

2023

ATO CONVOCATÓRIO Nº 08/2022
CONTRATO Nº22/2022



PRODUTO 5.3

PROJETO EXECUTIVO

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

NOVA ERA - MG

ELABORAÇÃO DE ESTUDOS DE CONCEPÇÃO, PROJETOS BÁSICOS E EXECUTIVOS DE ESTRUTURAS HIDRÁULICAS PARA GARANTIA DA SEGURANÇA HÍDRICA EM CONSONÂNCIA COM O PROGRAMA P21 – PROGRAMA DE INCREMENTO DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA

CONSÓRCIO



EQUIPE PERMANENTE		
Profissional	Formação	Função
Tiago de Souza Alves	Eng. Civil	Coordenador – Nível Sênior
Pedro Paulo Soares Barbosa	Eng. Civil	Engenheiro de Projetos – Nível Pleno
Dayla Sotte Alves Medeiros	Eng. Civil	Engenheiro de Projetos – Nível Pleno
Ana Leticia Almeida	Eng. Civil	Engenheiro de Projetos – Nível Júnior
Ana Raquel Teixeira Torchetti Resende	Eng. Civil	Engenheiro de Projetos – Nível Júnior
Juliano Raposo Vieira	Eng. Sanit. e Ambiental	Engenheiro Ambiental – Nível Pleno
Tainara Couto de Paula	Eng. Civil	Desenhista Técnico Auxiliar
Mariana Alves Pinto Januário	Eng. Sanit. e Ambiental	Desenhista Técnico Auxiliar
Isabella Lorrany da Silva Carvalho	Nível médio	Secretária
Josiele Soares Voiski Souza	Nível médio	Auxiliar administrativo
EQUIPE DE CONSULTORES		
Profissional	Formação	Função
Vitor Carvalho Queiroz	Eng. Hídrico	Consultoria e Apoio na Elaboração dos Projetos
Vitor Lages do Vale	Eng Geotécnico	Consultoria e Apoio na Elaboração dos Projetos
José Luiz Gonçalves	Eng. Civil	Consultoria e Apoio na Elaboração dos Projetos Estruturais
Rodrigo de Magalhães Cotta	Eng. Mecânico	Consultoria e Apoio na Elaboração dos Projetos Mecânicos
Ana Raquel Teixeira Torchetti Resende	Eng. Civil	Consultoria e Apoio na Elaboração dos Orçamentos
Geraldo Magela Dolabela	Eng. Eletricista	Consultoria e Apoio na Elaboração dos Projetos elétricos
EQUIPE DE APOIO		
Profissional	Formação	Função
Henrique Pereira Barcelos	Eng. Civil	Coordenador Executivo
Laíne Aparecida Silva	Eng. Ambiental	Técnica de Campo e Apoio na Elaboração dos Projetos
Daniel Italo Barragan Fratzezi	Eng. Eletricista	Elaboração do Projeto Elétrico
Mariana Martins Barroso Neme	Eng. Ambiental	Técnica de Campo e Apoio na Elaboração dos Projetos
João Pedro Vinhas Fuhr	Eng. Civil	Apoio na Elaboração dos Projetos e orçamento
Fabiany Cristina Magalhães e Silva	Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária	Apoio na Elaboração dos Projetos
Rafael Terra Barbosa	Graduando em Engenharia Ambienta	Apoio na Elaboração dos Projetos
Stella Braga de Andrade	Eng. Ambiental	Apoio na Elaboração dos Estudos Hidrológicos
Breno Aguiar Rimulo	Eng. Civil	Apoio na Elaboração dos Estudos Hidrológicos
Mariana Almeida Henriques	Eng. Civil	Apoio na Elaboração dos Estudos Hidrológicos

Assinado de forma digital
por TIAGO DE SOUZA
ALVES:06651562606
Dados: 2026.02.24
16:22:35 -03'00'

00	29/09/2023	Especificações Técnicas – Nova Era	EQUI-HBR	VCQ	TSA
Revisão	Data	Descrição Breve	Ass. do Autor.	Ass. do Superv.	Ass. de Aprov.
ELABORAÇÃO DE ESTUDOS DE CONCEPÇÃO, PROJETOS BÁSICOS E EXECUTIVOS DE ESTRUTURAS HIDRÁULICAS PARA GARANTIA DA SEGURANÇA HÍDRICA EM CONSONÂNCIA COM O PROGRAMA P21 – PROGRAMA DE INCREMENTO DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA					
PRODUTO 5 Projeto Executivo – Especificações Técnicas – Nova Era/MG					
Elaborado por: Equipe EQUILÍBRIO-HIDROBR			Supervisionado por: Vitor Carvalho Queiroz		
Aprovado por: Tiago de Souza Alves			Revisão	Finalidade	Data
			01	3	29/09/2023
Legenda Finalidade: [1] Para Informação [2] Para Comentário [3] Para Aprovação					

Assinado de forma digital
por TIAGO DE SOUZA
ALVES:06651562606
Dados: 2023.06.26 19:50:17
-03'00'

APRESENTAÇÃO

O Consórcio EQUILÍBRIO-HIDROBR, formado pelas empresas Equilíbrio Engenharia Ltda. e HIDROBR Consultoria Ltda., firmou com a Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – AGEVAP – Filial Governador Valadares – MG, Entidade Delegatária às funções de Agência de Água da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, o Contrato nº 22/2022 para a “Elaboração de estudos de concepção, projetos básicos e executivos de estruturas hidráulicas para garantia da segurança hídrica em consonância com o programa P21 – Programa de Incremento de Disponibilidade Hídrica”, em conformidade com o Ato Convocatório nº. 008/2022.

Este documento – Produto 5.3: Especificações Técnicas – apresenta as diretrizes e estabelece os procedimentos básicos a serem observados para a perfeita execução das obras de implantação das infraestruturas destinadas a aumentar a segurança hídrica no município de Nova Era - MG.

SUMÁRIO

1	FICHA TÉCNICA	7
2	OBJETO	8
3	DISPOSIÇÕES GERAIS.....	8
4	RESUMO DESCRITIVO DAS OBRAS	9
4.1	EXECUÇÃO DE TOMADA D'ÁGUA E SUCÇÃO	9
4.2	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA.....	9
4.3	ADUTORA DE ÁGUA BRUTA (RECALQUE).....	10
4.4	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA)	10
5	NORMAS GERAIS PARA EXECUÇÃO	11
5.1	SERVIÇOS PRELIMINARES	11
5.2	CANTEIRO DE OBRAS.....	12
5.3	LOCAÇÃO TOPOGRÁFICA DA OBRA.....	13
5.4	SINALIZAÇÃO.....	14
5.5	ESCAVAÇÃO	16
5.6	ESGOTAMENTO.....	19
5.7	ASSENTAMENTO DE TUBULAÇÕES E CONEXÕES	19
5.6.1.	MÉTODO NÃO DESTRUTIVO (MND).....	20
5.8	TRANSPORTE DE MATERIAIS.....	22
5.9	REATERRO E RECOMPOSIÇÃO DE PAVIMENTO.....	22
5.10	COMPACTAÇÃO DE SOLO.....	24
5.11	TERRAPLENAGEM.....	25
5.12	FUNDAÇÕES DIRETAS.....	27
5.13	ESTRUTURAS DE CONCRETO	28
5.14	ENROCAMENTO DE PEDRA MARROADA	41
5.15	ALVENARIA DE TIJOLOS CERÂMICOS	42
5.16	REVESTIMENTOS	43
5.17	SERRALHEIRA / ESQUADRIAS	44

