizados nas redes de eletrodutos rígidos.

Constituirão trechos contínuos de caixa a caixa, não devendo ser emendados. As curvas serão feitas de modo a não se reduzir sua Seção interna e não produzir aberturas entre suas espirais o raio de curvatura será no mínimo doze vezes o diâmetro externo do eletroduto. As curvas serão presas firmemente às superfícies de apoio para que não se deformem durante a enfiada dos condutores.

A fixação das superfícies de apoio será feita por meio de braçadeiras espaçadas em, no mínimo, 0,80 m.

Os eletrodutos flexíveis, quando do tipo “SealTight” ou impermeável, deverão possuir internamente um fio de cobre ligado aos conectores das extremidades. Dessa forma, devem assegurar a continuidade metálica da instalação, possibilitando assim seu aterramento.

Os eletrodutos flexíveis não deverão ficar expostos a danos físicos.

#### 3.12.4.1.3 REDE DE ELETRO DUTOS SUBTERRÂNEOS (ENVELOPES)

##### 3.12.4.1.3.1 ESCAVAÇÃO DAS VALAS

As marcações e a abertura das valas deverão ser feitas de acordo com o projeto, seguindo o alinhamento e nivelamento entre as caixas de passagem. As valas só deverão ser abertas após a verificação da existência de todas as tubulações interferentes, quando indicadas no projeto.

Nas interferências não-previstas deverão ser evitadas as curvas de raio pequeno e variação do nível a fim de não formar pontos baixos de acumulação de água.

Se possível, todo o trecho entre caixas de passagem deverá ser escavado de uma só vez antes da preparação da base.

O material escavado, que se utilizará no reaterro, poderá ser depositado ao longo da escavação a uma distância que não perturbe a execução dos serviços.

As valas deverão manter-se limpas de terra, desmoronamento, entulhos e secas durante a execução dos serviços.

##### 3.12.4.1.3.2 PREPARAÇÃO DA BASE

A base deverá ficar uniformemente distribuída e o material convenientemente compactado. Quando não indicado em projeto, a declividade da vala, entre duas caixas de passagem, deverá ser, no mínimo, de 0,25% a fim de proporcionar o escoamento de água nos eletrodutos. Não deverá haver, entre duas caixas de passagem, pontos baixos que provoquem a acumulação de água nos eletrodutos. No caso de solo de baixa resistência deverão ser utilizadas fundações definidas em projeto ou conforme orientação da FISCALIZAÇÃO.

##### 3.12.4.1.3.3 COLOCAÇÃO DOS ELETRO DUTOS

Os eletro dutos, ao serem colocados na vala, deverão ser alinhados e arrumados com espaçadores de plástico ou outro material especificado em projeto e deverão ser colocados a cada 1,3 m.

O topo da rede de eletro dutos deverá ficar na profundidade indicada no projeto e, quando não houver indicação, a profundidade mínima deverá ser de 0,30 m da superfície.

O posicionamento de eletro dutos em uma rede de dutos deverá ser o mesmo no trajeto de duas caixas de passagem consecutivas. Quando porventura houver obstáculos não-previstos em projetos, entre duas caixas de passagem consecutivas, pode-se adaptar o feixe de eletro dutos de forma a vencê-los, tendo-se o cuidado em manter as mesmas posições relativas dos dutos, tanto vertical como horizontalmente, conservando-se assim a mesma formação anteriormente prevista.

Na rede subterrânea não será permitida a redução de diâmetros de eletro dutos.

O raio de curvatura mínimo para a rede de dutos deverá ser aquele raio mínimo permitido para o cabo de maior bitola que será instalado na rede, devendo ainda ser observado o raio mínimo de curvatura para eletro dutos, conforme tabelado anteriormente.

Quando indicado no projeto, os eletro dutos deverão ser identificados nas entradas e saídas das caixas.

Os eletro dutos de reserva deverão, após a limpeza, serem vedados em ambas as extremidades com tampões adequados.

#### 3.12.4.1.3.4 CONCRETAGEM DO ENVELOPE

Antes da concretagem do envelope, deverá ser feita uma rigorosa inspeção nos eletro dutos, pela FISCALIZAÇÃO.

O concreto para execução dos envelopes deverá ser executado conforme o prescrito nesta Especificação.

Os eletro dutos deverão sobressair de, no mínimo, 0,50 m do envelope e as extremidades dos dutos deverão ser tampadas por meio adequado.

As dimensões dos envelopes deverão ser determinadas de acordo com as seguintes prescrições:

- a distância mínima entre faces externas de eletro dutos paralelos deverá ser de 50 mm;
- a distância mínima da face externa de um eletro duto a face do envelope será de 75 mm para as laterais e de 100 mm na parte inferior e superior.

#### 3.12.4.1.4 ELETRO DUTOS EMBUTIDOS - JUNTAS DE EXPANSÃO

As juntas de expansão deverão ser instaladas toda vez que o eletro duto embutido atravessar a junta de concretagem, devendo-se ter cuidado de não torná-la junta rígida durante a concretagem. A junta de expansão deverá ser provida de cordoalha de cobre para aterramento.

#### 3.12.4.2 CAIXAS DE PASSAGEM

##### 3.12.4.2.1 CAIXAS DE PASSAGEM E QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO DE LUZ EMBUTIDOS

As caixas de passagem e derivação, embutidas nas lajes, deverão ser firmemente fixadas nas fôrmas.

As caixas embutidas nas paredes deverão facear o acabamento do revestimento de alvenaria, de modo a não resultar excessiva profundidade depois do revestimento.

Só poderão ser abertos os olhais das caixas destinados a receber ligação de eletro dutos.

Salvo indicação expressa em contrário no projeto, as cotas das caixas de paredes em relação ao nível do piso acabado serão as seguintes:

- Interruptores e botões de campainha (centro de caixa). 1,20 m;
- Tomadas baixas (centro da caixa) 0,30 m;
- Tomadas em locais úmidos (centro da caixa) 1,20 m.

As caixas de interruptores, quando próximas dos batentes das portas, terão 0,10 m de afastamento destes.

Diferentes caixas de um mesmo compartimento serão perfeitamente alinhadas e dispostas de forma a não apresentarem conjunto desordenado.

Os pontos de luz dos tetos deverão ser rigorosamente centrados ou alinhados nos respectivos compartimentos.

O nível dos quadros de distribuição será regulado por suas dimensões e pela comodidade de operação das chaves ou inspeção dos instrumentos não devendo, de qualquer modo, ter a borda inferior a menos de 0,60 m do piso acabado.

A profundidade será regulada pela espessura do revestimento previsto contra o qual deverão ser assentes os espelhos das caixas.

##### 3.12.4.2.2 CAIXAS DE PASSAGEM E CONEXÕES PARA INSTALAÇÕES APARENTES

Caixas e conexões deverão ser montadas de acordo com o estabelecido em projeto, obedecendo-se às instruções dos fabricantes.

No caso de tampas roscadas de caixas, será obrigatório o emprego de pasta inibidora (ou lubrificante), sob recomendação do fabricante, com a finalidade de impedir o enripamento por oxidação.

Deve-se dar acabamento as roscas dos eletrodutos, tendo em vista o risco de danificação das roscas das caixas ou das conexões. O rosqueamento e o aperto deverão ser compatíveis com os materiais empregados, devendo-se tomar cuidado especial com as conexões de aço e alumínio.

Nos pontos em que ocorrer presença de água (por infiltração ou condensação) será necessário instalar drenos.

As uniões deverão ser convenientemente montadas, garantindo-se não só o alinhamento mas também um afastamento adequado de obstáculos que dificultem o rosqueamento da parte móvel no caso de lances verticais, a parte móvel deverá ficar no lado superior.

No caso de juntas seladoras, o enchimento com massa especial somente poderá ser feito após conveniente vedação (aplicando-se cordão de amianto) entre condutores o selo, de modo a impedir o escorrimento da massa para o interior do eletroduto ou equipamento. A espessura da massa de vedação não poderá ser inferior ao valor do diâmetro nominal do eletroduto.

#### 3.12.4.2.3 CAIXAS DE PASSAGEM DE ALVENARIA E CONCRETO

As caixas de passagem deverão ser locadas e construídas de acordo com o projeto e em conformidade com o prescrito nesta especificação.

##### 3.12.4.2.3.1 ESPECIAL ATENÇÃO DEVERÁ SER DADA AOS SUPORTES PARA CABOS.

Puxadores e outros acessórios dentro das caixas a serem colocados exatamente de acordo com o projeto.

Quando a caixa de passagem for de concreto armado, as janelas deverão ser cheias de tijolos de barro, a fim de que, quando da construção da rede de eletrodutos, elas possam ser facilmente removidas.

Dentro da caixa de passagem deverá haver tomada para terra, e essa providência deverá ser executada antes da concretagem.

Durante a escavação para a execução das caixas, caso seja encontrado na cota prevista material de baixa capacidade de suporte (argila orgânica etc) deverá ser feita sua remoção e substituição por material adequado, o qual será compactado em camadas de, no máximo, 0,20 m de espessura. Essa substituição deverá ser processada até uma profundidade a ser definida pela FISCALIZAÇÃO.

No fundo da caixa deverá ser executado um lastro de 0,10 a 0,15 m de brita socada.

No caso de existir lençol freático, as caixas deverão ser herméticas e tanto o fundo quanto as paredes serão impermeabilizados. Deverão ainda dispor de drenos por tubos.

### 3.12.4.3 ATERRAMENTO

#### 3.12.4.3.1 ATERRAMENTO DE EQUIPAMENTOS

Todas as partes metálicas não-condutoras tais como estruturas e carcaças dos equipamentos elétricos, eletrodutos e bandejas metálicas deverão ser aterradas num sistema de terra comum, na entrada de energia elétrica.

Somente quando expressamente indicado no projeto, o equipamento poderá ser ligado a um sistema de terra independente.

#### 3.12.4.3.2 INSTALAÇÃO DO CABO-TERRA

O cabo-terra será de cobre nu, recozido e trancado. Sua bitola deverá ser aquela indicada no projeto, não sendo admitida, em qualquer hipótese, sua redução.

O percurso do cabo-terra deverá ser aquele indicado no projeto, devendo ser instalado com folga adequada e sem ser esticado.

No caso de cabo enterrado, este deverá ser lançado diretamente na terra sem cortes ou emendas, a uma profundidade mínima de 0,60 m. No reaterro da vala, sempre que possível, utilizar o próprio material escavado devidamente compactado.

Quando a emenda for inevitável, as juntas deverão ser soldadas por meio de solda exotérmica, processo “Cadweld” ou equivalente, mas somente nos pontos permitidos pela FISCALIZAÇÃO.

Quando o cabo-terra for exposto, deverá ser fixada a superfície de apoio sem emprego de isoladores ou suportes isolantes.

O cabo-terra deverá ter sua superfície limpa e não poderá ser pintado ou protegida por qualquer material mal condutor de eletricidade.

Nos locais em que o cabo-terra estiver sujeito a danos físicos, deverá ser protegido por eletrodutos metálicos galvanizados.

Quando os trechos protegidos excederem a 0,50 m, o cabo deverá estar eletricamente ligado a ambas extremidades do eletroduto.

#### 3.12.4.3.3 INSTALAÇÃO DAS HASTES DE TERRA

As hastes de terra (eletrodos) deverão ser do tipo extrusada “Copperweld” ou por deposição eletrolítica (“Cadweld”) de diâmetro 3/4” e preferencialmente de 3,00 m de comprimento, ou maiores, se necessário.

O eletrodo sempre que possível, deverá ser enterrado até abaixo do nível permanente da umidade do solo, porém, a profundidade mínima deverá ser de 2,50 m, independentemente do diâmetro ou do número de eletrodos de terra usados.

O eletrodo deverá ter a superfície limpa, conforme as instruções constantes nesta Especificação.

A extremidade superior do eletrodo deverá ser protegida por meio de uma manilha de barro, com tampa de concreto para facilitar a inspeção a qualquer tempo.

Quando a resistência de terra for superior ao valor recomendado, deverá ser adotado um dos seguintes meios para se obter a resistência mínima:

- usar hastes de terra de maior comprimento; neste caso, as hastes de terra serão acopladas por meio de luvas ou por solda exotérmica do tipo “Cadweld” ou equivalente;
- usar várias hastes de terra em paralelo com configuração preferencialmente alinhadas; deverá ser observado que a distância mínima entre hastes será de 3,00 m;
- tratamento químico do solo; este método só deverá ser usado quando os métodos ora descritos não forem aplicáveis o tratamento por substância química somente poderá ser feito após prévia autorização da FISCALIZAÇÃO.

#### 3.12.4.3.4 LIGAÇÃO DE ATERRAMENTO

As Ligações do cabo-terra aos eletrodos deverão ser feitas somente por solda exotérmica do tipo “Cadweld” ou equivalente.

Não serão permitidas ligações enterradas ou embutidas, salvo indicações em contrário no projeto.

Os pontos de conexões deverão estar perfeitamente limpos e livres de materiais estranhos.

As ligações de cabos a barras de distribuição de terra ou a equipamentos deverão ser feitas com os materiais indicados no projeto.

Os cabos de interligação do sistema de aterramento a barra de terra dos quadros e desta aos equipamentos não deverão ter emendas.

As plataformas de operação de equipamentos, tais como disjuntores, seccionadores, caixas de controle e outros, deverão ser aterrados juntamente com os mecanismos de operação destes equipamentos, por meio de cabo comum, não podendo então, ser aterrados de maneira independente.

#### 3.12.4.3.5 CONEXÃO POR CONECTORES

O tipo de conector a ser usado deverá ser conforme o especificado no projeto.

Tanto os cabos quanto os conectores deverão ser secos e limpos por meio de lixas ou escovas antes de serem ligados (usar lixa para madeira).

Grampos, conectores e terminais deverão ser fixados em superfícies limpas e firmemente apertados por meio de parafusos. Não deverá fixar-se a superfícies pintadas ou oxidadas.

#### 3.12.4.3.6 TESTES

Deverão verificar-se, no campo, os seguintes valores de resistência para o sistema de aterramento:

- q resistência máxima dos sistemas de terra não deverá exceder a 10 ohms, salvo onde for explicitamente mencionado valor diferente no projeto;
- no caso de aterramento individual de equipamentos, a resistência de terra não deverá exceder a 25 ohms.

A medida da resistência de terra deverá ser feita pelo método dos três eletrodos ou outro método adequado, aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

Quando a resistência de terra for superior ao valor recomendado, deverá proceder-se de acordo com o prescrito nesta Especificação.

#### 3.12.4.4 CABOS ELÉTRICOS

Os cabos deverão ser instalados conforme indicado no projeto. Os cabos deverão ser desenrolados e cortados nos lances necessários, sendo que os comprimentos indicados nas listas de cabo deverão ser previamente verificados efetuando-se uma medida real do trajeto e não por escala no projeto.

O transporte dos lances e a sua colocação deverão ser feitos sem arrastar os cabos a fim de não danificar a capa protetora e observando-se os raios mínimos de curvatura permissíveis, conforme tabela a seguir.

Todos os cabos deverão ser identificados em cada extremidade com um número de acordo com o diagrama do projeto os marcadores de fios deverão ser construídos de material resistente ao ataque de óleos, de tipo braçadeira e com dimensões tais que eles não saiam do condutor quando este for o retirado de seu ponto terminal, no caso de instalação em eletro dutos.

Os cabos deverão ter as pontas vedadas para protegê-los contra a umidade durante a armazenagem e a instalação.

Todo cabo encontrado com danificação ou em desacordo com as normas e especificações deverá ser removido e substituído.

Todas as fiações deverão ser feitas de maneira que formem uma aparência limpa e ordenada.



Deverão ser deixados, em todos os pontos de ligações, comprimentos adequados de cabos para permitir as emendas que se tornarem necessárias.

Os cabos não deverão ser dobrados com raios de curvatura inferiores aos recomendados na Tabela 3.7 a seguir:

Tabela 3.5 – Raio mínimo de dobramento em múltiplo do diâmetro externo

TIPO DE CABO	RAIO MÍNIMO DE DOBRAMENTO EM MÚLTIPLO DO DIÂMETRO EXTERNO
Cabos de 600 ou 1000 V com isolamento termoplástica para energia	08
Cabos de controle com isolamento termoplástica sem blindagem e armação	10
Cabos de 15 kv com blindagem ou armação	12

#### 3.12.4.4.1 INSTALAÇÃO EM ELETRO DUTOS

Nenhum cabo deverá ser instalado até que a rede de eletro dutos esteja completa e concluído todos os serviços de construção que os possam danificar.

A fiação deverá ser instalada conforme indicado no projeto, onde cada cabo deverá ocupar o eletro duto particular a ele designado.

Antes da instalação dos cabos, deverá ser certificado que o interior dos eletro dutos não tenham rugosidade, rebarbas e substâncias abrasivas que possam prejudicar o cabo durante o puxamento.