5.18	PINTURA.....	44
5.19	PISOS.....	44
1.1	COBERTURA.....	45
1.2	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA) COMPACTA	45
1.2.1	ETAPAS DE TRATAMENTO	46
1.2.2	CASA DE QUÍMICA.....	48
1.2.3	TANQUES DE ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS QUÍMICOS	50
1.2.4	ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA	51
1.2.5	RESERVATÓRIO DE ÁGUA TRATADA	51
1.3	LIMPEZA E VERIFICAÇÃO FINAL.....	51
2	RECURSOS HUMANOS	52
2.1	MÃO DE OBRA	52
3	ACERTO DE MATERIAL E ENTREGA DA OBRA	53

1 FICHA TÉCNICA

Contratante:	Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – AGEVAP – Filial Governador Valadares – MG
Contrato:	22/2022
Assinatura do Contrato em:	16/11/2022
Assinatura da Ordem de Serviço em:	23/11/2022
Escopo:	Elaboração de estudos de concepção, projetos básicos e executivos de estruturas hidráulicas para garantir da segurança hídrica em consonância com o programa P21 – Programa de Incremento de Disponibilidade Hídrica
Justificativa	Em vista do agravamento da crise hídrica nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, o CBH-Doce definiu, no PAP 2021-2025, como uma ação estratégica, a alocação de recursos para realizar intervenções nos mananciais de abastecimento público a fim de mitigar e minimizar os impactos dessa crise.
Objetivo	Dessa forma, este documento tem como objetivo apresentar a etapa de projeto executivo das infraestruturas a serem implantadas para aumentar a segurança hídrica no município de Nova Era – MG.
Prazo de Execução:	12 meses, a partir da data de emissão da Ordem de Serviço
Valor Global do Contrato	R\$ 2.336.190,20 (dois milhões, trezentos e trinta e seis mil, cento e oitenta reais e vinte centavos)
Documentos de Referência	Ato Convocatório nº. 008/2022

2 OBJETO

O objeto da presente Especificação Técnica é de estabelecer diretrizes e procedimentos básicos a serem observados para a perfeita execução das infraestruturas destinadas ao aumento da oferta de água em períodos de estiagem, promovendo a ampliação do Sistema de Abastecimento de Água (SAA) do Município de Nova Era, Minas Gerais.

3 DISPOSIÇÕES GERAIS

As atividades e serviços necessários para a execução do escopo são:

- Canteiro de Obras tipo A-1, conforme Norma T.068/3 da COPASA MG;
- Vistoria, sondagens de reconhecimento, locação das redes;
- Sinalização e placas de obra;
- Fornecimento e assentamento das tubulações;
- Execução de tomada d'água em outro ponto de captação no Rio Prata;
- Fornecimento e assentamento de conjuntos moto-bomba;
- Construção de Elevatória de Água Bruta (EEAB);
- Implantação de Adutora de Água Bruta (AAB), que interliga a EEAB a nova ETA, com máxima transferência de 60 L/s por recalque;
- Execução de uma travessia em Método Não Destrutivo (MND) sob Rodovia Estadual MG-120;
- Construção de uma Estação de Tratamento de Água (ETA) compacta, com capacidade de tratamento igual a 60 L/s;
- Fechamento e recomposições dos logradouros;
- Controle de qualidade.

4 RESUMO DESCRITIVO DAS OBRAS

4.1 EXECUÇÃO DE TOMADA D'ÁGUA E SUCÇÃO

A tomada d'água constará de uma tubulação de ferro dúctil DN 350, visando captar a água do Rio Prata em períodos de cheia e de seca. Far-se-á também a proteção da tomada d'água através de “gaiola” em grade metálica. A tubulação terá seu escoamento protegido por meio de uma válvula de crivo em sua extremidade.

As características topográficas da tomada d'água são:

- Nível d'água (NA) máximo: 506,5 m;
- Cota de topo da gaiola de proteção: 505,00 m;
- Cota de fundo da geratriz inferior a montante: 503,8 m.

As características da tubulação de sucção são:

- Tubulação de entrada e de sucção: Tubo Ferro dúctil DN 350 mm;
- Tubulação de recalque: Tubo PVC DEFoFo PN 16 DN 300 mm;
- Extensão da tubulação: 20,0 m;
- Cota de fundo da geratriz inferior a montante: 503,8 m;
- Cota de fundo da geratriz inferior a jusante: 510,60 m;
- Altura de sucção: 6,8 m.

4.2 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA

A unidade retrata edificação executada em alvenaria convencional e estruturada em concreto armado, e fará abrigo à dois conjuntos motobombas centrífugas. Um dos conjuntos funcionará como sistema de bombeamento reserva.

- Q: 60 L/s
- A.M.T.: 115 m.c.a
- Potência: 125 cv

- Tubulação de sucção: Tubo Ferro Dúctil DN 350mm
- Tubulação de recalque: Tubo PVC DEFoFo DN 350mm
- Tensão 220/380/440/760 V.

4.3 ADUTORA DE ÁGUA BRUTA (RECALQUE)

Está prevista a implantação de uma adutora de água bruta, concebida predominantemente em PVC DEFoFo DN 300 mm que se inicia na EEAB e é direcionada até a nova ETA.

- Q: 60 L/s
- Q.máx: 62 L/s
- Extensão total: 960,0 m
- Extensão em Ferro Dúctil: 24,15 m
- Extensão em PVC DEFoFo: 935,85 m:
- Desnível geométrico de recalque: 105,8 m;

4.4 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA)

Prevê-se a implantação de ETA compacta pressurizada, com capacidade nominal de tratamento de 60 L/s, devendo a água produzida atender integralmente aos padrões de potabilidade vigentes.

A definição tecnológica e a configuração dos módulos serão de responsabilidade do fornecedor contratado, devendo atender às condições locais de implantação previstas em projeto, especialmente quanto à área disponível, arranjo físico e acessos, ficando sujeitas à aprovação da Fiscalização.

A água tratada será recalçada, por meio de estação elevatória, até o reservatório de distribuição do sistema.

5 NORMAS GERAIS PARA EXECUÇÃO

5.1 SERVIÇOS PRELIMINARES

São requisitos mínimos, sob responsabilidade da empreiteira, para o início das obras:

- Obtenção, junto à Fiscalização da Prefeitura, dos projetos executivos, das especificações técnicas e das requisições de materiais;
- Obtenção da autorização necessária, junto aos Órgãos competentes, para a realização dos serviços. Prováveis ônus decorrentes de pagamentos de taxas junto aos Órgãos da Administração Pública, para a liberação/aprovação das autorizações, deverão ser considerados pela Construtora na estruturação do BDI - item Adm. Central;
- A locação das redes projetadas e a elaboração das respectivas Notas de Serviço devem ser analisadas pela Prefeitura. Fica condicionado o início das obras à respectiva aprovação. O estaqueamento das adutoras deve ser feito de 20 em 20 metros, as referências de nível devem ser indicadas a cada 200 metros fora da diretriz das redes e o contranivelamento é obrigatório;
 - a) Materiais: estaca em pontalete de madeira compensada ou similar, de altura de 0,50 m, pintura à tinta latéx PVA e pregos;
 - b) Mão-de-obra: Topógrafo, auxiliar de topografia, carpinteiro de formas e auxiliares de carpinteiro;
- Preconiza-se à empreiteira a contratação de terceiros ou uso de internos, cuja habilitação técnica ou superior em Agrimensura esteja ativa em Conselho Responsável, para a realização de locação de Obra Civil e Obra de Infraestrutura Linear, em conformidade à Norma Brasileira (NBR) 15309/2005;
- As cotas mencionadas nas especificações e nos desenhos são referidas aos RN's indicados no projeto e estas (as cotas) deverão ser, obrigatoriamente, transportadas para as respectivas obras.