Não serão permitidas emendas de cabo no interior dos eletro dutos sob hipótese alguma.

O lubrificante para a enfição, se necessário, deverá ser adequado a finalidade e ao tipo de cobertura dos cabos, ou seja, de acordo com as recomendações de seus fabricantes.

O puxamento poderá ser manual ou mecanizado, de acordo com as recomendações do fabricante dos cabos.

No puxamento manual, normalmente usado em trechos curtos, a tração manual média deverá ser da ordem de 15 a 20 kg/pessoa.

No puxamento mecânico, normalmente usado em trechos longos, a tensão máxima permissível será de 4 kgf/mm<sup>2</sup>.

Os cabos deverão ser puxados com um passo lento e uniforme; trocas bruscas de velocidade de puxamento ou inícios e paradas deverão ser evitados.

#### 3.12.4.4.2 INSTALAÇÕES APARENTES, EM BANDEJAS E CANALETAS

Para instalações sem eletro duto, a conexão da caixa ou de aparelhos deverá ser feita através de prensa-cabos adequado à bitola do cabo, devendo ser rosqueados novamente todos os furos dos equipamentos que não combinarem com o diâmetro e rosca do prensa-cabo a ser

conectado. Estes prensa-cabos deverão vedar perfeitamente a entrada dos cabos e terão anel metálico interno onde será imprensada a armadura (no caso de cabos armados). Ligando as carcaças da armadura dos cabos a barra de terra do cubículo alimentado. Por este motivo, as superfícies junto aos furos de entrada das carcaças ou caixas deverão ser cuidadosamente limpas a fim de proporcionar um bom contato elétrico.

Os cabos deverão ser instalados de acordo com o indicado no projeto, evitando-se danificar sua capa protetora e obedecendo a raios mínimos de curvatura permissíveis, conforme tabela constante nesta especificação.

Nas instalações aparentes, os cabos deverão ser fixados por braçadeiras nas estruturas e nos suportes recomendados nos detalhes típicos do projeto; em sua ausência deverá ser feita estrutura leve para esta finalidade, de tal maneira que não possam ser danificados, nem obstruam a passagem em torno dos equipamentos e sem dificultar sua manutenção. As braçadeiras deverão abraçar os cabos de maneira uniforme e não poderão ter bordos cortantes que danifiquem as capas protetoras dos cabos.

Nas instalações em canaletas, antes da instalação, as mesmas deverão ser limpas e estar livre de materiais estranhos e de asperezas que danifiquem a capa protetora dos cabos.

Nas instalações aéreas, os cabos deverão ser suportados adequadamente a fim de não apresentarem flechas excessivas que os possam deformar.

#### 3.12.4.4.3 EMENDAS DOS CABOS

As emendas deverão ser mecânicas e eletricamente tão resistentes quanto os cabos aos quais serão aplicadas.

Nas emendas não poderão ser utilizadas soldas sob hipótese alguma, (devendo ser efetuadas com conectores de pressão ou de compressão aperto de bico). No caso de fios sólidos até bitola de 4 mm<sup>2</sup>, poderá ser utilizado processo prático de torção dos condutores.

Os conectores deverão preencher os seguintes requisitos:

- ampla superfície de contato entre condutor e conector;
- pressão de contato elevada;
- capacidade de manter a pressão de contato permanentemente;
- alta resistência mecânica;
- metais compatíveis de forma a não provocar reação do par galvânico.

Os cabos blindados ou com armaduras deverão ter suas emendas e isolações executadas rigorosamente de acordo com as instruções do fabricante; ressalte-se que as blindagens e

armaduras deverão manter sua continuidade elétrica e ser aterradas em cada extremidade da emenda.

#### 3.12.4.4.3.1 A ISOLAÇÃO DAS EMENDAS

As emendas em condutores isolados deverão ser recobertas por isolamento equivalente, em propriedades de isolamento, aquelas dos próprios condutores.

As emendas devem ser limpas com solvente adequado e apenas após a secagem do mesmo, deve ser aplicada isolamento, a qual será executada da seguinte forma:

- para condutores com isolamento termoplástico com fita adesiva termoplástica com espessura de duas vezes a da isolamento original do condutor;
- para condutores com isolamento de borracha - com fita de borracha com espessura de 1,5 vez a da isolamento original do condutor.

Os cabos com isolamento termoplástico poderão ter suas emendas isoladas através de mufla termoplástica fundida no local.

#### 3.12.4.4.3.2 PROTEÇÃO DAS EMENDAS

No caso de condutores com capa protetora, sobre a isolamento das emendas deverá ser aplicada uma proteção de acordo com as seguintes prescrições:

- os condutores de capa externa de material termoplástico deverão ter suas emendas protegidas por fita adesiva termoplástica, tendo esta uma espessura igual a da capa original. Este procedimento é dispensado no caso de emendas executadas com mufla termoplástica fundida no local;
- os condutores com isolamento de borracha e capa externa de neoprene deverão ter suas emendas protegidas por fita de neoprene, tendo esta uma espessura igual a da capa original.

Após a confecção da proteção, esta deverá ser envolvida por fita anídrica e pintada com tinta para cabo (verniz impermeabilizante).

### 3.12.4.5 TERMINAIS PARA CONDUTORES

#### 3.12.4.5.1 BAIXA TENSÃO

A terminação de condutores de baixa tensão deverá ser feita através de terminais de pressão ou compressão, com exceção dos condutores de 6 mm<sup>2</sup> ou menores que poderão ser conectados diretamente aos bornes do equipamento.

A aplicação correta do terminal ao condutor deverá ser feita de modo a não deixar a mostra nenhum trecho de condutor nú, havendo, pois um faceamento da isolamento do condutor

com o terminal. Quando não conseguir esse resultado, o intrínseco deverá ser completado com fita isolante.

Quando forem empregados terminais de pressão, deverá ser feita sua seleção.

#### 3.12.4.5.2 MÉDIA TENSÃO

Os terminais deverão ser de acordo com o especificado no projeto e na execução deverão ser obedecidas as recomendações dos fabricantes.

No caso de terminais para uso interno, dar-se-á preferência para as terminações pré-moldadas.

Os cabos sem blindagem terão suas terminações executadas pela simples aplicação do terminal e selagem da extremidade de isolamento. Deverá ser prevista uma distância suficiente ao terra mais próximo para evitar-se a abertura de arcos.

Nos cabos com blindagem, os envoltórios deverão ser removidos da extremidade e destes, de modo a deixar uma distância adequada contra a abertura de arcos entre o envoltório e o terminal, além disto, o campo eletrostático concentrado na extremidade da blindagem deverá ser aliviado pela aplicação de um cone de deflexão a superfície exposta da isolamento. Estes serão obrigatórios para todos os cabos blindados, acima de 12 KV e serão formadas com fita de borracha para cabos de isolamento de borracha ou fita adesiva as bases de polietileno para cabos termoplásticos.

#### 3.12.4.6 TESTES PARA INSTALAÇÕES

##### 3.12.4.6.1 LUZ

Deverão ser feitos alguns testes, antes da instalação ser entregue a operação normal verificando:

- se as ligações, nas caixas de derivação e nos pontos de luz, foram executadas de acordo com as normas;
- se há continuidade nos circuitos;
- o isolamento da instalação por meio de um “Megger”;
- a existência de eventuais pontos quentes nas caixas de conexões (derivação), quando a instalação entrar em serviço.

##### 3.12.4.6.2 FORÇA

O objetivo destes testes e verificar a integridade física dos cabos e a correta execução dos terminais.

Os testes serão feitos sobre cabos já instalados na obra e com terminais instalados e dispostos para o serviço.

Os cabos deverão ser desligados dos equipamentos correspondentes e seus terminais, isolados da terra.

Para os cabos enterrados, os testes serão feitos uma vez instalados e antes de reaterrá-los.

O tipo de teste a ser executado dependerá da situação da instalação e da obra em geral.

Poderá ser escolhido qualquer um dos três testes a seguir:

#### 3.12.4.6.2.1 VERIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO

- as medidas de resistência de isolamento deverão ser tomadas entre fases e entre fase contra “terra” (incluindo eletrodutos e carcaças metálicas) e se destinam a verificar, além da resistência de isolamento, a eventual presença de pontos a terra ou em curto-circuito;
- para cabos de tensões iguais ou menores que 600 V, o valor mínimo permissível de resistência de isolamento será de 1 Megohm a ser verificada com megômetro de 500 V;
- e para cabos de tensões maiores que 600 V, o valor mínimo permissível de resistência de isolamento será de 1000 ohm por volt, a ser verificada com megômetro de 5000 V.

#### 3.12.4.6.2.2 PROVA DE TENSÃO CONTINUA

- a tensão de prova será de três a cinco vezes maior do que a tensão nominal de isolamento entre um condutor isolado qualquer a terra, em kW eficazes e frequência industrial;
- a tensão se aplicará para cabos com condutores individualmente blindados, entre os três condutores em paralelo e as blindagens à terra; e para cabos com blindagem comum, entre cada condutor contra os outros dois à terra junta à blindagem;
- antes de se aplicar tensão, o cabo deverá ser testado por meio de um megômetro;
- e se possível, será preferível conectar o pólo positivo do aparelho de prova a terra, e o negativo ao condutor ou condutores em prova. A durabilidade da prova será de quinze minutos;
- e será indispensável, após a prova, descarregar o condutor através de um seccionador para aterrar, eventualmente ligado no aparelho de prova.

#### 3.12.4.6.2.3 PROVA DE TENSÃO ALTERNADA

- a tensão de prova será duas vezes a tensão nominal;

- a tensão será aplicada para cabos condutores individualmente blindados, entre cada condutor e a respectiva blindagem a terra; e para cabos com blindagem comum, entre cada condutor e os outros dois a terra junto a blindagem;
- para esta prova será indispensável contar com aparelhos de prova com suficiente potência; a durabilidade da prova será de cinco minutos.
- os testes, e particularmente a prova de tensão contínua e a prova de tensão alternada, deverão ser feitas com prévia comunicação por escrito a FISCALIZAÇÃO da obra, com as precauções de segurança do caso (aviso ao pessoal, cercado das áreas de teste, colocação de letreiros de perigo, afastamento do pessoal alheio aos testes).
- todas as provas feitas serão anotadas nos protocolos de provas.

#### 3.12.4.7 INSTALAÇÃO DE QUADROS ELÉTRICOS DE FORNECIMENTO SAE

O desembarque e o transporte interno deverão ser acoplados por pessoal habilitado, que deverá providenciar a sua execução de forma adequada.

Após terem sido desembalados, deverão ser inspecionados visualmente para verificar a ocorrência ou não de danos durante o transporte ou desembarque. Caso seja constatado algum dano, este deverá ser comunicado a FISCALIZAÇÃO para as providências cabíveis.

Nota: Eventualmente, por conveniência da SAE, os quadros poderão ser autorizados a serem entregues com falta de alguns componentes. Tal fato, bem como danos que possam ser reparados na obra, não deverão evitar que os quadros sejam fixados em suas bases respectivas e interligados ao sistema. O fabricante completará a montagem ou reparará os danos na obra.

Os quadros deverão ser fixados as suas bases conforme indicado nos desenhos do projeto e do fabricante. Após a fixação, eles deverão ser submetidos a um reaperto geral de todos os parafusos e fixações.

Após o reaperto, deverão ser interligados entre si e aos equipamentos, conforme indicado nos mapas e bornes respectivos.

Posteriormente, deverão ser testados individualmente quanto ao seu funcionamento integrado; para tanto, deve-se proceder da seguinte maneira:

- inicialmente, energizar o circuito de comando e simular os comandos e defeitos, através do deslocamento das posições das bóias, jampeamento de bornes e atuação dos comandos, de acordo com o previsto no projeto;
- após verificar a isolamento dos alimentadores e equipamentos acionados pelos quadros, energizar as suas entradas devendo-se verificar os sentidos de rotação dos motores os quais, se possível, deverão ser desacoplados das cargas e testados por um período de duas horas.

#### 3.12.4.7.1 ENCHIMENTO DE MUFLAS

Fazer instalação e enchimento de acordo com as instruções do fabricante.

#### 3.12.4.8 PRÉ-OPERAÇÃO E TESTES DE ACEITAÇÃO

Esta fase inicia-se somente após a conclusão de todos os trabalhos de construção e montagem, inclusive pintura e compreenderá as operações de limpeza. Testes preliminares dos equipamentos, ajustes e verificação dos sistemas de proteção, calibração das seguranças e ajustes dos controles. Ela destina-se essencialmente a verificação e correção de montagens dos equipamentos e ao preparo destes para os testes de aceitação. A condição final desta fase será a unidade completamente acabada e em perfeitas condições para submeter-se aos testes de aceitação. Nesta fase os operadores da SAE apenas acompanharão os trabalhos que serão desenvolvidos pela CONTRATADA e que deverão ser conduzidos por técnicos dos fabricantes de equipamentos.

Caberá a CONTRATADA fornecer os serviços de pré-operação e testes conforme a seguir:

##### 3.12.4.8.1 TESTES DE ACEITAÇÃO

Este teste será realizado com a finalidade de verificar o funcionamento dos vários elementos do sistema, bem como as capacidades. Durante o teste será feita inspeção visual com o objetivo de observar o comportamento operacional dos vários equipamentos e instrumentos. Os instrumentos necessários à execução dos testes serão de responsabilidade da CONTRATADA.

Os procedimentos de preparação e testes serão os especificados a seguir:

##### 3.12.4.8.1.1 SERVIÇOS A EXECUTAR

###### a) Motores

Todos os motores terão verificado seu sentido de rotação e medidas as correntes, garantindo-se que as correntes nominais não sejam ultrapassadas e que as fases sejam equilibradas. Deverão ser medidos os isolamentos de todos os motores, sendo submetidos a secagem os que acusarem baixo isolamento.

###### b) Circuitos de controle e comando

Serão feitas as seguintes verificações:

- da correta continuidade, dos circuitos de baixa tensão de controle e comando;
- nas conexões em blocos terminais, fusíveis, botões liga-desliga (locais e no campo), chaves de comando, lâmpadas de sinalização, pressostatos, termostatos etc;

- a Comprovação da correta operação dos intertravamentos existentes entre os diversos equipamentos;
- da correta identificação das chaves de alimentação dos equipamentos.

c) Cabos de força e controle

Serão feitas as seguintes verificações:

- medição de isolamento de todos os cabos de força e de controle;
- verificação dos terminais e conexões;
- identificação de fases nos terminais dos cabos de força em acordo com as fases do sistema principal de alimentação.

d) Transformadores de corrente e potencial

Serão feitas as seguintes verificações:

- teste de relação;
- teste de polaridade.

e) Disjuntores

Serão feitas as seguintes verificações:

- aberturas e fechamento em posição de operação e de teste;
- inspeção dos contatos principais quanto a pressão, superfície de contato elétrico, isolamento elétrico entre pólos de uma mesma fase e entre fases;
- inspeção da câmara de extinção;
- medição de resistência dos contatos;
- lubrificação de todas as partes móveis;
- alinhamentos entre contatos;
- determinação da tensão mínima ou pressão mínima de fechamento e abertura do disjuntor;
- inspeção dos dispositivos principais de fechamento e abertura do disjuntor;
- encaixe dos contatos do disjuntor nos terminais de saída e de entrada; para disjuntores removíveis, verificação do correto funcionamento do carro e perfeito encaixe dos contatos móveis;
- inspeção dos contatos auxiliares quanto à pressão, bom estado de conservação e boa conexão dos terminais;



- para disjuntores com reles primários, os testes dos reles devem verificar o ponto correto de operação;
- continuidade de todos os circuitos de ligamento e desligamento do disjuntor;
- outros testes e verificações recomendados pelo fabricante em acordo com o manual de instrução.

f) Contatores de baixa tensão

Serão feitas as seguintes verificações:

- abertura e fechamento em posição de operação e de teste;
- inspeção das câmaras de extinção;
- inspeção dos contatos principais, quanto a boa superfície de contato, pressão e conservação e isolamento elétrico entre contatos e terra;
- verificação dos encaixes primários e secundários. Se removíveis verificar o bom encaixe dos terminais primários e secundários e boa movimentação dos carros;
- exame da capacidade dos reles térmicos, fusíveis ou disjuntores quanto aos equipamentos protegidos;
- determinação da tensão ou pressão mínima de fechamento e abertura dos contatores;
- outros testes e verificações recomendados pelo fabricante em acordo com o manual de instrução;
- lubrificação de todas as partes móveis.

g) Barramento de baixa tensão

Serão feitas as seguintes verificações:

- inspeção das conexões e estado de isoladores, conexões entre barras na baixa tensão;
- medição de isolamento entre fases e fase a terra;
- identificação das fases das conexões entre barras.