- Limpeza prévia do terreno deve ser executada de forma manual com auxílio de uma ferramenta apropriada, visando melhorar o acesso e a implantação da adutora.

a) Materiais: Enxada.

b) Mão-de-obra: Jardineiro e servente.

5.2 CANTEIRO DE OBRAS

Sob responsabilidade da empreitada, prever a mobilização, instalação, administração, manutenção e desmobilização do Canteiro de Obra, em conformidade à Norma Regulamentadora (NR) 18. Incluso o fornecimento e a instalação de placas de identificação das obras.

a) Material: Placa de obra em chapa galvanizada #26, esp. 0,45 mm, plotada com adesivo vinílico, afixada com rebites, em estrutura metálica de metalon 20x20 mm, esp. 1,25 mm, inclusive suporte em eucalipto autoclavado pintado com tinta pva (duas demãos);

b) Mão de Obra: Servente;

O canteiro de obras deverá ser provido de um container durante o período de execução da obra, para utilização como almoxarifado/escritório da Contratada. Está incluído neste item a mobilização e desmobilização do container. O container deve ter dimensão mínima de 6,00 x 4,00m, com banheiro contendo vaso, lavatório e chuveiro, ar condicionante, pontos de iluminação, tomada elétrica e isolamento térmico. A contratado deverá apresentar à Fiscalização da Prefeitura o laudo de descontaminação da unidade.

O item será medido em meses (mês), considerando uma unidade de container para cada mês. Em caso de atrasos no cronograma provocados pela Contratada, a mesma deverá manter o container em perfeito funcionamento, no entanto esse custo não será remunerado pela Prefeitura.

Para atendimento das instalações sanitárias no canteiro de obra, deverá ser previsto um reservatório de 1000 L, apoiado em uma estrutura de madeira. Para tal, é necessário a execução de uma base contraventada em madeira e a instalação do

suporte de apoio para a Caixa d'água.

- a) Materiais: reservatório de polietileno de 1000L; tê e tubo em PVC soldáveis com DN 25mm; joelho de 90° soldáveis em DN 25mm; kit de registro de gaveta bruto de latão $\frac{3}{4}$ "; adaptador com flange e anel de vedação em PVC, soldável em DN 25 mm X $\frac{3}{4}$; torneira de boia para caixa d'água roscável, $\frac{3}{4}$; estrutura de madeira provisória para suporte de caixa d'água.
- b) Mão de Obra: encador ou bombeiro hidráulico.

Em canteiro de obra, é postulada conformidade à NR-18.

5.3 LOCAÇÃO TOPOGRÁFICA DA OBRA

A locação de unidades não lineares consiste na demarcação do perímetro e nivelamento da obra a ser edificada, com o emprego de equipamentos topográficos de precisão. A demarcação consta do posicionamento da obra no terreno, através da determinação das cotas dos cantos externos dos pisos, nivelamento e alinhamento das paredes. O nivelamento das paredes será materializado com estacas e sarrafos de madeira.

A locação será efetuada através de gabarito em tábuas de pinho de 0,03 x 0,20m perfeitamente niveladas, pregadas a uma altura mínima de 60cm em barrotes 3" x 3" espaçados de 1,50 m, afastado da estrutura no mínimo 3,00m. Mediante pregos cravados no topo dessas guias, através de coordenadas, serão marcados, com fios estirados, os alinhamentos.

A locação das obras será feita a partir das indicações constantes das peças gráficas, ficando sob a responsabilidade da empresa Contratada qualquer erro de alinhamento, obrigando-se a desfazer ou refazer a marcação, sob suas expensas, caso alguma incorreção seja verificada pela Fiscalização ou pela Contratante.

A referência de nível será determinada com base nos projetos e levantamentos topográficos da área onde serão executados os serviços. Para o bom controle de nível, outros marcos de segurança deverão ser implantados em toda área e indicados em plantas, em local protegido e com os valores relacionados.

Todas as interferências encontradas, e que não constem de desenhos fornecidos,

deverão ser levantadas e cadastradas. Excetuando-se a instalação do canteiro da obra e a limpeza da área, nenhum serviço poderá ser executado sem a relocação completa, através das ordens de serviços e seus projetos específicos. Na existência de serviços não especificados, a Contratada somente poderá executá-los após aprovação da Fiscalização.

Concluída a locação das obras de acordo com o Projeto, a Contratada fará uma ata relacionando as condições de sítio à época da execução.

A critério da Fiscalização, a locação e nivelamento de unidades de pequena importância poderá ser feita sem o auxílio de equipamentos topográficos, com o auxílio de mangueira transparente cheia de água, régua, nível e esquadros de pedreiro. Os cantos e alinhamentos também são materializados com estacas e sarrafos de madeira.

Na locação de áreas os pontos devem ser marcados por piquetes, cujo topo deve estar a 0,02m do solo, com estaca testemunha. O piquete deve ser amarrado no campo a pontos bem definidos. Deverá ser elaborado “croquis” de amarração e identificação dos piquetes.

- a) Materiais: tábuas de pinho, barrotes, pregos.
- b) Equipamentos: estação total, níveis.
- c) Mão de Obra: topógrafo e auxiliar de topógrafo.

5.4 SINALIZAÇÃO

Os tapumes e placas de sinalização deverão ser fornecidos pela Contratada e fabricados conforme padrões e dizeres estabelecidos pela Prefeitura.

Para a execução do tapumes, recomenda-se medir o comprimento necessário das peças de madeira, escavar o local dos pontaletes, os quais devem ser nivelados e em seguida, chumbados no solo. Posteriormente, encaixar os rodapés e os rodapés da estrutura e por fim, inserir as chapas de madeira para o fechamento.

- a) Materiais: Indica-se chapa de madeira compensada resinada para forma de concreto; peça de madeira não aparelhada (pontalete); madeira de lei para

montagem dos pilares; prego polido com cabeça; concreto magro para lastro, traço 1:4, 5:4, 5, com preparo manual; tábua aparelhada, em madeira de lei.

b) Maquinário: Serra circular de bancada com motor elétrico.

c) Mão de Obra: carpinteiro de formas, ajudante de carpinteiro e servente.