h) Reles

Serão feitas as seguintes verificações:

- isolamento entre contatos;
- isolamento entre bobinas e terra;
- inspeção dos elementos internos, inspeção das conexões quanto ao bom contato e correção, boa movimentação dos discos, com estado das molas de amortecimento, boa fixação dos núcleos magnéticos;

- teste de operação dos reles nos pontos indicados pelo fabricante;
- teste de correta operação dos reles nos pontos de calibração indicados pela CONTRATADA;
- teste dos “circuitos indicadores de operação” dos reles;
- verificação do estado de conservação dos contatos;
- teste de todos os reles térmicos de proteção dos motores de alta e baixa tensão, no ponto de operação indicado pela Contratante;
- verificação da correta conexão dos reles quanto a polaridade dos TCs de alimentação;
- teste de continuidade nos circuitos de desligamento;
- limpeza e condições das gavetas de vedação das tampas;
- teste do ajuste zero;
- identificação dos reles quanto às fases que protegem;
- outros testes e verificação recomendados pelo fabricante em acordo com o manual de instrução.

i) Circuitos e instrumentos de medição

Serão feitas as seguintes verificações:

- aferição dos amperímetros e voltímetros;
- verificação das escalas em acordo com os TCs e TPs de alimentação;
- verificação da correta conexão dos voltímetros, medidores de KV, fasímetros, em acordo com a polaridade dos TCs e TPs de alimentação;
- verificação da correta conexão das chaves de transferência de amperímetro e voltímetro quanto a circuitos abertos, bom contato, correta identificação da fase do sistema com a fase indicada na chave;
- outros testes ou verificações recomendados pelo fabricante em acordo com o manual de instrução.

j) Sistema de alarme:

Serão feitas as seguintes verificações:

- inspeção e verificação do correto funcionamento de todo o circuito de alarme da subestação, com teste individual de cada ponto;
- inspeção no painel geral de alarme quanto a limpeza dos equipamentos ali contidos, conexões e etc;
- verificação da corrente de inscrição dos alarmes e identificação dos pontos de origem.

l) Transformadores de força e luz:

Serão feitas as seguintes verificações:

- inspeção das conexões do primário e secundário;
- verificação dos tipos de comutação quanto a ausência de atrito, boa superfície de contato, boas condições de manobra;
- verificação da conexão de terra;
- outros testes e verificações recomendados pelo fabricante em acordo com o manual de instrução.

m) Malha de terra da subestação:

Serão feitas as seguintes verificações:

- medição da resistência de terra;
- inspeção das conexões de terra em todos os painéis, carcaça de equipamentos, terminais de cabos e demais elementos metálicos.

n) Circuitos de iluminação e instrumentação:

Serão feitas as seguintes verificações:

- medição de isolamento dos cabos principais;
- identificação clara dos circuitos de iluminação em acordo com os desenhos Teste;
- identificação clara dos circuitos de alimentação dos instrumentos;
- inspeção nos quadros de alimentação de luz e de instrumentos quanto a correta conexão e ao bom contato;
- inspeção nos transformadores de luz e de instrumentos, identificação das fases primárias;
- verificação da boa distribuição de cargas entre as fases e entre transformadores.

#### 3.12.4.8.1.2 RELAÇÕES SAE-CONTRATADA NESTA FASE

Qualquer teste de equipamento ou procedimento que possa ter interferência nas instruções fora daqueles objetos das obras deverá ser acertado previamente entre a FISCALIZAÇÃO e a CONTRATADA.

Se for considerado pela FISCALIZAÇÃO como não-satisfatório o resultado de um teste, ajuste, limpeza, lavagem etc, deverá a CONTRATADA repeti-lo, sem bônus para o SAE.

#### 3.12.4.8.1.3 TESTE DE ACEITAÇÃO

Estes testes têm por objetivo a determinação da capacidade, eficiência, regulação e correção das demais condições operacionais dos vários equipamentos, e o confronto destes resultados com os valores e condições garantidos.

## **4 ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS**

Este documento congrega informações que orientam e fixam as condições técnicas gerais e específicas a serem obedecidas para o fornecimento dos equipamentos hidromecânicos previstos para a implantação da obra Projeto Executivo de Reforma e Ampliação das Estações de Tratamento de Água – ETAs 1 e 2, no município de Ituiutaba, Minas Gerais.

Todas as informações e exigências aqui contidas deverão ser obrigatoriamente, atendidas pelos Licitantes e PROPONENTES. No caso de eventual conflito de informações, os Licitantes deverão notificar a SAE, por escrito e em tempo hábil previsto pelo respectivo Edital, a quem caberá a elucidação final dos fatos. Procedimento idêntico deverá ser adotado pelo PROPONENTE caso julgue que quaisquer informações aqui contidas possam contrariar as eficiências esperadas ou garantias exigidas.

As especificações a seguir apresentadas são divididas em dois itens, descritos a seguir:

- Item 4.1 - Condições Técnicas Gerais: No qual são especificadas as características técnicas comuns ao fornecimento dos vários equipamentos e materiais;
- Item 4.2 - Condições Técnicas Específicas: No qual são detalhadas as características técnicas específicas para cada equipamento ou material utilizado.

O PROPONENTE deverá sempre atender às especificações contidas no item 4.1, no que couber, mesmo quando não mencionadas nas especificações particulares de cada equipamento ou material, apresentadas no item 4.2.

As características apresentadas no item 4.1, em caso de conflito, prevalecem sobre as informações do item 4.2. Vale ressaltar que quaisquer dúvidas ou conflitos que eventualmente ainda possam persistir além deste Edital serão dirimidos pela SAE, ou empresa contratada para o acompanhamento das obras, ambas doravante denominadas de FISCALIZAÇÃO.

### **4.1 CONDIÇÕES TÉCNICAS GERAIS**

#### **4.1.1 FORNECIMENTO**

##### **4.1.1.1 EXTENSÃO DO FORNECIMENTO**

Para cada equipamento e/ou material, onde cabível, o escopo do fornecimento compreenderá:

- fornecimento de todos os documentos técnicos de projeto, conforme item 3.3 deste documento;

- fabricação;
- montagem na fábrica;
- proteção e pintura;
- realização de ensaios e testes na fábrica;
- embalagem, transporte dos componentes até o local da obra e descarga em local a ser definido pela Fiscalização;
- fornecimento das peças sobressalentes necessárias para 2 (dois) anos de operação;
- fornecimento de todos os materiais e aparelhos necessários para realização dos ensaios na fábrica e na obra;
- fornecimento de toda a mão de obra e serviços para os testes e a montagem;
- fornecimento de todas as tintas necessárias para serviços de retoque;
- fornecimento de todos os elementos especiais necessários à montagem;
- fornecimento de todos os óleos e graxas do primeiro enchimento, com adicional suficiente para atender a um período de 6 (seis) meses de operação, para todos os equipamentos fornecidos;
- fornecimento dos eletrodos eventualmente necessários para a montagem na obra;
- material adicional para montagem (parafusos, chumbadores, porcas, arruelas, etc.), na quantidade de 10% do total necessário;
- supervisão de montagem;
- supervisão de ensaios e testes na obra;
- supervisão de partida e pré-operação;
- fornecimento de todos os certificados de testes e ensaios realizados nos materiais, componentes e no próprio equipamento;
- fornecimento de manuais de testes, montagem, operação e manutenção do sistema;
- placas de identificação;
- declaração de que o equipamento ou acessórios fornecidos operarão perfeitamente nas unidades projetadas onde serão instalados e nas condições previstas.
- treinamento de pessoal de operação e manutenção.

O PROPONENTE na sua proposta deverá relacionar, quantificar e especificar, por equipamento ou sistema ofertado, todos os itens anteriormente relacionados e outros que, a seu critério, sejam necessários. Caso algum item não caiba ao equipamento ou sistema ofertado o PROPONENTE deverá indicar claramente a sua exclusão.

Os equipamentos deverão ser entregues embalados e em perfeitas condições de uso em local a ser definido pela FISCALIZAÇÃO.

#### 4.1.1.2 LIMITAÇÕES DO FORNECIMENTO

- Não fazem parte do fornecimento:
  - construção civil;
  - montagem dos equipamentos, a menos que, explicitamente indicado nas condições específicas do equipamento;
  - retoques e pintura de acabamento na obra.

#### 4.1.2 DOCUMENTOS TÉCNICOS DA PROPOSTA

O PROPONENTE, na sua proposta, deverá incluir os seguintes documentos de natureza técnica:

- declaração clara e concisa que o equipamento, ou sistema ofertado, adaptar-se-á perfeitamente às unidades projetadas para recebê-lo e nas condições previstas no projeto;
- especificações completas dos equipamentos, ou dos sistemas ofertados, em perfeita obediência às presentes especificações;
- catálogos, desenhos e dados técnicos do equipamento ou sistema ofertado;
- relação de fornecimentos anteriores com atestados de bom desempenho;
- necessidades de energia elétrica água e outros insumos referidos à perfeita operação do equipamento ou sistema ofertado;
- esforços, momentos, etc., que os equipamentos ou sistemas ofertados transmitirão às obras civis projetadas;
- relação e roteiro de inspeções, testes e ensaios a serem efetuados;
- garantia do equipamento (ou sistema ofertado) conforme item 3.10.

#### 4.1.3 DOCUMENTOS TÉCNICOS DO PROJETO

Após a contratação e nos prazos fixados pelo EDITAL, o PROPONENTE deverá apresentar, à FISCALIZAÇÃO, documentos técnicos contendo informações conforme discriminadas na seqüência.

##### 4.1.3.1 PROJETO DE IMPLANTAÇÃO

O projeto deverá conter todas as informações e elementos necessários para que se possam resolver, em caráter definitivo, as interferências entre o equipamento a ser fornecido e o Projeto Executivo a ser desenvolvido. O projeto de implantação deverá conter, no mínimo, os seguintes documentos:

- desenhos de arranjos gerais das instalações, em plantas e cortes, com grau de detalhe suficiente para que se possa conhecer a posição relativa entre equipamentos e obras e as dimensões gerais, tanto do equipamento quanto do conjunto, características das peças embutidas mostrando todas as interfaces com as obras civis, incluindo-se aquelas de caráter transitório que possam ocorrer durante os processos de montagem e manutenção;
- plano de cargas mostrando, em grandeza, os pontos aplicação e direção de todas as cargas estáticas e dinâmicas com a respectiva frequência, transmitidas pelos equipamentos às estruturas civis, bem como, o plano de locação e dimensionamento básico de chumbadores;
- instruções especiais para o projeto e construção das obras civis, sempre que cuidados específicos tiverem de ser tomados durante a elaboração dos projetos ou durante a execução da obra e a instalação dos equipamentos.

#### 4.1.3.2 PROJETO DE FABRICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

Os documentos deste projeto terão a finalidade de permitir a constatação de que os equipamentos estejam sendo projetados adequadamente e em conformidade com as exigências do Contrato e das especificações técnicas, servindo, ainda, para subsidiar os serviços de montagem, manutenção, operação e inspeção. Estes documentos deverão ser constituídos por:

- desenhos do conjunto geral, acompanhados da lista que identifica os subconjuntos que os constituem;
- desenhos das unidades envolvidas no processo, mostrando, em caráter final, sua configuração geométrica e dimensões detalhadas, não só do conjunto mas também dos subconjuntos, componentes e peças, com a mais perfeita e completa caracterização dos materiais de construção, tratamentos térmicos e químicos, usinagens, acabamentos, tolerâncias, assim como, especificações operacionais (capacidade, vazão, velocidade, etc.);
- memoriais contendo todos os cálculos justificativos de todo o dimensionamento e seleção dos equipamentos principais e equipamentos auxiliares;
- especificações e listas de materiais.



Sempre que as peças ou componentes forem de fabricação corrente e aquisição a granel, deverão ser indicados os respectivos números de catálogos dos PROPONENTES, devendo ser paralelamente fornecidos os catálogos mencionados, exceto quando se tratar de materiais de designação universalmente conhecida e utilizada (exemplo: mancais, porcas, conexões não especiais, válvulas não especiais correias correntes, redutores, acoplamentos, etc.).

#### 4.1.3.3 PROJETO DE MONTAGEM

O projeto de montagem deverá fornecer, além de todos os elementos necessários à montagem dos equipamentos em geral, os serviços de instalação de todas as tubulações, eletrodutos, suportes, leito de cabos, fiação elétrica, painéis, quadros, equipamentos auxiliares, Tc, até limite de fornecimento.

Visando alcançar essa finalidade, o projeto de montagem, sem ficar necessariamente a eles restritos, deverá conter os seguintes elementos:

- desenhos de instalação dos equipamentos;
- desenhos de instalação das tubulações, válvulas e equipamentos auxiliares, com listas e especificações de materiais, complementados por diagramas isométricos com todas as dimensões de locações;
- descrição completa do sistema operacional, ou esquemas de bloco ou funcionais que permita o perfeito entendimento de toda a lógica e travamentos;
- desenhos e diagramas de ligações;
- instruções para manuseio e montagem dos equipamentos, ilustradas com diagramas, mostrando a seqüência de montagem e recomendações especiais quando for o caso, tanto para manuseio e montagem quanto para estocagem na obra antes da montagem.

#### 4.1.3.4 MANUAIS DE MONTAGEM E DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

##### 4.1.3.4.1 GENERALIDADES

Cada via dos manuais definitivos deverá ser montada em pastas resistentes ao manuseio e revestidas de material plástico impermeável.

A capa de cada manual trará as seguintes informações:

- nome da Contratante: SAE;
- nome da obra: Estações de Tratamento de Água- ETAs 1 e 2;
- unidade do sistema onde o equipamento está localizado;
- nome e código do equipamento;
- nome do PROPONENTE;

- tipo de manual (montagem, operação ou manutenção).

#### 4.1.3.5 MANUAL DE MONTAGEM

O manual de montagem conterá instruções de manuseio e montagem, de forma completa e pormenorizada, definindo claramente todas as etapas de montagem na obra e incluirá no mínimo as seguintes informações:

- indicação das peças de maiores dimensões e maiores cargas;
- plantas de locação gerais de subsistemas e de tubulações, obedecendo ao sistema de direções ortogonais e utilizando simbologia de convenção de instrumentos, tubulações, equipamentos, etc., indicada pela Fiscalização;
- todas as informações sobre as soldas a serem executadas na obra, inclusive especificações dos eletrodos;
- tipos, quantidades e especificações dos chumbadores a serem supridos pelo PROPONENTE;
- ajustes e folgas;
- aperto de parafusos, molas, etc;
- ilustrações e/ou desenhos esquemáticos;
- outras informações necessárias ao bom andamento dos serviços de montagem;
- listagem dos conjuntos parciais e subconjuntos que devam ser montados na obra;
- instruções de manuseio e transporte.

#### 4.1.3.6 MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

O manual de operação e manutenção conterá descrições e instruções completas e pormenorizadas para a operação e manutenção dos subsistemas e dos equipamentos, tendo sempre em vista o melhor desempenho e a máxima segurança do pessoal.

Esse manual incluirá também o que se segue:

- determinação dos ciclos de operação com recomendação quanto a testes, calibragem, alteração ou substituição de partes funcionais ou não funcionais dos subsistemas e equipamentos, de acordo com um programa de manutenção periódica;
- tabela de lubrificação periódica com indicação dos tipos de lubrificantes recomendáveis, com seus equivalentes de diversos PROPONENTES;
- listas de todas as peças dos equipamentos, com números de catálogos e outras informações necessárias à recomendação de peças de reposição.

#### 4.1.4 CONDIÇÕES DE ELABORAÇÃO E APRESENTAÇÃO DOS DOCUMENTOS DE PROJETO

##### 4.1.4.1 GENERALIDADES

Definem-se como Documentos de Projeto aqueles relacionados no item 3.3 desta especificação.

Todos os documentos de Projeto, correspondência e outros documentos serão redigidos em português. Caso contrário, os documentos originais serão acompanhados da respectiva tradução. Em casos particulares, como por exemplo, catálogos e publicações técnicas, a FISCALIZAÇÃO poderá declinar dessa exigência, aceitando textos em inglês, ficando, porém, com direito de exigir a tradução de qualquer texto que julgar importante.

As unidades de medida do Sistema Métrico deverão ser usadas para todas as referências do projeto, inclusive descrição técnica, especificações, desenho e quaisquer documentos ou dados adicionais.

Em todos os documentos de projeto, os equipamentos deverão ser identificados através do código correspondente, indicado na lista de equipamentos, ou outro definido pela FISCALIZAÇÃO.

##### 4.1.4.2 DESENHOS, LISTA DE MATERIAIS E MEMORIAIS DE CÁLCULO

###### 4.1.4.2.1 CONDIÇÕES DE ELABORAÇÃO DOS DESENHOS

Os desenhos serão elaborados de acordo com as Normas da ABNT.

Todos os desenhos terão uma legenda onde se lerá, claramente, entre outras, as seguintes informações, a serem confirmadas pela FISCALIZAÇÃO:

- nome da Contratante: SAE - SUPERINTENDÊNCIA DE ÁGUA E ESGOTOS DE ITUIUTABA;
- nome da obra a que se destina: PROJETO EXECUTIVO DE REFORMA E AMPLIAÇÃO DAS ETAS 1 E 2 DA SAE DE ITUIUTABA/MG PARA A VAZÃO MÁXIMA DE 570 L/S;
- título específico do desenho identificando-se, através do código, o nome o local onde será instalado o equipamento.

Em todos os desenhos, haverá um espaço quadrado em branco de, no mínimo, dez centímetros de lado, destinado ao carimbo da FISCALIZAÇÃO.

Todas as revisões dos desenhos aparecerão claramente assinaladas, por um número, data e assunto, em espaço conveniente no próprio desenho.

Os desenhos de conjunto geral do equipamento, ou do subsistema indicarão, em destaque, as características operativas do mesmo, tais como, capacidades, velocidades, cursos, vazões, etc., assim como, as dimensões principais, pesos, pormenores de montagem, acabamentos, folgas e demais informações a eles pertinentes.

As dimensões principais que afetarão a instalação, tais como, locação das ancorasses, locação de tubulações, tomadas de corrente, etc., serão obrigatoriamente indicadas.

As tolerâncias de fabricação e de montagem, tanto para dimensões lineares quanto angulares, constarão obrigatoriamente dos desenhos.

Quando adotados afastamentos normalizados, os mesmos deverão ser indicados segundo os padrões da ISO –International Organization for Standardization.

As peças, com tratamentos térmicos ou termoquímicos trarão citação dos mesmos nos respectivos desenhos. Nos casos aplicáveis, o valor da dureza superficial e outras características mecânicas exigidas serão igualmente citados.

Os desenhos mostrarão, em destaque e em seqüência, todas as ligações e/ou alterações, que serão executadas na obra quando da montagem dos equipamentos. A especificação dos eletrodos, para a execução de soldas, constará dos desenhos.

Cada equipamento terá todos os seus desenhos devidamente relacionados em listas, de formato A-4 (210 x 297 mm), nas quais estarão indicados: Os números dos desenhos, o número da revisão, a denominação do desenho e a data de emissão da lista.

O desenho de conjunto geral será acompanhado da lista que identifica os conjuntos parciais que o constituem.

Cada conjunto parcial será acompanhado de sua respectiva lista, nela identificados os desenhos dos pormenores que se referem a cada subconjunto.

#### 4.1.4.2.2 CONDIÇÕES DE ELABORAÇÃO DAS LISTAS DE MATERIAIS

As listas de materiais serão elaboradas para grupos de desenhos de um subconjunto ou conjunto.

As listas de materiais conterão:

- descrição completa do material aplicado;
- quantidades (peso, comprimento, etc.) por peça e/ou por conjunto;
- norma, marca e/ou código comercial do material;
- referência, PROPONENTE, catálogo, folheto, etc.

As quantidades indicadas nas listas de materiais serão líquidas, sem acréscimos para perdas. O PROPONENTE será responsável pelo fornecimento dos materiais nas quantidades necessárias para instalação e funcionamento do objeto, considerando perdas, substituições, etc.

#### 4.1.4.2.3 CONDIÇÕES DE ELABORAÇÃO DOS MEMORIAIS DE CÁLCULO

Os memoriais de cálculo deverão ser elaborados separadamente segundo o assunto a que se referem.

A FISCALIZAÇÃO poderá solicitar, sempre que julgar necessário, o envio de memoriais de cálculos que não tenham sido apresentados, bem como, a complementação de qualquer memorial de cálculo que julgar incompleto ou insuficiente.

Os memoriais de cálculo serão organizados em sequência lógica de acordo com o processo ou o tipo de equipamento e possuirão índice. As características mecânicas dos materiais empregados e as tensões admissíveis serão indicadas no início de cada dimensionamento.

Referências às normas aplicadas serão feitas, indicando procedência, nome, sigla, número, etc. A FISCALIZAÇÃO poderá, a seu critério, solicitar que o PROPONENTE lhe envie uma cópia da norma empregada.

Todas as normas e bibliografias aplicadas referentes às fórmulas, métodos de cálculo, etc., serão indicadas através do seu nome, sigla, número, editora e página. Caso essa bibliografia não seja de domínio público e/ou facilmente encontrada no Brasil, o PROPONENTE anexará cópia da mesma ao memorial de cálculo.

Cópias dos gráficos e tabelas de ensaios, efetuados ou não pelo PROPONENTE, também acompanharão os memoriais de cálculo, nos casos aplicáveis.

### 4.1.5 CONDIÇÕES DE PROJETO E CONSTRUÇÃO

#### 4.1.5.1 NORMAS TÉCNICAS APLICÁVEIS

Serão aplicadas normas brasileiras e/ou internacionais. Nos casos de discordância e omissões destas normas prevalecerão as condições estipuladas nas presentes especificações técnicas.

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

As principais associações normativas passíveis de aplicação são as seguintes:

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental;

- AFNOR - Association Française de Normalisation;
- AGMA - American Gear Manufacturers Association;
- AISI - American Iron and Steel Institute;
- ANSI - American National Standards Institute;
- API - American Petroleum Institute;
- ASME - American Society of Mechanical Engineers;
- ASTM - American Society for Testing and Materials;
- AWS - American Welding Society;
- AWWA - American Water Works Association;
- DIN –Deutsches Institut für Normung;
- HIS - Hydraulic Institute Standards;
- IEC –International Electrotechnical Commission;
- IEEE - Institute of Electrical and Electronic Engineers;
- ISO - International Organization for Standardization;
- NEC –National Electrical Code;
- NEMA - National Electrical Manufacturers Association;
- SAE - Society of Automotive Engineers;
- SSPC - Steel Structures Painting Council;
- USASI - United States of America Standards Institute.

Em caso de conflito entre as normas citadas, a decisão final caberá à FISCALIZAÇÃO, cujo parecer poderá estar baseado em justificativa apresentada pelo próprio PROPONENTE.

#### 4.1.5.2 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

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

As montagens especiais serão feitas com auxílio de pinos de guia ou dispositivos simulares.

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

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

As peças sobressalentes serão intercambiáveis e idênticas às correspondentes peças originais instaladas.

As placas de identificação para equipamentos, com gravação do nome do PROPONENTE, ano de fabricação e dados nominais principais, serão feitas de aço inoxidável com espessura apropriada para longa permanência.

As placas de indicações para operação serão soldadas ou parafusadas com gravações em português e, quando aplicável, serão previstas placas indicativas do sentido de rotação. Não será aceita fixação de placas com adesivo.

As informações mínimas gravadas nas placas serão as mencionadas a seguir:

- nome do PROPONENTE;
- modelo;
- número de série;
- características fundamentais da operação: o PROPONENTE deverá apresentar uma lista, à Fiscalização, dos dados operacionais propostos para a placa de identificação;
- ano de fabricação;
- código de identificação;
- número da Autorização de Fornecimento.

#### 4.1.5.3 PADRONIZAÇÃO E INTERCAMBIALIDADE

O PROPONENTE deverá projetar, construir e fornecer os equipamentos, seus auxiliares e os acessórios, atendendo critérios de padronização e intercambialidade das partes constitutivas dos mesmos.

### 4.1.6 MATERIAIS, PINTURAS E FABRICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS MECÂNICOS

#### 4.1.6.1 GENERALIDADES

O equipamento será fabricado segundo as normas técnicas aplicáveis, empregando-se materiais novos de primeira qualidade. Todas as peças apresentarão um acabamento compatível com a sua importância, colocação e destinação.

De modo geral, todo e qualquer material, tais como, chapas de aço carbono, ferros e aços fundidos, peças forjadas, aços inoxidáveis, etc., será pormenorizadamente especificado segundo norma aplicável e terão comprovado as suas propriedades mecânicas e composição química, por meio de certificados de qualidade do material, emitidos pelos próprios PROPONENTES ou, então, através de ensaios previstos pela FISCALIZAÇÃO.

Sempre que for utilizado qualquer material não coberto por certificado de qualidade, o PROPONENTE deverá apresentar justificativa técnica detalhada de seu emprego.

#### 4.1.6.2 MATERIAIS

Salvo indicações contrárias nas condições técnicas específicas de cada equipamento, os materiais serão, no mínimo, de acordo com a Tabela 4.1:

Tabela 4.1 Materiais Mínimos das especificações dos equipamentos

Ferro fundido cinzento	ASTM A-48, Classe 35
Ferro nodular	ASTM A-536,
Aço fundido	ASTM A-148,
Aço fundido	ASTM A-27 (para peças de menor confiabilidade)
Chapas Grossas	ASTM A-283, Gr. C
Chapas finas	ASTM A-570, Gr. C
Tubos de qualidade estrutural	ASTM A-120
Peças forjadas	ASTM A-181, ASTM A-273, Gr. 1045

#### 4.1.6.3 SOLDAGEM

Os serviços de soldagem, na fábrica e na obra, serão executados de acordo com as Normas da ABNT, TB-2, EB-79, P-MB-168, MB-262, NB-109, AWS-D.1.1 ou equivalente.

A soldagem será executada por oficiais soldadores devidamente qualificados de acordo com a norma ABNT-MB-262, ASME - Seção IX - Capítulo 7 ou equivalente.

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

#### 4.1.6.4 LIMPEZA, PINTURA E PROTEÇÃO DAS SUPERFÍCIES

##### 4.1.6.4.1 GENERALIDADES

A pintura de qualquer parte do equipamento e toda proteção a ser empregada só será aplicada pelo PROPONENTE após inspeção do equipamento pela FISCALIZAÇÃO.

O local da fábrica, escolhido para a aplicação da pintura, será sujeito à aprovação da FISCALIZAÇÃO.

Todos os materiais ou superfícies que, pela sua natureza ou função, não devam sofrer a ação de abrasivos e/ou pintura, serão convenientemente protegidos, desde que sejam contíguos às superfícies sujeitas à ação desses agentes.

Os equipamentos serão protegidos contra a entrada de abrasivos ou pó nas partes delicadas.

Os equipamentos removíveis serão desligados e removidos a fim de permitir limpeza e pintura das superfícies contíguas.

Todas as superfícies usinadas, tais como, eixos para suporte de rolamentos, engrenagens e outras superfícies que obviamente não devam ser pintadas, após a limpeza e secagem serão



protegidas pela aplicação de compostos anti-corrosivos do tipo verniz, óleo ou graxa, dependendo de cada caso específico.

Esta proteção deverá ser mantida durante todo o período de montagem na obra até o término dos Ensaaios de Recebimento Provisório. Tais proteções serão facilmente removíveis por meio de solventes apropriados.

As partes internas das vigas caixão, que tenham contato permanente com o ar serão convenientemente protegidas contra a corrosão.

As tubulações deverão ser fornecidas com o esquema de preparação de superfície e pintura conforme as condições técnicas específicas.

O PROPONENTE deverá especificar o tipo de proteção previsto para materiais não ferrosos, de acordo com sua qualidade e local de utilização.

A padronização de cores, para a pintura final de acabamento dos equipamentos e materiais mecânicos, será informada pela FISCALIZAÇÃO durante a fase de aprovação dos projetos.

Alterações nos procedimentos executivos de aplicação, nos tipos de revestimentos ou nos materiais e produtos utilizados só serão possíveis mediante prévia autorização da FISCALIZAÇÃO.

ASAE se reserva o direito de paralisar, a qualquer tempo, todos os serviços que estejam sendo executados em desacordo com esta especificação, as práticas recomendadas, procedimento executivo aprovado, e as normas de segurança aplicáveis.

#### 4.1.6.4.2 CONDIÇÕES DE APLICAÇÃO DE REVESTIMENTOS

Estas condições orientam a aplicação de materiais para revestimentos anti-corrosivos em substratos metálicos ferrosos sujeitos, quando em operação, à temperatura do fluído ou do ambiente (-10 °C a 60 °C).

Todos os serviços, desde o preparo da superfície até a cura final da última camada de revestimento aplicado, só poderão ser executados em situação de absoluta limpeza, e nas seguintes condições atmosféricas:

- umidade relativa do ar: máxima 85 %;
- temperatura ambiente: mínima 5 °C;
- temperatura mínima do substrato: 3 °C acima do ponto de orvalho;
- temperatura máxima do substrato: 60 °C.

#### 4.1.6.4.3 NORMAS

As normas e recomendações técnicas que regerão a limpeza, pintura e proteção de qualquer parte do equipamento, serão aquelas citadas no Manual de Pintura de Estruturas Metálicas, elaborado pelo Steel StructuresPaintingCouncil - SSPC.

Para cada equipamento ou parte, um ou mais tipos de limpeza serão usados, conforme indicado nas condições técnicas específicas. Os tipos de limpeza obedecerão à norma SSPC e os aspectos das superfícies limpas corresponderão aos padrões da norma sueca SIS 05 5.900.

Tabela 4.2: Normas e padrões de limpeza

Tipo de Limpeza	Norma	Padrão
Limpeza com solvente	SSPC-SPI	
Limpeza com ferramentas manuais	SSPC-SP2	St2
Limpeza com ferramentas motorizadas ou pneumáticas	SSPC-SP3	St3
Limpeza com jato abrasivo ou grau “comercial”	SSPC-SP6	Sa2
Limpeza com jato abrasivo ao metal quase branco	SSPC-SP10	Sa2 1/2
Limpeza com jato abrasivo ao metal branco	SSPC-SP25	Sa3

#### 4.1.6.4.4 PREPARAÇÃO E PINTURA DAS SUPERFÍCIES

O preparo da superfície e a aplicação do material de revestimento deverão seguir as recomendações apresentadas nesta especificação que tem como referência as recomendações de revestimento da Norma Técnica SABESP NTS-84: Revestimentos – Guias, e demais normas nela citadas, produto de recente pesquisa realizada pelo IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo a respeito de pinturas e revestimentos de materiais em ETAs.

Todos os componentes ferrosos dos equipamentos deverão ser devidamente limpos de crostas de laminação, sujeira, ferrugem, graxa e outras substâncias estranhas, objetivando-se manter uma superfície limpa e seca.

Todos os cantos vivos deverão ser eliminados com esmeril ou por outros meios, para melhorar a aderência das tintas.

As superfícies pintadas não apresentarão falhas, poros, escorrimentos, pingos, rugosidade, ondulações, trincas, marcas de processo de limpeza, bolhas, bem como, variações na cor, textura e brilho. A película será lisa e de espessura uniforme.

Arestas, cantos, pequenos orifícios (trincas), emendas, juntas, soldas, rebites e outras irregularidades de superfície, receberão especial tratamento, de modo a garantir que elas adquiram uma espessura adequada de pintura.

A pintura será aplicada nas superfícies adequadamente preparadas e livres de umidade. Não será aplicada pintura nos ambientes onde a umidade relativa do ar seja superior a 85%, havendo necessidade, a umidade será mantida abaixo deste limite por meio de abrigos e/ou aquecimento durante a pintura e até que a película tenha secado.

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

Salvo indicações contrárias, a temperatura das superfícies a serem pintadas e do ar atmosférico em contato com as mesmas não será menor que 7° C durante a aplicação da pintura, nem após, enquanto a pintura não tiver secado livre ao toque.

A pintura será aplicada e curada de acordo com as mais recentes instruções impressas do PROPONENTE da tinta. A preparação da superfície será também feita de acordo com tais instruções.

O PROPONENTE poderá propor pintura diferente, desde que a mesma apresente um grau de proteção superior à anteriormente especificada, a ser plenamente justificada em sua proposta, e sujeita a aprovação da FISCALIZAÇÃO.

Bombas, motores, variadores de velocidade e partes similares fornecidas normalmente com acabamento de fábrica, deverão receber uma demão de massa e de esmalte, ou outro tratamento aprovado e garantido pelo PROPONENTE e adequado ao serviço exposto às intempéries.

As pinturas a serem utilizadas em materiais ferrosos serão a princípio, as seguintes:

#### 4.1.6.4.4.1 MATERIAIS QUE FICARÃO SUBMERSOS:

- 2 demãos de primer de composição epóxica de dois componentes, rica em zinco (92 % de Zn na película), formando uma película seca com espessura mínima de 150 microns;
- 2 demãos de alcatrão epóxi, formando uma película seca com espessura mínima de 300 microns.

#### 4.1.6.4.4.2 MATERIAIS QUE NÃO FICARÃO SUBMERSOS:

- 2 demãos de zarcão-cromato de zinco, formando uma película seca de 70 a 100 microns;
- 2 demãos de esmalte sintético, formando uma película seca de 50 a 70 microns.