A sinalização de obras tem como característica a utilização de sinais e elementos de sinalização vertical, horizontal, semafórica e de dispositivos e sinalizações auxiliares combinadas de forma que:

- Os usuários da via sejam advertidos sobre a intervenção realizada e possam identificar seu caráter temporário;
- Sejam preservadas as condições de segurança e fluidez do trânsito e de acessibilidade;
- Os usuários sejam orientados sobre caminhos alternativos;
- Sejam isoladas as áreas de trabalho, de forma a evitar a deposição e/ou ançamento de materiais sobre a via;
- Na sinalização de obras, assegurar que os elementos que compõem a sinalização vertical de regulamentação, a sinalização horizontal e a sinalização semafórica tenham suas características preservadas.

Em todo serviço em via pública deverão ser utilizados os equipamentos de proteção necessários (capacete, calçado de segurança ou bota de PVC, óculos de segurança, luva de raspa ou PVC, macacão de saneamento, capa ou conjunto de chuva, colete refletivo, entre outros).

A disposição mínima da sinalização deve incluir:

- grade modular, cavalete de identificação de obra ou tapume para obra empreiteira (se obra contratada);
- cones, iniciados e espaçados conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Posicionamento da sinalização conforme tipo e velocidade máxima da via

Vila	Velocidade máx. (Km/h)	Posição da primeira sinalização ¹	Posição da placa de desvio ²	Posição do primeiro cone	Espaçamento máximo entre cones	
					Em trecho reto	Em trecho curvo
Local	30	60m	50m	30m	7m	5m
Coletora	40	60m	50m	30m	7m	5m
Arterial	60	80m	60m	40m	7m	5m
Trânsito rápido	80	100m	80m	50m	7m	5m

Fonte: Norma Técnica T. 098/0 - COPASA (1988)

- a) Materiais: Indica-se balizador cônico, balizador para tela tapume, barreira plástica, cavalete de identificação de obra, cone de sinalização, fita zebreada, placa de sinalização, tela tapume.
- b) Mão de Obra: ajudante de obra.

5.5 ESCAVAÇÃO

As valas deverão ser escavadas entre as deflexões horizontais. O fundo da vala será nivelado segundo as declividades estabelecidas na Nota de Serviço e acertado de modo a receber as tubulações sem esforços pontuais ou apoios localizados.

A largura da vala deverá ser mantida constante em toda sua extensão, de modo a se obter uma superfície uniforme em projeção horizontal e deve, também, ser compatível com a largura do compactador a ser utilizado.

A largura mínima da vala deverá considerar os equipamentos de compactação a serem utilizados durante o reaterro. Para toda a etapa de escavação, indica-se o regimento das Normas de Segurança do Trabalho (NR-18).

A escavação poderá ser feita manualmente, mas, preferencialmente, com equipamento mecânico apropriado, sugestão de retroescavadeira. Neste caso, a escavação mecânica deve se aproximar do greide da geratriz inferior da tubulação, sendo o nivelamento e o acerto do fundo da vala feitos manualmente.

Em locais onde o fundo da vala apresente pedras ou formações rochosas deve-se promover uma escavação adicional de 0,15 a 0,20 m, cobrir o fundo da vala com

uma camada de terra isenta de pedras e entulhos, ou, alternativamente, uma escavação adicional de 0,10 m para formar um berço de areia desta espessura. Esta camada de terra ou de areia deve ser devidamente compactada.

Para tubulações pressurizadas, deve-se prever, obrigatoriamente, berço de areia para assentamento de tubulação ao longo de todo o caminhamento.

Quando o fundo da vala for constituído de material sem condições mínimas de suporte para o assentamento da tubulação, conforme observado pelo responsável técnico do serviço, deve-se executar base de brita (cascalho) ou concreto. A tubulação sobre tais bases deve ser assentada sobre colchão de areia de 0,10 m.

O material resultante da escavação, que não puder ser reaproveitado, deverá ser imediatamente removido para local aprovado pela Fiscalização e pela Prefeitura. O material passível de reaproveitamento deverá ser depositado, provisoriamente, de um só lado da vala, a uma distância, no mínimo, igual à profundidade, de modo a não perturbar os serviços, não comprometer a estabilidade dos taludes e nem permitir a invasão da vala pelas águas das chuvas.

No período chuvoso, o material armazenado deverá ser coberto com lonas plásticas de modo a conservar a sua umidade natural.

- a) Maquinário: para escavação mecanizada de vala com profundidade até 1,5 m, com largura de 1,5 a 2,5 m, em solo de 1ª categoria, executada em locais com baixo nível de interferência, recomenda-se utilizar escavadeira hidráulica sobre esteiras com capacidade mínima de 0,8 m³; para escavação mecanizada de vala em mesmas condições, profundidade variando de 1,5 a 3,0 m, utiliza-se escavadeira hidráulica sobre esteiras com volume mínimo de 1,20 m³;
- b) Mão de obra: motorista/tratorista; servente para auxiliar o trabalho feito pelos equipamentos mecanizados, servente para a execução da escavação da vala com o uso de equipamentos manuais.

O Projeto básico sugere uso de escoramento das valas por meio da técnica de pontaleamento ou escoramento contínuo, sendo obrigatória a consonância à NR-18, que reforça a obrigatoriedade destas estruturas para valas de profundidade igual

ou superior a 1,25m.

Os componentes básicos que constituem o escoramento são: estroncas, peça utilizada para comprimir os pranchões e/ou longarinas contra as paredes laterais das valas; longarina, uma peça longitudinal utilizada sobreposta aos pranchões de apoio, comprimindo-os contra as paredes da vala através de pressões exercidas pelas estroncas; pranchão de apoio, peça instalada verticalmente nas paredes da vala, conforme NBR 17.015 da ABNT, devendo ficar sobreposta pelas longarinas (quando houver), e fixada através de estroncas;

Antes de iniciar a escavação das valas, deve-se isolar e sinalizar o local da obra, utilizando cones específicos, fitas zebradas, placas de distância de obra e advertência, tapumes, telas tapume, grades, dentre outros;

No Escoramento Pontaleamento são utilizados pranchões de apoio com dimensões mínimas de 0,03 m x 0,30 m, espaçados horizontalmente no máximo com 1,35 m entre eixos e travados por estroncas espaçadas verticalmente no máximo com 1,00 m.

No Escoramento Contínuo são utilizados pranchões de apoio (com dimensões mínimas de 0,03 m x 0,30 m, cobrindo todas as superfícies laterais da vala, travados horizontalmente por longarinas transversais (com dimensões mínimas 0,06 m x 0,20 m), espaçadas verticalmente no máximo com 1,00m, através de estroncas transversais sobrepostas.

- a) Materiais: recomenda-se que a estronca seja metálica e/ou em madeira rígida, resistentes à umidade e aos esforços de tração e compressão, se for a de madeira deverá ter diâmetro mínimo de Ø 0,20 m e pode ser em eucalipto (NBR 17.015 ABNT); a longarina pode ser em madeira rígida e resistente à umidade e aos esforços de tração e compressão, com dimensões mínimas de 0,06 m x 0,20 m x 2,00 m, ou metálica; o pranchão de apoio pode ser em madeira rígida, resistente à umidade e aos esforços de tração e compressão, com dimensões mínimas de 0,03m x 0,30m x comprimento (de acordo com a profundidade da vala), ou em perfil metálico - o material será definido conforme a necessidade da obra e a critério da fiscalização, com aprovação do engenheiro responsável pela obra.