#### 4.1.6.4.5 CUIDADOS COM AS SUPERFÍCIES PINTADAS

As peças que tenham sido pintadas não serão manuseadas ou trabalhadas até que a película esteja totalmente seca e dura.

Antes da montagem final, todas as peças pintadas serão estocadas fora do contato direto com o solo.

#### 4.1.6.4.6 RETOQUES

Sempre que se tome necessário manter a integridade da película de pintura, qualquer contaminação ou deterioração da mesma será removida, fazendo-se em seguida, estoque com a junta especificada.

Para todo o equipamento que inclua proteção e pintura de acabamento na fábrica, o PROPONENTE fornecerá junto com cada unidade entregue, as tintas à base de primem e as tintas de acabamento necessárias para retocar a pintura eventualmente danificada nas operações de transporte, montagem e instalação.

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

#### 4.1.6.4.7 OUTROS TIPOS DE PROTEÇÃO

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

Salvo indicações contrárias, os parafusos, porcas e arruelas planas e de pressão, previstos nos equipamentos sujeitos a corrosão serão de aço inoxidável AISI 304.

#### 4.1.7 PEÇAS SOBRESSALENTES

O PROPONENTE deve fornecer baseado em sua experiência, uma lista de peças sobressalentes para um prazo de dois anos que, após a aprovação deverá ser parte integrante do fornecimento, constando do volume da proposta. O PROPONENTE também se compromete a manter em estoque peças sobressalentes por um prazo de dez anos a partir da data de entrega dos equipamentos.

#### 4.1.8 ESTRUTURAS AUXILIARES PARA ACESSO AOS EQUIPAMENTOS

Todas as instalações para acesso aos equipamentos, ou sistemas, e que façam parte do escopo de fornecimento, tais como, passarelas, plataformas, escadas, guarda-corpos, corrimãos,

etc., deverão ser fabricadas com estruturas metálicas, salvo menção contrária nas condições técnicas específicas.

Estas estruturas somente irão fazer parte do escopo de fornecimento do equipamento quando estiverem explicitamente solicitadas nas condições técnicas específicas de cada unidade.

#### 4.1.8.1 MONTAGEM NA FÁBRICA

De modo geral, salvo indicação contrária nas condições técnicas específicas, os equipamentos ou suas partes serão pré-montados ou montados na fábrica do PROPONENTE, para que sejam inspecionadas a exatidão das dimensões e a sua funcionalidade, tudo de acordo com os desenhos aprovados, estas especificações técnicas e as normas adotadas.

Após a montagem, todas as partes receberão, através de estampagem, as marcas de identificação, para facilitar a futura montagem na obra.

#### 4.1.8.2 EMBALAGEM

A embalagem, para o transporte, será efetuada com materiais e mão-de-obra do PROPONENTE.

As dimensões e tipos de volumes deverão ser de acordo com as regulamentações de transporte pesado nas rodovias e ferrovias e transporte marítimo, conforme o caso.

Serão preparadas listas separadas de embarque relativamente a cada um e a todos os embarques feitos, devendo uma cópia ser incluída em cada volume e outra cópia ser pregada do lado de fora de cada volume em um envelope impermeável. As referidas listas conterão as seguintes informações detalhadas, relativamente a cada volume (caixa, engradado, fardo, etc.) embarcado:

- empresa contratante;
- nome da obra;
- via de transporte (se aplicável);
- número do volume;
- descrição do conteúdo;
- itens identificados pelo número da lista de materiais do PROPONENTE, fábrica, número do desenho e todos os outros dados de identificação;
- identificação, pelo item do contrato;
- peso bruto, tara e peso líquido;
- dimensões.

- antes de serem embalados, os materiais e equipamentos serão devidamente marcados para identificação, a qual incluirá, para cada peça principal, pelo menos os seguintes dados:
- nome da obra;
- nome do PROPONENTE;
- número de fabricação;
- número de peça com número da unidade;
- número da especificação fornecida pela FISCALIZAÇÃO;
- dimensões da embalagem e peso bruto.

As embalagens deverão ser suficientes para proteger o conteúdo de danos durante o trânsito, do ponto de fabricação até depois da chegada ao local da obra, em condições que envolvam bastante movimentação, transbordo, armazenamento prolongado, exposição à umidade e possibilidade de roubo ou furto. O PROPONENTE deverá atender às exigências mínimas seguintes e será independentemente da aprovação dada pela FISCALIZAÇÃO, exclusivamente responsável pela entrega do equipamento em boa ordem e condições.

As embalagens e o acondicionamento dos volumes nos veículos de transporte serão efetuados de tal maneira que impeçam o contato direto entre as partes;

As caixas, engradados e estrados serão cintados em aço, de modo adequado à necessidade de embarque. As peças de madeira usadas deverão ser de tamanho adequado à carga. A madeira deverá ser perfeita e bem seca;

Todos os pregos deverão ser revestidos de proteção anti-corrosiva, e próprios para caixotes. Por uma questão de resistência máxima, deverão ser aplicados perpendicularmente às fibras de madeira usadas na embalagem;

As cintas metálicas deverão ser colocadas com ferramenta esticadora e presas com selos de aço;

Os itens embarcados em fardos deverão ser separados, segundo o seu comprimento e tamanho, e atados em fardos de tamanho e peso razoáveis. Sempre que possível, os extremos deverão ser rematados;

As peças pesadas serão montadas e aparafusadas sobre estrados ou engradados, os quais deverão ter resistência suficiente para suportar e evitar a distorção das máquinas;

As peças ou conjuntos não passíveis de serem clareados pela exposição ao tempo poderão ser embalados somente com engradados, ou semi encaixotados. Todas as aberturas dos tubos, das válvulas e dos mecanismos deverão ser protegidas por tampas de madeira ou plug's. Todas

as roscas deverão ser cobertas por tampas ou embrulhadas, de modo a serem protegidas contra danos durante o trânsito;

As partes frágeis serão embrulhadas em almofadas crepecelulósicas (ou outro material de acolchoamento igualmente eficiente) e colocadas em serragem. Os artigos frágeis deverão ser embalados em caixas de madeira com precauções especiais contra o risco de quebra;

Cada pedaço de tubo, de diâmetro igual ou superior a 6", será individualmente identificado. Tubos, com diâmetro inferior a 6", serão amarrados com tábuas de 15 por 10cm, por cima e por baixo da carga. Os extremos rosqueados dos tubos deverão ser protegidos por discos de madeira;

As peças, insuficientemente rígidas, serão providas de nervuras provisórias ou suportes e escoramentos para preservarem as suas formas;

As peças pequenas deverão ser acondicionadas em caixas de rigidez suficiente, dentro das quais deverão ser escoradas e protegidas adequadamente;

As peças sobressalentes serão embaladas em volumes separados, bem como, as ferramentas especiais que façam parte do fornecimento;

Os equipamentos elétricos deverão ser fornecidos embalados para transporte, de maneira que possam ser embarcados, na medida do possível, já montados, a fim de facilitar o seu manuseio e reduzir o tempo de montagem.

#### 4.1.8.3 TRANSPORTE

O PROPONENTE será responsável pelo transporte e entrega dos equipamentos até o almoxarifado da obra incluindo seguro, carga e descarga dos mesmos.

Supervisão de Montagem e Verificação de Funcionamento

O PROPONENTE deverá colocar à disposição e garantir os serviços relativos à supervisão de montagem na obra, bem como a verificação de funcionamento testemunhada pela FISCALIZAÇÃO.

Antes da partida inicial o PROPONENTE deverá verificar a montagem do equipamento e autorizar o "Start Up" por escrito, através de relatório de visita.

#### 4.1.8.4 PEDIDOS DE COMPRAS

Todos os pedidos de compra de matéria-prima, das peças fundidas e forjadas, deverão conter as especificações dos materiais, de conformidade com aquelas definidas nestas especificações técnicas, inclusive destacando os valores ditados pelas características e propriedades químicas, mecânicas e elétricas.

#### 4.1.8.5 CERTIFICADO DE ENSAIO DE MATERIAIS

O PROPONENTE enviará à FISCALIZAÇÃO todos os certificados de análises físicas e químicas, discriminados nos Roteiros de Inspeções, relativos às chapas e perfis estruturais, fundidos, forjados, aços inoxidáveis e peças importantes que serão usadas na fabricação de cada equipamento.

Tais certificados comprovarão as características físicas e químicas dos materiais definidos nas listas de materiais, nos desenhos devidamente aprovados e/ou nestas especificações técnicas, e serão emitidos por um órgão oficial ou entidade aprovada pela FISCALIZAÇÃO.

#### 4.1.8.6 ENSAIOS E INSPEÇÕES NA FÁBRICA E NA OBRA

##### 4.1.8.6.1 GERAL

Os ensaios e inspeções serão efetuados com a supervisão de um inspetor credenciado pela FISCALIZAÇÃO.

O PROPONENTE deverá fornecer todas as facilidades em sua fábrica para uma inspeção pormenorizada dos materiais e trabalhos concernentes, e dará toda a mão-de-obra auxiliar e instrumentação que for necessária à inspeção.

Os materiais aprovados para fabricação deverão ser marcados, para possibilitar a futura identificação.

Os exames e ensaios de rotina de todos os componentes da encomenda correrão por conta do PROPONENTE, e deverão ser realizados, de preferência, na sua própria fábrica.

Os ensaios e exames de rotina envolvem todos os previstos nas normas técnicas correlatas (ABNT, ASTM, ANSI e outras), tais como:

- exame de documentação técnica (certificados, análises químicas, etc.) dos materiais aplicados na fabricação;
- ensaios destrutivos;
- ensaios não destrutivos;
- verificação dimensional dos componentes e dos conjuntos;
- verificação de funcionamento dos equipamentos mecânicos auxiliares (motores, bombas, etc.);
- verificação de funcionamento dos conjuntos;
- verificação de funcionamento dos circuitos elétricos de comando e proteção em conjunto com o funcionamento da parte mecânica / hidráulica;
- verificação da pintura e de outros tipos de proteção.



O PROPONENTE obrigar-se-á a realizar os ensaios e as inspeções itens seguintes desta seção, em atas previamente acordadas com a FISCALIZAÇÃO.

A relação dos ensaios e inspeções é geral, devendo a FISCALIZAÇÃO, por ocasião da laboração dos Roteiros de Inspeções, basear-se nas informações relativas a ensaios e inspeções contidas também nas condições técnicas específicas, definindo, de comum acordo com o PROPONENTE, todos os ensaios e inspeções a serem realizados para a verificação da qualidade e desempenho do equipamento.

#### 4.1.8.6.2 PARTE MECÂNICA

##### 4.1.8.6.2.1 ENSAIOS DESTRUTIVOS

Os corpos de prova para os ensaios mecânicos deverão ser autenticados e numerados pela FISCALIZAÇÃO.

Os ensaios de tração e os de dobramento obedecerão às exigências das normas NBR-6152 e NBR-6155 da ABNT.

Para as chapas e perfilados serão feitos ensaios de tração e dobramento, por amostragem, a critério da FISCALIZAÇÃO, desde que o PROPONENTE não tenha condições de apresentar os certificados emitidos pelo SUB-PROponente.

Os corpos de prova, das peças fundidas, deverão ser preparados conforme prática usual e autenticados pela FISCALIZAÇÃO. Os ensaios de tração serão realizados na presença da FISCALIZAÇÃO. Para as soldas serão feitos ensaios de tração e dobramento de corpos de prova em apenso às soldas, segundo a norma MB-262 da ABNT, ou equivalente.

##### 4.1.8.6.2.2 ENSAIOS NÃO-DESTRUTIVOS

Serão empregados os tipos de ensaios que se seguem, conforme definido nos Roteiros de Inspeções:

- ensaios de dureza;
- ensaios de ultra-som;
- ensaios de radiografia ou gamagrafia: os critérios de aceitação das soldas serão conforme a norma NB-1266 da ABNT e/ou ASME, seção VIII;
- ensaios por líquido penetrante ou partículas magnéticas (magna-flux): os critérios de aceitação das soldas serão baseados nas limitações de trincas ou porosidade permitida pela norma ASME ou outra aplicável.
- serão verificadas as espessuras de camadas protetoras, tais como:
- cromeação e outros processos similares: a verificação da camada será através de medidor magnético - elcômetro - ou outro aparelho indicado;
- ointura: a demão de pintura básica será verificada antes da aplicação da demão de acabamento; será utilizado medidor magnético - elcômetro.

#### 4.1.8.6.2.3 VERIFICAÇÕES DIMENSIONAIS E DE ACABAMENTO

Quando adotado o método de amostragem, os critérios serão regidos pelas Normas MIL-STD-105 D.

#### 4.1.8.6.2.4 PARTES ESTRUTURAIS

Antes da montagem dos elementos mecânicos e elétricos, após a aprovação das soldas, após tratamento térmico e após usinagem final, as partes estruturais serão submetidas à verificação dimensional completa e verificação de acabamento de usinagem.

#### 4.1.8.6.2.5 COMPONENTES MECÂNICOS

Os componentes mecânicos principais serão submetidos à inspeção dimensional de acabamento, após a usinagem final, após o tratamento térmico e antes de qualquer montagem, em 100% (cem por cento) dos lotes.

Os demais componentes mecânicos, após a usinagem final e antes de qualquer montagem, serão inspecionados, por amostragem. Os Roteiros de Inspeções definirão os componentes mecânicos que serão inspecionados.

#### 4.1.8.6.2.6 PEÇAS SOBRESSALENTE

Todas as peças sobressalentes serão submetidas à verificação dimensional completa e ensaios de funcionamento, quando necessários e possíveis.

#### 4.1.8.6.2.7 COMPONENTES BÁSICOS

Caso os certificados de ensaios não sejam emitidos por órgão oficial ou entidade aprovada pela FISCALIZAÇÃO, os ensaios para comprovação das características técnicas serão então realizados na presença da FISCALIZAÇÃO. Os Roteiros de Inspeções farão referência aos ensaios que forem necessários para os componentes básicos.

### 4.1.8.7 ENSAIOS DE RECEBIMENTO

#### 4.1.8.7.1 GERAL

Todos os ensaios e inspeções na obra serão coordenados pelo PROPONENTE com participação da FISCALIZAÇÃO.

A indicação dos ensaios e inspeções, relacionada na sequência, tem caráter apenas de orientação, podendo a FISCALIZAÇÃO, caso os resultados dos ensaios iniciais sejam insatisfatórios ou não conclusivos, solicitar uma extensão ou outros tipos de ensaios ou inspeções, além dos indicados, para verificar a qualidade ou o desempenho dos subsistemas e equipamentos, desde que, tais ensaios não afetem as suas características principais. Estes ensaios adicionais serão feitos mediante prévio acordo entre a FISCALIZAÇÃO e o PROPONENTE.

#### 4.1.8.7.2 ENSAIOS DE RECEBIMENTO PROVISÓRIO

Todos os equipamentos, depois de montados na obra, serão submetidos a ensaios de funcionamento, em vazio, com carga nominal e com sobrecarga, quando especificado ou exigido por outra técnica aplicável.

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

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

Durante a instalação do equipamento e execução dos ensaios de recebimento provisório, a FISCALIZAÇÃO credenciará pessoas, que serão instruídas para a operação e manutenção apropriada do equipamento. O PROPONENTE instruirá satisfatoriamente tais pessoas credenciadas.

#### 4.1.8.7.3 ENSAIOS DE RECEBIMENTO PARA OPERAÇÃO

Os ensaios de recebimento para operação serão efetuados assim que condições reais operativas se apresentem para aqueles equipamentos que, pela sua função, devora ter o seu desempenho comprovado nessa situação, a fim de serem considerados aptos a entrar em fase operativa.

Os ensaios de recebimento provisório poderão, para todos os efeitos, ser considerado como sendo os ensaios de recebimento para operação, desde que tenham sido verificados e atingidos os parâmetros operacionais nessa ocasião.

#### 4.1.8.7.4 ENSAIOS DE RECEBIMENTO DEFINITIVO

Antes do término do período de garantia, a FISCALIZAÇÃO terá o direito de realizar, na presença do PROPONENTE, os ensaios e inspeções aplicáveis, definidos nesta seção ou outros que julgar necessário, podendo, inclusive, quando o tipo de ensaio o exigir, desmontar parte do equipamento para verificações necessárias.

Sendo constatadas irregularidades nas características de operação dos equipamentos ou sistemas, irregularidades inaceitáveis em relação aos ensaios anteriores, ou em relação a estas especificações técnicas, e que estas irregularidades não sejam devidas ao uso incorreto dos equipamentos ou sistemas, a FISCALIZAÇÃO poderá:

- solicitar que o PROPONENTE determine as causas das irregularidades e providencie as devidas correções e/ou modificações, com todos os custos decorrentes a cargo do

PROPONENTE, e em seguida repita os ensaios para verificar se as irregularidades foram corrigidas;

- caso a providência anterior não surta efeito, solicitar ao PROPONENTE a devolução do custo do equipamento ou sistema, acrescido de juros, correção monetária e multa de 20 %, e a remoção dos equipamentos ou sistemas em época a ser definida pela Fiscalização.