- b) Mão de obra: carpinteiro de formas; servente.

5.6 ESGOTAMENTO

Quando a escavação atingir o lençol d'água, fato que poderá criar obstáculos à perfeita execução do assentamento de tubos e superestruturas, deverão ser abertas valetas laterais para o lançamento das águas drenadas em pontos adequados para recebê-las, ou construídas cavas de sucção para serem utilizadas bombas dimensionadas por engenheiro responsável técnico, ao esgotamento das vazões drenadas.

No contexto da Tomada D'Água e da EEAB, vizinhas ao Manancial, é imprevisível a previsão de bombeamento pela empreiteira ao longo de toda.

- a) Equipamentos: bomba submersível de drenagem com vazão de até 50 m³/h e altura até 10 m;
- b) Mão de obra: servente.

5.7 ASSENTAMENTO DE TUBULAÇÕES E CONEXÕES

As tubulações deverão se apoiar inteiramente sobre o fundo das valas, e estas previamente preparadas e sem depressões nem saliências. Ao serem assentados, os tubos e as peças deverão estar perfeitamente limpos internamente e deverá ser usado lubrificante adequado para execução das juntas elásticas.

A executora deve prever limpeza prévia dos tubos e conexões. Após a descida da tubulação à vala, é feito o assentamento propriamente dito diretamente sobre o berço de material granular selecionado, o qual se recomenda areia. Em seguida é necessário que se faça o posicionamento, alinhamento, nivelamento, apoio, travamento, fixação das juntas de borracha e o reaterro primário.

- a) Materiais: areia fina; tubos e conexões conforme lista de materiais; pasta lubrificante para tubos e conexões com junta elástica.
- b) Mão de obra: assentador de tubos; servente.

Os tubos devem permanecer ao longo das valas, antes de serem assentados, o menor tempo possível, com o objetivo de evitar acidentes e perdas. Sempre que for

interrompido o trabalho, o último tubo assentado deverá ser tampado evitando, assim, a entrada de elementos estranhos.

É de responsabilidade da empreiteira o alinhamento às normas técnicas indicadas aos materiais em PVC DEFOFO e FERRO DÚCTIL, visando a fiscalização destes insumos, tal qual a perfeita execução destas. Segue a recomendação de leitura:

1. NBR 7665/2023: Sistemas de transporte de água ou de esgoto sob pressão — Tubos de PVC-M DEFOFO com junta elástica — Requisitos.
2. NBR 7675/2022: Tubos e conexões de ferro dúctil e acessórios para sistemas de adução e distribuição de água – Requisitos.
3. NBR 15750/2023: Tubulações de PVC-O (cloreto de polivinila não plastificado orientado) para sistemas de transporte de água ou esgoto sob pressão — Requisitos e métodos de ensaios.

5.6.1. MÉTODO NÃO DESTRUTIVO (MND)

É de responsabilidade da empreiteira a contratação de terceiro especializado em execução de Travessia em Método Não Destrutivo (MND), por Tunnel Line. O método atenderá a um trecho da AAB projetado sob Rodovia Estadual MG-120, sendo uma travessia de 10 metros.

A Fornecedora desta atividade deverá dispor de Certidão de Acervo Técnico (CAT), que comprove experiência neste serviço, carga horária mínima de 100 horas.

Todo o escopo deve ser acompanhado de Engenheiro Responsável Técnico, incluso fiscalização da execução.

A Atividade deve estar licenciada no Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Minas Gerais - DER-MG.

Antes do início da execução do túnel, é fundamental realizar um estudo geotécnico que inclua sondagens à percussão do tipo SPT. O objetivo é reconhecer o subsolo, determinar o nível do lençol freático e coletar informações sobre as condições geotécnicas.

O emboque do túnel deve ser preferencialmente realizado diretamente no talude, sempre que as condições do local permitirem. Indica-se a utilização de anéis pré-montados de aço corrugado (aço astm a-36, DN1200 mm), fixando-os com aterramento parcial para estabilização. Proceda com a abertura de um poço de emboque, utilizando chapas de aço corrugado com diâmetro adequado para a execução dos trabalhos.

Após a locação do eixo do túnel, inicie a escavação a partir do poço de ataque. Instala-se os anéis de aço corrugado, conectando-os firmemente com parafusos e porcas fornecidos com as chapas. Caso ocorra a presença de água durante as escavações, utilize uma bomba elétrica para drenar completamente o líquido. O processo de escavação e montagem dos anéis deve ser realizado de forma sequencial até a conclusão do túnel.

Haverá controle topográfico regular durante a execução do túnel, com verificações a cada três anéis montados. Isso garantirá o alinhamento e a declividade conforme previstos no projeto. Recomenda-se monitorar constantemente as condições do subsolo, especialmente em áreas propensas a espaços vazios entre o solo escavado e as chapas.

Para evitar acomodações e recalques indesejados devido a espaços vazios, recomenda-se a injeção de argamassa de solo-cimento no traço de 1:10 através de furos existentes nas chapas. Certifique-se de que a mistura apresente uma resistência mínima de 1,5 MPa aos 28 dias. Realize essa injeção conforme necessário para preencher eficazmente quaisquer espaços vazios identificados durante o processo de escavação.

Indica-se os registros detalhados de todas as etapas do processo, incluindo os resultados das sondagens, o progresso da escavação, o uso de argamassa de solo-cimento e os controles topográficos. Essa documentação é essencial para a garantia da qualidade e para futuras referências.

- a) Maquinário: Guincho de coluna capacidade de 400kg; Transformador 24V, trilhos trolley; Compressor de ar 750pcm; bota fora, retroescavadeira ou escavadeira; Máquina CP3, discos e acessórios;

- b) Materiais: Iluminação com Lâmpadas 60W 24V; ventilação do túnel/poço de visita; areia, cimento, ferragens e tela para armação interna; chapas de aço, tinta e acessórios; espuma e cola de contato para calafetação dos anéis; solo, cimento e água para consolidação do interno do túnel; EPI;
- c) Mão-de-obra: Encarregado de Perfuração MND; Operador de Máquinas; Servente; Soldador.

5.8 TRANSPORTE DE MATERIAIS

As despesas relativas ao transporte dos materiais, carga, descarga dos seus almoxarifado ao Canteiro de Obras, deverão ser consideradas pela Construtora e inclusas na estrutura do seu BDI- no item Administração Local.

- a) Materiais: para carga, manobra e descarga de solos ou materiais granulares, indica-se caminhão basculante toco com capacidade de 6m³ e caçamba metálica; para o carregamento de materiais no caminhão basculante, indica-se pá carregadeira sobre rodas, capacidade da caçamba de 1,7 a 2,8 m³; para espalhamento do material de 1ª categoria, recomenda-se uso de trator de esteiras com peso operacional 16.700 kg.
- b) Mão de obra: motorista/tratorista; servente para auxiliar o trabalho feito pelos equipamentos mecanizados.

A rotina de logística deve ser alinhada junto à Prefeitura antes da mobilização do Canteiro de Obras.

5.9 REATERRO E RECOMPOSIÇÃO DE PAVIMENTO

Para reaterro, indica-se solo de baixa compressibilidade e boa capacidade de suporte, baixa sensibilidade à ação da água e sem presença de matéria orgânica, e corpos de diâmetro superior a 3cm.

Durante a execução do serviço, recomenda-se à construtora uso de equipamento manual até 20 cm acima da geratriz superior da tubulação, e as camadas de compactação deverão ter até 10 cm de altura, promovendo a segurança e qualidade da tubulação.

Os serviços de reaterro de solo, demolição e recomposição de pavimentos devem estar aderentes às indicações integrais da Prefeitura.

- a) Maquinário: para reaterro mecanizado de vala, indica-se a retroescavadeira sobre rodas com carregadeira, tração 4x4.
- b) Mão-de-obra: servente para reaterro manual, fazer a limpeza da vala e operar o compactador.

A repavimentação deve ser executada, sempre que possível, em consonância à base do pavimento primitivo. Caso não exista C.B.U.Q disponível no município, este deve ser transportado por no máximo 200 km, caso contrário a efetividade da aplicação é comprometida.

Sobre a base curada, recomenda-se a limpeza da faixa a ser pavimentada com o uso da vassoura mecânica rebocável para remoção de materiais da superfície. A vibroacabadora recebe a mistura asfáltica, por compreensão a quente, e é ajustada para executar o revestimento asfáltico com a espessura e largura prevista em projeto, percorrendo o comprimento a ser espalhado.

Durante a passagem do equipamento, é necessário que seja fiscalizada a espessura da camada. Os rasteiros acompanham a vibroacabadora e corrigem falhas e defeitos deixados pela vibroacabadora. - Na sequência, assim que há frente disponível de trabalho, passa-se o rolo compactador de pneus, na faixa recém pavimentada. Conforme o progresso esfriamento da mistura asfáltica, é recomendada a indicação de aumentar a pressão na compactação. Atrás do rolo de pneus, inicia-se a rolagem com o rolo liso tipo tandem, dando o acabamento final ao revestimento asfáltico.

- c) Maquinário: Vibroacabadora de asfalto sobre esteiras, capacidade 450 T/H; Caminhão basculante 10³ trucado cabine simples; rolo compactador vibratório tandem, aço liso; trator de tração 4x4 com vassoura mecânica acoplada;
- d) Material: CBQU, padrão DNIT, faixa C;
- e) Mão-de-obra: Rasteleiro;

5.10 COMPACTAÇÃO DE SOLO

O grau de compactação deverá atingir, no mínimo, 97% do proctor normal para pistas pavimentadas, ruas com declividade acentuada (maior ou igual a 15%) e demais casos.

Poderá ser adotado um grau de compactação de 100% do proctor normal, quando as circunstâncias do local, do solo e/ou topografia assim o exigirem. Tão procedimento deverá contar com o conhecimento e a aprovação da Fiscalização.

Deverá ser executado o controle tecnológico, para todo o escopo contratual, conforme segue:

1. 1 ensaio de compactação, segundo a NBR 7182 para cada 300 m³ de um mesmo material de aterro, ou quando houver alteração do material de aterro;
2. 1 ensaio para determinação de massa específica seca “in situ”, para cada 300m³ de material compactado, correspondente ao ensaio de compactação referido na alínea “a” e, no mínimo, duas determinações por camada por dia;
3. 1 ensaio de granulometria (NBR 7181), do limite de liquidez (NBR 6459) e do limite de plasticidade (NBR 7180), para todo grupo de dez amostras submetidas ao ensaio de compactação, segundo a alínea “a”

Faz-se obrigatório a apresentação dos laudos à Prefeitura, para liberação das medições correspondentes aos trechos em execução. Se a amostragem apresentar valores aleatórios, deve-se por obrigação refazê-los utilizando outro fornecedor.

- a) de Equipamento: sugere-se caminhão pipa, utilizado para a umidificação do solo se necessário; soquete de apiloamento manual de solos; picaretas, pás, enxadas, dentre outros;
- b) Mão obra: motorista/tratorista; pedreiro para executar o nivelamento e regularização do fundo da vala; servente para auxiliar o trabalho feito pelos equipamentos mecanizados; servente para reaterro manual; servente para auxiliar o pedreiro nas atividades, fazer a limpeza da vala e operar o compactador.

5.11 TERRAPLENAGEM

A execução dos aterros será subordinada aos elementos técnicos fornecidos à construtora e constantes das notas de serviço elaboradas em conformidade ao projeto.

A operação será precedida da execução dos serviços de desmatamento, destocamento e limpeza.

Preliminarmente à execução dos aterros, deverão estar concluídas as obras-de-arte correntes e especiais necessárias à drenagem da bacia hidrográfica interceptada pelos mesmos, salvo quando houver indicação contrária.

Caso haja descontinuidade da execução da terraplenagem, pela necessidade de execução de obras de arte/elementos de drenagem, deverá ser estabelecida distância mínima a jusante e a montante do elemento, a fim de resguardar a possibilidade de efetivar compactação do aterro nesta região.

No caso de aterros totalmente assentes sobre encostas com inclinação transversal acentuada, de acordo com o projeto, as encostas naturais deverão ser escarificadas com um trator de lâmina, produzindo ranhuras, acompanhando as curvas de nível.

Se a natureza do solo condicionar a adoção de medidas especiais, para a solidarização de aterro ao terreno natural, a Fiscalização poderá exigir a execução de degraus ao longo da área a ser aterrada.

O lançamento do material para a construção dos aterros deve ser feito em camadas sucessivas, em toda a largura da seção transversal, e em extensões tais, que permitam seu umedecimento e compactação de acordo com o previsto nestas Especificações Gerais. Para o corpo dos aterros, a espessura da camada compactada não deverá ultrapassar 0,30 metros. Para as camadas finais (até 1 metro), as espessuras das camadas não deverão ultrapassar 0,20 metros.

Todas as camadas deverão ser convenientemente compactadas. Para o corpo dos aterros, deverão ser compactadas na umidade ótima, até se obter a massa específica aparente seca correspondente a 95% da massa específica aparente máxima seca, obtida utilizando-se a energia Proctor Normal. Para as camadas finais (até 1 metro),

aquela massa específica aparente seca deve corresponder a 100% da massa específica aparente máxima seca, obtida utilizando-se também a energia Proctor Normal do referido ensaio. Os trechos que não atingirem as condições mínimas de compactação e máxima de espessura, deverão ser escarificados, homogeneizados, levados à umidade adequada e novamente compactados, até atingir a massa específica aparente seca exigida.

Os serviços de escarificação, homogeneização, estabelecimento de umidade adequada e compactação até atingir a massa específica aparente seca exigida, não serão remuneradas pela CONTRATANTE.

No caso de alargamento de aterros, sua execução obrigatoriamente será procedida de baixo para cima, acompanhada de degraus nos seus taludes. Desde que justificado em projeto, poderá a execução ser feita por meio de arrasamento parcial do aterro existente, até que o material escavado preencha a nova seção transversal, complementando-se após, com material importado, toda a largura da referida seção transversal. No caso de aterros em meia encosta, o terreno natural deverá ser também escavado em degraus.

A inclinação dos taludes de aterro, tendo em vista a natureza dos solos e as condições locais, será fornecida pelo projeto.