Tendo sido satisfatórios os resultados destes ensaios, será emitido o correspondente Certificado de Recebimento Definitivo.

#### 4.1.9 EXPERIÊNCIA

O PROPONENTE do equipamento especificado deve ter no mínimo 05 (cinco) anos de experiência na fabricação do equipamento.

Deverá também ter um similar em operação a pelo menos 02 (dois) anos em condições satisfatórias de funcionamento.

#### 4.1.10 GARANTIAS

Os equipamentos, seus componentes e auxiliares deverão ser garantidos, pelo PROPONENTE, durante um período de 12 (doze) meses após a data de emissão dos certificados de recebimento para operação ou 36 (trinta e seis) meses da data de entrega final dos equipamentos, prevalecendo o que ocorrer primeiro.

As garantias deverão cobrir quaisquer deficiências de projeto, fabricação ou desempenho dos equipamentos.

#### 4.1.11 DOCUMENTOS TÉCNICOS

O PROPONENTE deverá apresentar, salvo indicação contrária da FISCALIZAÇÃO e/ou EDITAL, os documentos técnicos nas quantidades a seguir discriminadas:

- 05 (cinco) vias dos desenhos de montagem do conjunto, para aprovação;
- 05 (cinco) vias dos desenhos definitivos de montagem do conjunto, mais 1 (uma) via em cópia reproduzível;
- 05 (cinco) vias dos desenhos em corte dos equipamentos, com as indicações das peças componentes, para aprovação;

- 05 (cinco) vias dos desenhos definitivos em corte dos equipamentos, com as indicações das peças componentes, mais 1 (uma) via em cópia reproduzível;
- 05 (cinco) vias dos desenhos de locação do conjunto no local de instalação previsto, para aprovação;
- 05 (cinco) vias dos desenhos definitivos de locação do conjunto no local de instalação previsto, mais 1 (uma) via em cópia reproduzível;
- 05 (cinco) vias dos desenhos dos diagramas funcionais elétricos, quando aplicável (equipamento com acionamento elétrico), para aprovação;
- 05 (cinco) vias dos desenhos definitivos dos diagramas funcionais elétricos, quando aplicável (equipamento com acionamento elétrico), mais 1 (uma) via em cópia reproduzível;
- 05 (cinco) vias do manual de instalação, manutenção e operação;
- 05 (cinco) vias dos relatórios de testes e certificados de materiais.
- o PROPONENTE deverá colocar como referência nas correspondências e/ou desenhos os seguintes dados:
  - local de aplicação do equipamento;
  - número do pedido de compra ou solicitação de compra;
  - item da lista de materiais;
  - peso aproximado;
  - quantidade.

## 5 CONDIÇÕES TÉCNICAS ESPECÍFICAS

### 5.1 TUBULAÇÃO

Tubos e conexões de ferro fundido DN 100 mm, PN 10, classe K-7;

Tubos e conexões de ferro fundido DN 150 mm, PN 10, classe K-7;

Tubos e conexões de ferro fundido DN 200 mm, PN 10, classe K-7;

### 5.2 VÁLVULAS

Farão parte deste fornecimento válvulas borboletas e guilhotinas todas completas, inclusive com acionamento quando necessário, conforme indicado.

Quantidades:

3 válvulas guilhotina DN 150, com comando manual;

4 válvulas guilhotina DN 200, com comando manual;

4 válvulas guilhotina DN 100, com atuador eletromecânico tipo “on/off”;

3 adufas de parede DN 200, com comando manual.

#### 5.2.1 CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO E DE PROJETO

##### 5.2.1.1 CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO E INSTALAÇÃO

As características das válvulas, tais como, diâmetro, conexão, acionamento e classe de pressão, estão indicadas nas listas de materiais do projeto. Para o estabelecimento das condições de instalação, o PROPONENTE deverá observar os desenhos de projeto.

##### 5.2.1.2 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

###### 5.2.1.2.1 VÁLVULA BORBOLETA

Classe de Pressão: ISO ou DIN PN 10.

Norma Construtiva: AWWA C504/2006

Norma das Extremidades: Flanges Conforme ABNT 7675/2005

Acabamento das Extremidades: Ressalto Com Ranhuras Espiraladas Conf. MSS-SP6/2007

União Corpo e Tampa: Não Aplicável

Acionamento: Redutor Sem Fim e Volante

Material do Corpo: ASTM A536 GR 65-45-12

Material do Obturador: ASTM A536 GR 65-45-12

Material da Haste e Eixo: Aço Inoxidável 410

Material da Sede (Corpo): Aço Inoxidável 304

Material da Sede (Obturador): Buna-N

Material da Gaxeta: Buna-N

Material da Guarnição: Não Aplicável

Requisitos Especiais: Não Solicitados na Consulta

Face a Face: AWWA C504/2006

Pintura: Demãos de Tinta Epóxi Alcatrão de Hulha Esp. Mínima 300 micras

Inspeção e Teste: AWWA C504/2006

Flanges PN10

#### 5.2.1.2.2 VÁLVULA GUILHOTINA

Norma de construção: MSS-SP81, última revisão.

Corpo em ferro fundido nodular (GGG40) com passagem plena, semi-lug, tipo Wafer, bidirecional e estanque igualmente em ambos os sentidos de fluxo, classe de vedação VI, 100% estanque, sistema de vedação perimetral, elemento de vedação em PTFE (Teflon), face em aço inoxidável AISI 304, gaxetas em Teflon Puro, parafusos do corpo e do preme gaxeta em aço inoxidável AISI 316, paramontagem entre flanges DIN PN10, com certificado de teste conforme norma ISO 5208 Gr.3.

Atuadores Elétricos: Haste projetada para transmitir pelo menos 1,25 vezes o esforço de saída do atuador.

#### 5.2.1.2.3 ADUFA DE PAREDE

Padrão construtivo NBR 9652. Gabarito de furação dos flanges conforme norma NBR 7675 (ISSO 2531), classe PN 10.

Altura máxima de água: 10 m.c.a.;

Diâmetro Nominal: 200 mm;

Revestimento com pintura betuminosa;

Acionamento manual por pedestal de manobra simples com haste de prolongamento com rosca e boca de chave;

Corpo: Ferro dúctil NBR 6916 classe 42012;

Tampa: Ferro dúctil NBR 6916 classe 42012;

Haste: Aço inox AISI 410;

Porca: Latão;

Mancal: Ferro Dúctil NBR 6916 classe 42012

### 5.2.1.3 ATUADORES ELÉTRICOS PARA O ACIONAMENTO DE VÁLVULAS

Deverão ser fornecidos atuadores elétricos para as válvulas automatizadas conforme identificado nos desenhos de projeto.

Esses atuadores deverão possibilitar o acionamento local e a distância das válvulas e deverão possuir volante para o acionamento manual em caso de falta de energia elétrica e indicador local da posição da válvula.

Deverão possuir grau de proteção mínimo IP – 66, e ter regime de controle “on/off”.

Devem atender uma frequência mínima de acionamentos de 10 vezes/dia e possibilitarem tempos de abertura e fechamento de no máximo 20 segundos.

## 5.3 REMOVEDORES DE LODO

Serão instalados 3 removedores de lodo na ETA 1 e 1 removedor de lodo na ETA 2.

### 5.3.1 REMOVEDOR DE LODO ETA 1

- Removedor de lodo tipo submerso com carrinho para canal de 7,0 m de largura;
- Extração do lodo: Aspiração do fundo por orifícios;
- Mangote de descarga: 4”;
- Vazão de descarga 25,2 m<sup>3</sup>/h;
- Percurso de remoção: 22,6 m;
- Taxa de sucção: 1,0 L/s.m de largura do equipamento;
- Velocidade de deslocamento: 1,2 m/min;
- Deslocamento por cabos de tracionamento;
- Sistemas de controle e operação, inclusive PLC fornecido pelo fabricante.
- Modelo Wassertrack da Wasserlink ou equivalente técnico;

### 5.3.2 REMOVEDOR DE LODO ETA 2

- Removedor de lodo tipo submerso com carrinho para canal de 8,5 m de largura;
- Extração do lodo: Aspiração do fundo por orifícios;
- Mangote de descarga: 4”;
- Vazão de descarga 32,4 m<sup>3</sup>/h;
- Percurso de remoção: 21,85 m;
- Taxa de sucção: 1,06 L/s.m de largura do equipamento;



- Velocidade de deslocamento: 1,2 m/min;
- Deslocamento por cabos de tracionamento;
- Sistemas de controle e operação, inclusive PLC fornecido pelo fabricante.
- Modelo Wassertrack da Wasserlink ou equivalente técnico;

## 5.4 FLOCULADORES

Serão instalados 5floculadores na unidade de floculação da ETA 1 e 5 floculadores na unidade de floculação da ETA 2.

- Tipo: Floculador lento de paletas paralelas ao eixo vertical, sendo 4 paletas por braço;
- Faixa de gradiente de velocidade aplicado: 20 a 50 s<sup>-1</sup>;
- Número de paletas: 04 braços com 04 paletas cada;
- Material das paletas: Aço carbono com revestimento Epóxi e paletas em Pau Rosa;
- Eixo em aço carbono revestido com epóxi;
- Mancal superior: aço carbono revestido com epóxi;
- Mancal inferior de guia: aço inoxidável com bucha de nylon;
- Motoredutor de acionamento tipo engrenagens helicoidais, com potência de 0,5 CV, provido de inversor de frequência trifásico 220 V com proteção IPW-55.

Na Figura 5.1 estão apresentadas as dimensões dos floculadores. Ressalta-se que a diferença entra os floculadores da ETA 1 e 2 está no comprimento da haste de ligação do equipamento ao motoredutor. Esta dimensão deverá ser verificada no local e repassada ao fabricante do equipamento.

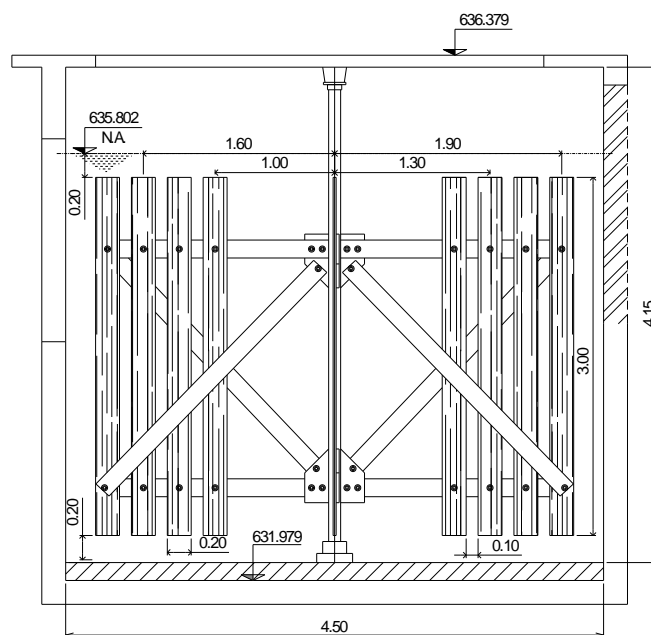


Figura 5.1 – Características da floculador

## 5.5 CALHAS DE COLETA DE ÁGUA DECANTADA

### 5.5.1 CALHAS DE COLETA - ETA 1

Número de calhas por decantador: 7;

Comprimento das calhas: 7,30 m;

Largura da calha: 0,30 m;

Altura da calha: 0,30 m;

Número de orifícios por calha: 61 (orifícios em apenas uma lateral);

Perfil: U;

Material: PRFV;

Espessura: 6 mm;

Reforço a cada 1800 mm nos pontos de suporte.

### 5.5.2 CALHAS DE COLETA – ETA 2

Número de calhas: 8;

Comprimento da calha: 26,5 m;

Largura da calha: 0,35 m;

Altura da calha: 0,30 m;

Número de orifícios por calha:  $214 \times 2 = 428$ ;

Perfil: U;

Material: PRFV;

Espessura: 6 mm;

Reforço a cada 1800 mm nos pontos de suporte.

### 5.5.3 PLACAS PARA COLETA DE ÁGUA DECANTADA ETA 1

Placas, em PRFV com orifícios, medindo 400 mm x 7 mm de espessura, com furos oblongos para regulagem de altura e fixação e furos DN 19 mm para coleta de água espaçados a cada 120 mm.

## 5.6 DUTOS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA FLOCULADA

Serão instalados dutos para distribuição de água floculada no decantador da ETA 2. Serão instalados 3 tipos de dutos.

A construção dos equipamentos será feita com Liner e barreira química, com resina isoftálica, reforço estrutural com resina ortoftálica, reforçada com fibra de vidro, acabamento com top coatisoftálico na cor azul padrão Munsell 2,5 PB 4/10 ou em cor à definir pelo cliente.

### 5.6.1 TIPO 1

07pçs–duto retangular medindo 0,8 x 0,4 x 8,7m com divisão interna para restringir secção retangular com 8mm de espessura;

28 orifícios (14 de cada lado) de 80 mm de diâmetro;

### 5.6.2 TIPO 2

01pç–duto retangular medindo 0,4 x 0,4 x 8,7m com divisão interna para restringir secção retangular com 8mm de espessura;

14 orifícios de 80 mm de diâmetro;

### 5.6.3 TIPO 3

01pç–duto retangular medindo 0,4 x 0,4 x 7,8m com divisão interna para restringir secção retangular com 8mm de espessura;

13 orifícios de 80 mm de diâmetro;

## 5.7 LONAS PARA DECANTAÇÃO DE ALTA TAXA

### 5.7.1 LONAS – ETA 1

Laminado de PVC atóxico: Tecido de fibras sintéticas de alta tenacidade (poliéster), revestido com laminado de PVC atóxico, sem laqueamento, protegido contra raio UV. Extremidades

dobradas e soldadas eletronicamente com bainhas de 50mm com ilhoses de aço inox resistentes na base inferior do laminado. - Densidade de fios : 3,5x3,5 fios/cm – 550x550 dtex - Sistema de amarração : LIBA min. 50 dtex - Espessura : 0,46mm - Peso : 540 g/m<sup>2</sup> - Tensão de ruptura : 72/62 kg/5cm Espaçamento: 11,5cm Medida: 26,35x7,30m Quantidade: 186 peças de laminado para 03 decantadores \*Materiais para instalação dos laminados em 03 decantadores 26,35x7,30m:

- 36 treliças retangulares superiores 200x250x200x250mm x 7,30m de comprimento produzidas em cantoneira laminada 1/8x1” aço galvanizado 120μ (banzo), laminado redondo de 1/2” em aço galvanizado 120μ (montante) e laminado redondo 5/16” em aço galvanizado 120μ (diagonais).
- Na parte inferior das treliças terão laminado chato 1/8x1” em aço galvanizado 120μ com furos de 8mm com distanciamento de 115x115mm entre eixos;
- 24 treliças inferiores 200x250x200x250mm x 7,30m de comprimento produzidas em cantoneira laminada 1/8x1” aço galvanizado 120μ (banzo), laminado redondo de 1/2” em aço galvanizado 120μ (montante) e laminado redondo 5/16” em aço galvanizado 120μ (diagonais). Na parte inferior das treliças terão laminado chato 1/8x1” em aço galvanizado 120μ com furos de 8mm com distanciamento de 115x115mm entre eixos;
- 30 perfis U 65x50x35mm x 3000mm produzidas com chapa 4mm em aço galvanizado 120μ para fixação dos cabos de aço;
- ilhoses de inox fixados na base dos laminados com distanciamento de 600mm;
- presilha em aço inox 316 para tracionamento e fixação dos laminados;
- cabo de aço inox 304 A/A 3,2mm para sustentação dos laminados; - esticadores 5/16 em aço inox 304 para tracionamento dos cabos;
- materiais para fixação de perfis e treliças: prisioneiros, arruela, porca, chumbador químico, etc.