Para a construção de aterros assentes sobre terreno de fundação de baixa capacidade de carga, o projeto deverá prever a solução e controle a ser seguido. No caso da consolidação por adensamento da camada mole, será exigido o controle por medição de recalques e, quando prevista, a observação da variação das pressões neutras. O preparo da fundação, onde o emprego de equipamento convencional de terraplenagem não for possível, ou que as características da fundação exijam soluções específicas, terão obrigatoriamente projetos detalhados.

Os aterros-barragens terão o seu projeto e construção fundamentados nas considerações de problemas referentes à compactação de solos, estabilidade do terreno de fundação, estabilidade dos taludes e percolação da água nos meios permeáveis, constarão especificamente do projeto.

Em regiões onde houver ocorrência predominante de areia admitir-se-á a execução

de aterros com o emprego da mesma, desde que estabelecido em projeto.

A fim de proteger os taludes contra os efeitos da erosão, deverá ser procedida a sua conveniente drenagem e obras de proteção, com o objetivo de diminuir o efeito erosivo da água, tudo em conformidade com o estabelecido no projeto. Descarga, espalhamento, conveniente umedecimento ou aeração, compactação dos materiais oriundos de cortes ou empréstimos, destinados a substituir eventualmente os materiais de qualidade inferior, previamente retirados, a fim de melhorar as fundações dos aterros e/ou cortes.

Havendo a possibilidade de solapamento da saia do aterro, em épocas chuvosas, deverá ser providenciada a construção de enrocamento, no pé do aterro. Na execução de banquetas laterais ou meios-fios, conjugados com sarjetas revestidas, desde que previstas no projeto, as saídas de água serão convenientemente espaçadas e ancoradas na banquetta e na saia do aterro. O detalhamento destas obras será apresentado no projeto.

Nos aterros de acesso próximos dos encontros de pontes, o enchimento de cavas de fundações e das trincheiras de bueiros, bem como todas as áreas de difícil acesso ao equipamento usual de compactação, serão compactados mediante o uso de equipamento adequado, como soquetes manuais, sapos mecânicos etc. A execução será em camadas, nas mesmas condições de massa específica aparente seca e umidade descritas para o corpo de aterros.

Durante a construção, os serviços já executados deverão ser mantidos com boa conformação e permanente drenagem superficial.

- a) Maquinário: trator de esteira; pá-carregadeira; caminhão basculante; compactador de solos (soquete); caminhão pipa.
- b) Mão de obra: servente; tratorista; motorista de caminhão.

5.12 FUNDAÇÕES DIRETAS

Será de responsabilidade da EMPREITEIRA a escavação das cavas de fundação até a obtenção de condições geológicas compatíveis, sendo permitido somente em condições especiais uma profundidade inferior a 0,50 m.

O fundo da vala deverá ser isento de pedras soltas, detritos orgânicos e apresentar-se perfeitamente plano e horizontal, podendo eventualmente formar degraus quando as condições do solo assim o exigirem.

O fundo de vala deverá ser abundantemente molhado com a finalidade de localizar possíveis elementos estranhos não aflorados, que serão acusados por percolação de água, após o que deverá ser fortemente apiloado.

Nas escavações junto às construções vizinhas deve-se cuidar de evitar danos às mesmas, sendo estas executadas pelos métodos estabelecidos pela construtora, com os escoramentos necessários.

Se a escavação atingir o lençol d'água, deve-se proceder ao rebaixamento do mesmo, aplicando-se conforme o caso, o processo bombeamento – neste documento descrito.

O fundo da vala deverá ser regularizado e apiloado.

As orientações de armação e formas estão previstas no item 5.13 deste documento.

Antes do lançamento do concreto magro no fundo das cavas, será o mesmo regularizado por um lastro de concreto magro de 5 cm de espessura e com largura 10 cm maior que a das sapatas.

- c) Materiais: areia média; pedra britada n. 1; cimento portland composto cp ii-32.
- d) Maquinário: betoneira capacidade nominal de 400 l.
- e) Mão de obra: pedreiro; servente; operador de betoneira estacionária/misturador.

5.13 ESTRUTURAS DE CONCRETO

Deverão obedecer ao prescrito no projeto estrutural, principalmente para obter perfeita impermeabilização / estanqueidade das peças de concreto.

Antes do início da obra a Empreiteira deverá estudar os planos de concretagem com o objetivo de evitar reparos posteriores. É imprescindível na obra equipamento para tratamento das juntas de concretagem.

5.13.1 Formas

As formas, para estruturas de concreto que terão superfícies aparentes, deverão ser executadas em painéis de madeira compensada, revestidas de filme plástico.

As espessuras dos painéis deverão ser adequadas às dimensões das peças estruturais com dimensões mínimas de 15 mm. Os painéis deverão ser resistentes aos esforços solicitantes dos trabalhos de concretagem, propiciando concreto aparente com superfície especular.

Os painéis deverão ser dispostos de modo a formarem juntas corridas nas direções horizontais e verticais.

As juntas formadas pela justaposição dos painéis, num plano ou em ângulo, deverão ser perfeitamente estanques.

Os painéis de forma poderão ser várias vezes reaproveitados, desde que não apresentem defeitos em suas superfícies, que não possam deixar vazar massas de concreto, e que o revestimento impermeabilizante não esteja danificado.

Poderão ser exigidos pela fiscalização reforços especiais nos painéis de forma da estrutura de concreto aparente, para que seja garantida uma superfície plana, sem ondulações.

Poderão ser utilizados, produtos específicos, para aplicação nas faces internas das formas, que objetivam uma maior facilidade de desforma.

Estes desmoldantes deverão ser aplicados antes da colocação da ferragem e serem garantidos pela Empreiteira quanto a qualquer ação química sobre a superfície do concreto.

Antes da colocação das ferragens, as formas deverão se apresentar perfeitamente acabadas e limpas. Se as formas forem tratadas internamente com pintura de produtos desmoldantes, a sua limpeza só poderá ser efetuada por ação de ar comprimido, não podendo ser utilizada água para lavagem.

- a) Materiais: Madeira compensada resinada E=17mm; desmoldante protetor para formas de madeira de base oleosa; pontalete em Pinus; Sarrafo; Pregos

de aço polido com cabeça;

b) Mão de obra: Ajudante de carpinteiro; Carpinteiro;

5.13.2 Travamentos

Todo o material necessário aos reforços e travamentos dos painéis, quer sejam de madeira ou metálicos, deverão ser convenientemente dimensionados e posicionados, de tal forma a garantir a perfeita estabilidade dos painéis.

Nas peças esbeltas, para que sejam garantidos os alinhamentos e o paralelismo dos painéis das formas, poderão ser utilizados tirantes metálicos passantes que se fixarão externamente nas peças de travamento.

Estes tirantes deverão ser solidários à estrutura, não podendo ser isolados do maciço de concreto.

Após a retirada das formas, estes tirantes serão cortados com talhadeira, a uma distância de 3 cm para dentro da superfície, em ambos os lados da peça estrutural, e as cavidades deverão ser bloqueadas com argamassa forte e compacta.

5.13.3 Cimbramentos

O cimbramento deverá ser convenientemente dimensionado de modo a não sofrer, sob ação do peso próprio da estrutura e das sobrecargas advindas dos trabalhos de concretagem, deformações ou movimentos oscilatórios prejudiciais à estrutura. Todos os cimbramentos poderão ser executados com peças de madeira retangulares ou roliças ou metálicas em perfis tubulares.