### 5.7.2 LONAS – ETA 2

Laminado de PVC atóxico: Tecido de fibras sintéticas de alta tenacidade (poliéster), revestido com laminado de PVC atóxico, sem laqueamento, protegido contra raio UV. Extremidades dobradas e soldadas eletronicamente com bainhas de 50mm com ilhoses de aço inox resistentes na base inferior do laminado. - Densidade de fios : 3,5x3,5 fios/cm – 550x550 dtex - Sistema de amarração : LIBA min. 50 dtex - Espessura : 0,46mm - Peso : 540 g/m<sup>2</sup> - Tensão de ruptura : 72/62 kg/5cm Espaçamento entre laminados: 7cm Medida: 26,43x8,53m Quantidade: 122 peças de laminado para 01 decantador

\*Materiais para instalação dos laminados em 01 decantador 26,43x8,53m:

- 18 treliças para sustentação lateral dos dutos medindo 500mm de altura x 8530mm de comprimento produzidas em cantoneira 3/16 x 2” (banzos) aço galvanizado 120μ, cantoneira

3/16x 1 ½” em aço galvanizado 120μ (montante) e cantoneira 1/8 x 1 ¼” em aço galvanizado 120μ (diagonais);

- 08 treliças de tração 150x150x150mm em aço galvanizado 120μ produzidas com barra redonda de ½ e contraventado em barra redonda de ¼;

- 36 treliças inferiores para travamento dos dutos medindo 500mm de altura x 2500mm de comprimento produzidas em cantoneira 3/16 x 2” (banzos) aço galvanizado 120μ, cantoneira 3/16x 1 ½” em aço galvanizado 120μ (montante) e cantoneira 1/8 x 1 ¼” em aço galvanizado 120μ (diagonais);

Página 2 de 2

- 36 treliças superiores para travamento dos dutos medindo 500mm de altura x 2020mm de comprimento produzidas em cantoneira 3/16 x 2” (banzos) aço galvanizado 120μ, cantoneira 3/16x 1 ½” em aço galvanizado 120μ (montante) e cantoneira 1/8 x 1 ¼” em aço galvanizado 120μ (diagonais);

- 11 treliças retangulares para sustentação das calhas e laminados 200x300x200x300 x 8530mm de comprimento em aço galvanizado 120μ - produzidas em cantoneira 1/8x 1 ¼” em aço galvanizado 120μ (banzos), cantoneira 1/8x1” em aço galvanizado 120μ (montante) e cantoneira 1/8x3/4” em aço galvanizado 120μ (diagonais);

- 12 perfis U 65x50x35mm x 3000mm produzidas com chapa 4mm em aço galvanizado 120μ para fixação dos cabos de aço galvanizado 120μ;

- 104 suportes para calhas produzidas em cantoneira laminada 3/16x2” em aço galvanizado 120μ;

- ilhoses de inox fixados na base dos laminados com distanciamento de 600mm;

- presilha em aço inox 316 para tracionamento e fixação dos laminados;

- cabo de aço inox 304 A/A 3,2mm para sustentação dos laminados; - esticadores 5/16 em aço inox 304 para tracionamento dos cabos;

- materiais para fixação de perfis e treliças: prisioneiros, arruela, porca, chumbador químico, etc.

## 5.8 COMPORTA VERTEDEDORA

Comporta para parede tipo vertedora

Dimensões: 850 x 500 mm;

Profundidade do canal: 629 mm;

Fixação: sobre parede;

Vedação: 03 faces;

Acionamento: Atuador elétrico sobre Quadro;

Modelo: CP3V850x500(629)TE da B&F DIAS ou equivalente técnico.

Quadro estrutural – Formado por perfis em aço inoxidável soldados, formando um conjunto monobloco, com suportes específicos para fixação em parede por chumbadores.

Gaveta – Fabricada em aço inoxidável com nervuras estruturais conforme os esforços de projeto.

Vedações – A gaveta desliza entre guias de polietileno de ultra alta densidade – PUAD (UHMW), que fixam as vedações laterais e superior em perfil “U” em borracha EPDM, com parafusos em aço inoxidável. Este conjunto garante que as vedações não sofram esmagamento mesmo em altas pressões de trabalho. A vedação inferior, em borracha EPDM, é engastada em alojamento do próprio quadro. Um cordão de borrachamacia em EPDM faz a vedação entre a comporta e a parede.

Sistema de acionamento – Atuador elétrico montado sobre quadro da comporta.

Haste de acionamento – Fabricada em aço inoxidável e recebe rosca trapezoidal por processo de conformação, garantindo um melhor acabamento e maior durabilidade do conjunto de acionamento.

## **5.9 MALHA PARA MISTURA DE PRODUTOS QUÍMICOS**

Largura total: 1,11 m;

Largura útil: 1,00 m;

Altura total: 1,21 m;

Espaçamento entre eixos (e) das barras: 0,05 m;

Diâmetro das barras (d): 12,7 mm;

Número de barras por metro: 18,6 barras/m.

## **5.10 EQUIPAMENTOS PARA LABORATÓRIO- MONITORAMENTO E CONTROLE DE DESEMPENHO DA ETA**

### **5.10.1 EQUIPAMENTO JARTESTE DE BANCADA COM KIT DE FILTROS DE LABORATÓRIO DE AREIA**

Agitador JAR TEST 6 provas completo modelo HX 218LDBER206 220v, ou equivalente técnico.

Quantidade: 01;

Gabinete de chapa de aço carbono SAE1020 com tratamento anticorrosivo e acabamento com pintura eletrostática a pó;

Velocidade de rotação de até 600rpm;

Gradiente de velocidade entre 10 e 2.000 s-1;

Hastes em aço inox AISI 304 removíveis que podem ser facilmente retiradas durante a agitação, permitem variar tempo de floculação para um mesmo gradiente de velocidade;

Jarros de acrílico incolor com capacidade de 2000ml;  
Iluminação na parte inferior do equipamento iluminando os jarros;  
Tacômetro / controle de rotação microprocessado com indicação digital e 4 programas de 12 segmentos de rampa e patamares;  
Aplicação simultânea de coagulante polímero em todos os jarros;  
Dispositivo para coleta simultânea de amostras de água decantada, para diferentes velocidades de sedimentação;  
Dispositivo centralizador de jarros;  
Tensão 110v ou 220v - 50 / 60Hz;  
Quantidade de Jarros: 06;

#### 5.10.2 TUBIDÍMETRO DE BANCADA

Turbidímetro portátil modelo 2100 Q da HACH ou equivalente técnico;  
Quantidade: 01;  
Precisão:  $\pm 2\%$ ;  
Armazenamento de dados: 500 leituras;  
Fonte de luz: Lâmpada com filamento de tungstênio;  
Método de medição: Nefelométrico;

#### 5.10.3 ESPECTOFOTÔMETRO DE BANCADA

Espectrofotômetro DR 3900 da HACH ou equivalente técnico;  
Quantidade: 01;  
Altura do raio: 10 mm;  
Armazenamento de dados: 2000 valores;  
Fonte de luz: Gas-filled Tungsten;  
Operação: Transmittância (%), Absorbância e concentração;

#### 5.10.4 MEDIDOR DE CARBONO ORGÂNICO TOTAL DE BANCADA

Quantidade: 01;  
Analisador de Carbono Orgânico Total (TOC), marca Shimadzu, modelo TOC-LCSN, para sensibilidade normal controlado por display e tela de cristal líquido colorido do próprio equipamento (7,5") ou por computador compatível com software em ambiente Windows XP Professional e Windows 7 Professional:

\* Software para controle via computador incluso. Permite a troca fácil de controle entre próprio equipamento e computador através do cabo USB opcional (P/N 088-52859-54) para conectar o computador ao TOC-L.

\* Interface USB

\* Método: Combustão seguido de detecção por infravermelho não dispersivo;

\* Temperatura de Combustão: 680 °C;

\* Itens medidos: Carbono Total (TC), Carbono Inorgânico (IC), Carbono Orgânico Total (TOC = TC-IC), NPOC (medida de TOC via acidificação e aspersão);

\* Medidas opcionais (necessário controle por PC): Carbono Orgânico Purgável (POC), Carbono Orgânico Total (TOC = Carbono Orgânico Não Purgável (NPOC) + POC) e Nitrogênio Total (TN);

\* Aplicável em amostra aquosa; Opcional para amostra gasosa e sólida;

\* Faixa de medida:

TC: 0 à 30.000 mg/L

IC: 0 à 3.000 mg/L

TN (opcional): 0 à 10.000 mg/mL

POC (opcional): 0 à 500 mg/mL

\* Limite de detecção:

TC: 50 µg/L, IC: 4 µg/L, TN: 20 µg/L

\* Reprodutibilidade:

TC, NPOC: CV 1,5% max. ou  $\pm 50$  µg/L max

IC: CV 1,5% max. ou  $\pm 4$  µg/L max

TN (opcional): CV 3,0% max. ou  $\pm 20$  µg/L max

\* Tempo de medida:

TC: aproximadamente 3 min; IC: aproximadamente 4 min; TN (opcional): aproximadamente 4 min.

\* Injeção da amostra: injeção automática da amostra utilizando bomba de seringa e mecanismo de injeção tipo (slide type injection mechanism)

Volume de injeção: TC: variável entre 10 e 150 µL; IC: variável entre 10 e 4.500 µL;

Volume de injeção: TC: variável entre 10 e 150 µL; IC: variável entre 10 e 4.500 µL;

\* Remoção de carbono inorgânico: Adição automática de ácido e aspersão;

\* Diluição da amostra: faixa de diluição de 2x à 50x (diluição automática da amostra por bomba de seringa);

Exatidão da diluição:  $\pm 2\%$  max (2x à 20x),  $\pm 5\%$  max. (21x à 50x);

\* Memória externa: USB flash memory



\* Impressora: impressora USB pode ser usada (modelos com funcionalidade já confirmadas: EPSON (LP-S300, LP-S3000, PX-201, PX-101) e HP (Photosmart D5160));

\* Gás de arraste: ar de alta pureza (CO, CO<sub>2</sub>, HC contendo: cada 1ppm no máximo; e ponto de orvalho de no máximo - 50 °C);

Pressão de alimentação: 200 ± 10 kPa (300 à 600 kPa com um regulador de pressão gás de arraste opcional instalado);

Uso opcional de gás nitrogênio (não utilizável para medidas de TN). Com o modelo padrão, uso opcional de gás pressurizado.

Consumo de gás: 230 mL/min (velocidade de fluxo variável). Um fluxo separado de 100 mL/min é necessário para aspersão com ASI-L quando utilizar Kit de aspersão externo.

\* Faixa de temperatura ambiente: 5 à 35 °C;

\* O sistema inclui:

Tubo de combustão (1), catalisador regular (1), Haste de instalação do catalisador(1), cabo dealimentação (110 V) (1), cabo de alimentação (200 V) (1), ponteira de seringa (1), seringa (1), fita adesiva (2), fusível, 218 008 (2), ferramenta para reparo (para válvula de 8 vias) (1), garrafa para água de limpeza (1), cap (1), DVD-ROM "TOC-Control L" (1), garrafa de polietileno (1), lâ de quartzo (1 g) e manual de instrução.

\* Potência consumida: 100 a 240 V AC, 600 VA (faixa permitida: 90 à 264 V AC)

#### **Kit de consumíveis para TOC-LCSN e TOC-LCPN.**

Quantidade: 01;

Inclui: tubo de combustão (2), catalisador regular (2), lâ de quartzo (1 g), filtro para halogênios (2), O-ring (4DP10A) (1 com 5), O-ring (Fluoropolymer P10) (1 com 5), O-ring (4DP20) (1 com 5), rotor para válvula de 8 vias (1), ponteira de seringa (2).

#### **Conjunto de tubulações para gás.**

Quantidade: 01;

#### **Absorvedor de CO<sub>2</sub>**

Quantidade: 01.

## 6 CÁLCULO DOS CUSTOS, ÍNDICES E TAXAS ENVOLVIDOS

A estimativa do custo global da reforma e ampliação das unidades de mistura rápida, floculação e decantação das ETAs 1 e 2 foi realizada considerando as intervenções previstas neste projeto. O custo foi calculado com base nos quantitativos dos materiais, tubulações, acessórios, equipamentos e mão de obra a ser contratada. Este pode ser dividido em duas etapas: o Custo Direto (CD) e os Benefícios e Despesas Indiretas (BDI).

Os custos diretos são aqueles diretamente envolvidos na produção da obra, que são os insumos constituídos por materiais, mão-de-obra, equipamentos, acessórios e toda a infraestrutura para a realização da obra. Para este projeto, os custos diretos foram obtidos através das seguintes fontes (toda com referência ao mês de Dezembro/2012):

Sistema de Preços, Custos e Índices (Sinapi) da Caixa Econômica Federal;

Fabricantes e fornecedores dos equipamentos e acessórios.

Somente os equipamentos que não constam no SINAPI, foram consultados os valores de mercado junto aos fabricantes e fornecedores. Os Benefícios e Despesas Indiretas envolvem os custos da administração central da empreiteira que realizará a obra, a taxa de risco do empreendimento, o custo financeiro do capital de giro, tributos, taxa de comercialização e o lucro ou benefício. Ainda influenciam no valor do BDI, o porte e prazo da obra e da empresa contratante, o tipo de obra, localização, pagamento, entre outros fatores. Desta forma, o preço final da obra é resultado da soma do Custo Direto com o BDI.

## 6.1 CÁLCULO DOS BENEFÍCIOS E DESPESAS INDIRETAS – BDI

O BDI considerado no cálculo do preço final da obra foi estimado segundo os valores mostrados nas Tabelas 6.1 e 6.2.

Tabela 6.1 – Cálculo dos Benefícios e Despesas Indiretas – BDI  
(AQUISIÇÃO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS)

TIPO DE OBRA DO EMPREENDIMENTO				DESONERAÇÃO		
Fornecimento de Materiais e Equipamentos (aquisição indireta - em conjunto com licitação de obras)				Sim		
Conforme legislação tributária municipal, definir estimativa de percentual da base de cálculo para o ISS:				0,00%		
Sobre a base de cálculo, definir a respectiva alíquota do ISS (entre 2% e 5%):				0,00%		
Itens	Siglas	% Adotado	Situação	1º Quartil	Médio	3º Quartil
Administração Central	AC	1,50%	-	1,50%	3,45%	4,49%
Seguro e Garantia	SG	0,30%	-	0,30%	0,48%	0,82%
Risco	R	0,56%	-	0,56%	0,85%	0,89%
Despesas Financeiras	DF	0,85%	-	0,85%	0,85%	1,11%
Lucro	L	3,70%	-	3,50%	5,11%	6,22%
Tributos (impostos COFINS 3%, e PIS 0,65%)	CP	3,65%	-	3,65%	3,65%	3,65%
Tributos (ISS, variável de acordo com o município)	ISS	0,00%	-	0,00%	2,50%	5,00%
Tributos (Contribuição Previdenciária sobre a Receita Bruta - 0% ou 4,5% - Desoneração)	CPRB	4,50%	OK	0,00%	4,50%	4,50%
BDI SEM desoneração (Fórmula Acórdão TCU)	BDI PAD	11,10%	OK	11,10%	14,02%	16,80%
<b>BDI COM desoneração</b>	<b>BDI DES</b>	<b>16,55%</b>	<b>OK</b>			

Os valores de BDI foram calculados com o emprego da fórmula:

$$BDI.DES = \frac{(1+AC + S + R + G)*(1 + DF)*(1+L)}{(1-CP-ISS-CRPB)} - 1$$

Declaro para os devidos fins que, conforme legislação tributária municipal, a base de cálculo para Fornecimento de Materiais e Equipamentos (aquisição indireta - em conjunto com licitação de obras), é de 0%, com a respectiva alíquota de 0%.

Declaro para os devidos fins que o regime de Contribuição Previdenciária sobre a Receita Bruta adotado para elaboração do orçamento foi COM Desoneração, e que esta é a alternativa mais adequada para a Administração Pública.

Tabela 6.2 – Cálculo dos Benefícios e Despesas Indiretas – BDI  
(MÃO-DE-OBRA)

TIPO DE OBRA DO EMPREENDIMENTO				DESONERAÇÃO		
Construção de Redes de Abastecimento de Água, Coleta de Esgoto				Sim		
Conforme legislação tributária municipal, definir estimativa de percentual da base de cálculo para o ISS:				100,00%		
Sobre a base de cálculo, definir a respectiva alíquota do ISS (entre 2% e 5%):				3,00%		
Itens	Siglas	% Adotado	Situação	1º Quartil	Médio	3º Quartil
Administração Central	AC	3,43%	-	3,43%	4,93%	6,71%
Seguro e Garantia	SG	0,28%	-	0,28%	0,49%	0,75%
Risco	R	1,00%	-	1,00%	1,39%	1,74%
Despesas Financeiras	DF	0,94%	-	0,94%	0,99%	1,17%
Lucro	L	6,66%	-	6,74%	8,04%	9,40%
Tributos (impostos COFINS 3%, e PIS 0,65%)	CP	3,65%	-	3,65%	3,65%	3,65%
Tributos (ISS, variável de acordo com o município)	ISS	3,00%	-	0,00%	2,50%	5,00%
Tributos (Contribuição Previdenciária sobre a Receita Bruta - 0% ou 4,5% - Desoneração)	CPRB	4,50%	OK	0,00%	4,50%	4,50%
BDI SEM desoneração (Fórmula Acórdão TCU)	BDI PAD	20,76%	OK	20,76%	24,18%	26,44%
<b>BDI COM desoneração</b>	<b>BDI DES</b>	<b>26,88%</b>	<b>OK</b>			

Os valores de BDI foram calculados com o emprego da fórmula:

$$BDI.DES = \frac{(1+AC + S + R + G)*(1 + DF)*(1+L)}{(1-CP-ISS-CRPB)} - 1$$

Declaro para os devidos fins que, conforme legislação tributária municipal, a base de cálculo para Construção de Redes de Abastecimento de Água, Coleta de Esgoto, é de 100%, com a respectiva alíquota de 3%.

Declaro para os devidos fins que o regime de Contribuição Previdenciária sobre a Receita Bruta adotado para elaboração do orçamento foi COM Desoneração, e que esta é a alternativa mais adequada para a Administração Pública.

## **6.2 ESTIMATIVAS DOS CUSTOS DIRETOS – CD**

Os cálculos dos Custos Diretos previstos na reforma e ampliação das unidades de mistura rápida, floculação e decantação das ETAs 1 e 2 foram realizados de acordo com os quantitativos e valores dos insumos e mão de obra, das fontes de pesquisa, e estão mostrados no item 7. Os materiais, equipamentos e acessórios listados obedecem às especificações mostradas neste relatório. Ressalta-se que já está incluída a incidência dos encargos sociais nos valores de mão-de-obra, conforme calculado no item 6.1, e o BDI está somado à parte em cada item, conforme calculado no item 6.2.

## **7 ORÇAMENTO**

Nesse item é apresentado orçamento estimativo dos Custos Diretos para a reforma e ampliação das unidades de mistura rápida, floculação e decantação das ETAs 1 e 2 de Ituiutaba/MG. No item 7.1 é citado o custo global da obra e no Anexo I estão as planilhas detalhadas de cada um dos itens abordados. No item 7.2 está descrito o cronograma da obra.

### **7.1 ESTIMATIVA DO CUSTO GLOBAL DA OBRA**

A estimativa do custo global foi calculada incidindo o valor do BDI no total de custos diretos da obra. A porcentagem do BDI estimada no item 6.2 foi de 26,88% para mão-de-obra e 16,55% para aquisição de equipamentos e materiais.

Deste modo, o custo global para execução da reforma prevista está estimado em R\$ 7.831.593,99 (SETE MILHÕES, OITOCENTOS E TRINTA E UM MIL, QUINHENTOS E NOVENTA E TRÊS REAIS, NOVENTA E NOVE CENTAVOS).

### **7.2 CRONOGRAMA FÍSICO**

O cronograma foi realizado de acordo com a ordem cronológica que deve ser desenvolvida a reforma das unidades de mistura rápida, floculação e decantação das ETAs 1 e 2.

A reforma das unidades de mistura rápida, floculação e decantação das ETAs 1 e 2 deverá ser iniciada pela aquisição dos materiais e equipamentos, sondagem do terreno e preparação do canteiro de obras.

A primeira etapa da reforma consistirá na construção do canal de encaminhamento e distribuição de água floculada na ETA 2. Durante esta etapa as ETAs poderão continuar operando com a vazão máxima de operação (400 L/s). Na Figura 7.1 está apresentado o esquema atual das ETAs em relação ao posicionamento das unidades, para o qual este projeto foi elaborado, e na Figura 7.2 estão apresentadas as intervenções propostas para a etapa 1 da reforma. Ressalta-se que o canal de encaminhamento e distribuição de água floculada da ETA 1 deve ser construído, mas não deve ser colocado em funcionamento nesta etapa.

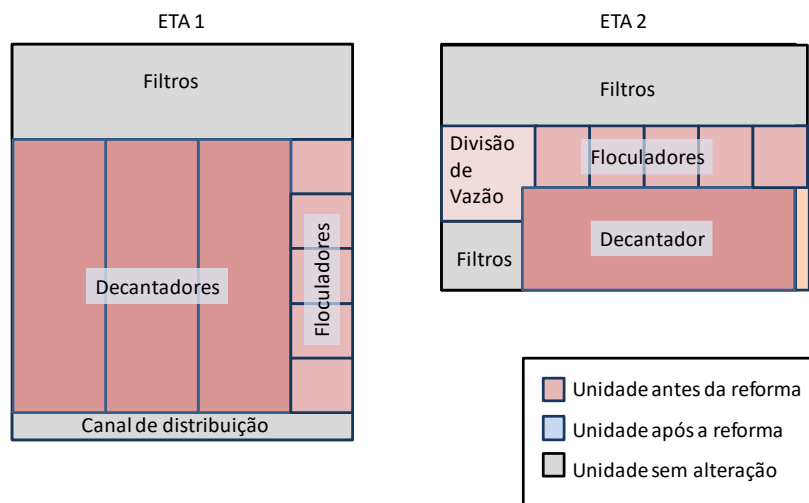


Figura 7.1 – Esquema do estado inicial das unidades de mistura rápida, floculação e decantação das ETAs 1 e 2

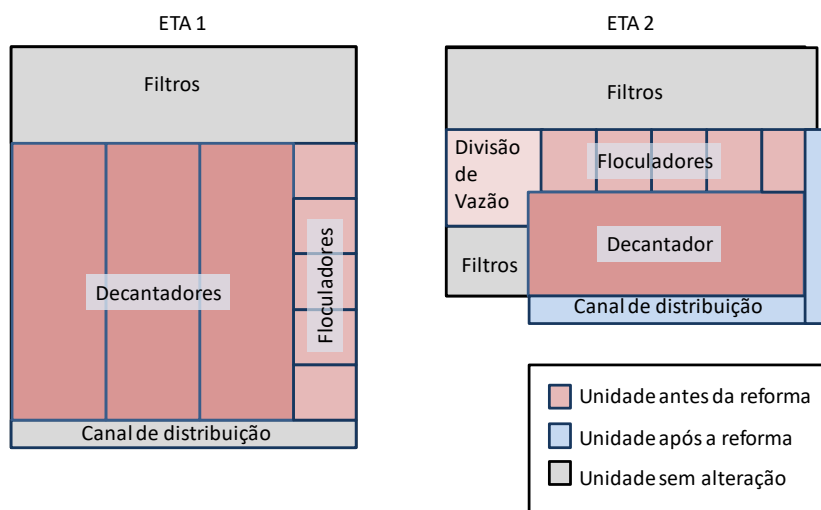


Figura 7.2 – Esquema das intervenções propostas para a etapa 1 da reforma

A segunda etapa da reforma consistirá na reforma do decantador e dos floculadores da ETA 2. Nesta etapa deverão ser executados os seguintes serviços:

- Execução da recuperação estrutural no decantador (ETA 2);
- Remoção dos equipamentos das câmaras de floculação (ETA 2);
- Execução do enchimento de fundo das câmaras de floculação (ETA 2);
- Instalação da adufa de parede das câmaras de floculação 1, 3 e 5 (ETA 2);
- Instalação dos floculadores nas câmaras de floculação (ETA 2);
- Remoção de parede interna no decantador (ETA 2);
- Execução de enchimento de fundo no decantador (ETA 2);

- Remoção da adufa de parede para drenagem do decantador (ETA 2);
- Instalação da drenagem do decantador (ETA 2);
- Instalação do removedor de lodo no decantador (ETA 2);
- Instalação dos dutos distribuidores de água floculada em fibra (ETA 2);
- Instalação do conjunto de lonas para alta taxa (ETA 2);
- Execução das aberturas na parede do decantador para instalação das calhas de coleta de água decantada (ETA 2);
- Instalação das calhas de coleta de água decantada (ETA 2);
- Execução de abertura entre os canais de encaminhamento de água floculada e o decantador (ETA 2);
- Execução de abertura entre os canais de encaminhamento de água decantada e o decantador (ETA 2);

Na segunda etapa da reforma, as unidades de floculação e decantação da ETA 2 estarão fora de operação, sendo necessária a diminuição da vazão afluyente às ETAs. A Figura 7.3 apresenta as condições das ETAs após a segunda etapa de reforma.

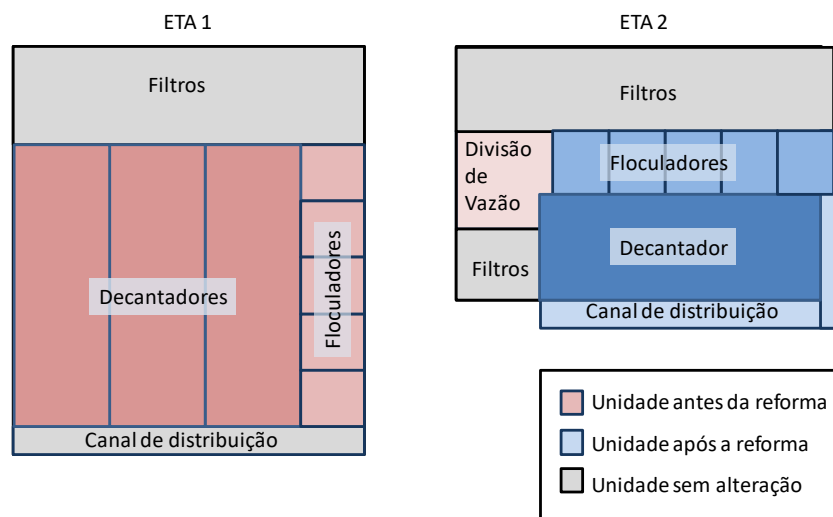


Figura 7.3 - Esquema das intervenções propostas para a etapa 2 da reforma

A terceira etapa da reforma consistirá na reforma dos decantadores e flocladores da ETA

1. Nesta etapa deverão ser executados os seguintes serviços:

- Execução da recuperação estrutural nos decantadores (ETA 1);
- Remoção dos equipamentos das câmaras de floculação (ETA 1);
- Execução do enchimento de fundo das câmaras de floculação (ETA 1);



- Instalação do dreno nas câmaras de floculação 1, 3 e 5 (ETA 1);
- Instalação dos floculadores nas câmaras de floculação (ETA 1);

Na terceira etapa da reforma, as unidades de floculação e decantação da ETA 1 estarão fora de operação, sendo necessária a diminuição da vazão afluente às ETAs. A Figura 7.4 apresenta as condições das ETAs após a terceira etapa de reforma.

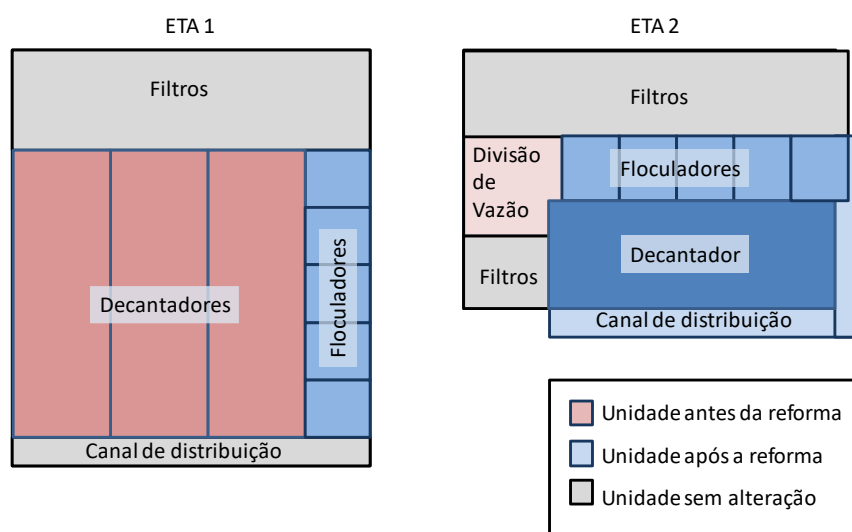


Figura 7.4 - Esquema das intervenções propostas para a etapa 3 da reforma

A quarta etapa da reforma consistirá na reforma dos decantadores da ETA 1. Nesta etapa deverão ser executados os seguintes serviços:

- Fechamento das aberturas da parede interna nos decantadores (ETA 1);
- Execução de enchimento de fundo nos decantadores (ETA 1);
- Construção dos dutos distribuidores de água floculada (ETA 1);
- Execução de enchimento para escoamento de água floculada no canal de chegada nos decantadores (ETA 1);
- Remoção da adufa de parede para drenagem dos decantadores (ETA 1);
- Instalação de drenagem nos decantadores (ETA 1);
- Instalação do removedor de lodo no decantador (ETA 1);
- Instalação do conjunto de lonas para alta taxa (ETA 1);
- Instalação das calhas de coleta de água decantada (ETA 1);
- Remoção de parte da parede das calhas de coleta existentes nos decantadores (ETA 1);

- Instalação de placas com orifícios nas calhas de coleta existentes nos decantadores (ETA 1);

Na quarta etapa da reforma, as unidades de floculação e decantação da ETA 1 estarão fora de operação, sendo necessária a diminuição da vazão afluyente às ETAs. A Figura 7.5 apresenta as condições das ETAs após a quarta etapa de reforma.

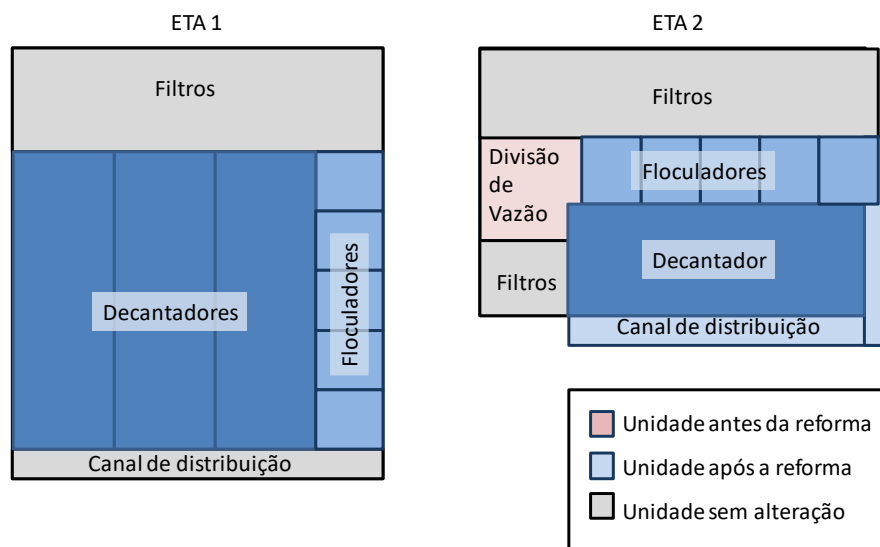


Figura 7.5 - Esquema das intervenções propostas para a etapa 4 da reforma

A quinta etapa da reforma consistirá na reforma da unidade de divisão de vazão da ETA 2. Nesta etapa deverão ser executados os seguintes serviços:

- Executar abertura na parede entre a unidade de mistura rápida e a unidade de divisão de vazão (ETA 2);
- Executar enchimento na parte superior da passarela acima da unidade de divisão de vazão (ETA 2);
- Remover parte da passarela acima da unidade de divisão de vazão e instalar grades de proteção no local (ETA 2);
- Executar abertura entre a unidade de divisão de vazão e a primeira câmara de floculação (ETA 2);
- Instalar as comportas vertedoras na unidade de divisão de vazão;

Na quinta etapa da reforma, as unidades de divisão de vazão da ETA 2 estarão fora de operação, sendo necessária a diminuição da vazão afluyente às ETAs. A Figura 7.5 apresenta as condições das ETAs após a quarta etapa de reforma.

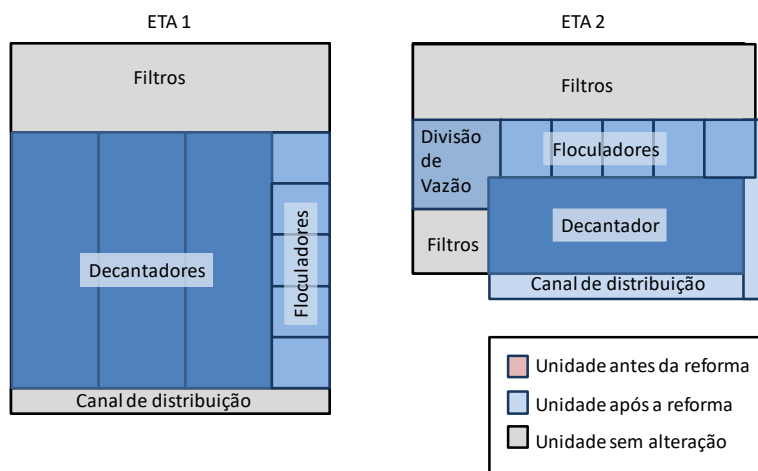


Figura 7.6 - Esquema das intervenções propostas para a etapa 5 da reforma

# ORÇAMENTO

## PLANILHAS DOS CUSTOS DIRETOS