Para peças retangulares de madeira, a seção mínima deverá ser de 8 cm x 8 cm e, quando roliças, o diâmetro mínimo deverá ser de 9 cm. Escoras verticais de madeira, quando não dimensionadas à flambagem, não poderão ter comprimento livre superior a 3 m. Para alturas maiores, será necessário o travamento horizontal em duas direções ortogonais.

Em cada escora de madeira só poderá existir uma emenda a qual deverá estar posicionada fora do terço médio da sua altura. Os topos de duas peças emendadas deverão ser bem justapostas, sem excentricidades, e acoplados por cobre-juntas em

todo o perímetro de emenda.

Os pontos de apoio das peças do cimbramento deverão ter condições de suporte condizentes com as cargas e não estar sujeitas a recalques.

Quando de madeiras, as peças deverão ser calçadas com cunhas de madeira, de forma a facilitar a operação de decimbramento.

As formas de peças verticais das estruturas deverão ser mantidas pelo prazo da tabela seguinte, para que se tenha garantida a cura superficial do concreto destas peças.

Tabela 2 – Prazo mínimo para manter as formas de peças verticais

LOCAL	PRAZO MÍNIMO (dias)
Paredes, pilares e faces laterais de vigas	3
Faces inferiores, deixando-se pontaletes bem encunhados e espaçados	14
Faces inferiores sem pontaletes	21
Lajes até 10cm de espessura	7
Lajes de mais de 10cm de espessura e faces inferiores de vigas até 10m de vão	21
Faces inferiores de vigas de mais de 10m de vão	28

Nos serviços de desforma, deverão ser evitados impactos ou choques sobre a estrutura e deverão ser evitados contatos de ferramentas metálicas sobre a superfície aparente do concreto. Durante as operações de desforma, deverão ser cuidadosamente removidas da estrutura quaisquer rebarbas de concreto formadas nas juntas das formas e removidas todas as pontas de arame ou tirantes de amarração.

Os decimbramentos deverão obedecer a um plano previamente estabelecido de modo a atender aos prazos mínimos necessários, determinados.

5.13.4 Embutidos

Núcleos a serem acoplados nas formas e necessários para futuras passagens de tubos deverão estar corretamente locados e com fixação adequada, para que sejam

resistentes aos serviços de concretagem. Tubulações embutidas deverão estar bem-posicionadas. As peças embutidas deverão estar perfeitamente limpas e livres de qualquer tipo de impedimento que prejudique a aderência do concreto.

5.13.5 Armaduras

Quando não especificado em contrário, os aços serão das classes CA-50A, laminados a quente, com escoamento definido por patamar no diagrama tensão-deformação.

Não poderão ser utilizados aços de qualidade ou características diferentes das especificadas no projeto, sem a aprovação da fiscalização. Todo o aço a ser utilizado na obra deverá, preferencialmente, ser sempre de um único fabricante.

Todo o aço deverá ser estocado em local apropriado e protegido contra intempéries, devendo ser disposto sobre estrados isolados do solo e agrupados por categoria e bitola, de modo a permitir um adequado controle de estocagem.

As barras de aço deverão ser previamente retificadas por processos manuais e mecânicos, quando então serão vistoriados quanto às suas características aparentes, como sejam, desbitolagem, rebarbas de aço, ou quaisquer outros defeitos aparentemente visíveis.

O corte e o dobramento das armaduras deverão ser executados a frio, com equipamentos apropriados e de acordo com os detalhes do projeto. Não será permitido o uso do corte oxido-acetilênico e nem o aquecimento das barras para facilidades de dobragem. Não será permitido nenhum processo de emenda soldada para as barras de aço.

As armaduras deverão ser transportadas para os locais de aplicação, já convenientemente preparadas e identificadas.

O posicionamento das armaduras nas peças estruturais será feito rigorosamente de acordo com as posições e espaçamentos indicados nos projetos. As armaduras posicionadas deverão ser convenientemente fixadas, de modo a permanecerem indelocáveis durante os serviços de concretagem. As emendas das armaduras só poderão ser executadas de acordo com os procedimentos indicados nos projetos.

Os recobrimentos das armaduras deverão ser assegurados pela utilização de um número adequado de espaçadores ou pastilhas de concreto. As espessuras de recobrimento deverão ser rigorosamente obedecidas, de acordo com as indicações dos projetos.

As pastilhas de concreto deverão ser fabricadas com o mesmo tipo de concreto a ser utilizado na estrutura, e deverão conter dispositivos adequados que permitam a sua fixação nas armaduras.

As armaduras de espera ou ancoragem deverão ser sempre protegidas, para evitar que sejam dobradas ou danificadas.

Na sequência construtiva, antes da retomada dos serviços de concretagem, estas armaduras deverão estar perfeitamente limpas e intactas.

Após montadas e posicionadas nas formas, as armaduras não deverão sofrer quaisquer danos ou deslocamentos, ocasionados pelos equipamentos de concretagem, ou sofrer ação direta dos vibradores.

5.13.6 Concreto Estrutural

O concreto será composto pela mistura de cimento de alto forno (AF) ou pozolânico (CPIV), água, agregados inertes e, eventualmente, de aditivos químicos especiais.

A composição ou traço da mistura deverá ser determinado pelo laboratório de concreto, de acordo com a ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, baseado na relação do fator água / cimento e na pesquisa de agregados mais adequados e com granulometria conveniente, com a finalidade de se obter:

- Mistura plástica com trabalhabilidade adequada;
- Produto acabado com a resistência indicada em projeto.

Deverão ser seguidas todas as especificações do projeto estrutural (fck, cobrimento mínimo de ferragem, dimensões mínimas de paredes e fundos de tanques, entre outras).

Para melhorar a trabalhabilidade do concreto poderá ser utilizado aditivo

incorporador de ar, previamente aprovado pela fiscalização.

As embalagens do cimento deverão apresentar-se íntegras por ocasião do recebimento, devendo ser rejeitados todos os sacos que apresentarem sinais de hidratação.

Os sacos deverão ser armazenados em lotes, que serão considerados distintos, quando:

- Forem de procedência ou marcas distintas;
- Forem de tipo ou classe de resistências diferentes;
- Tiverem mais de 400 sacos.

Os lotes de cimento deverão ser armazenados de tal modo que se torne fácil a sua inspeção e identificação. Quando em sacos, as pilhas deverão ser de 10 sacos no máximo, e o seu uso deverá obedecer à ordem cronológica de chegada aos depósitos. Todo cimento ensacado deverá ser depositado sobre estrados de madeira, ao abrigo de umidade e intempéries.

O agregado miúdo será a areia natural, de origem quartzo, cuja composição granulométrica e quantidade de substâncias nocivas deverão obedecer às condições impostas pela EB-4 da ABNT. O agregado graúdo deverá ser constituído de britas obtidas através de britagem de rochas calcárias, sãs. O diâmetro máximo de agregado deverá ser inferior 1/4 da menor espessura da peça a concretar a 2/3 do espaçamento entre as barras de aço das armaduras. A estocagem dos agregados deverá ser feita de modo a evitar a sua segregação e a mistura entre si. Os silos de estocagem deverão ser pavimentados em concreto magro, com superfícies planas e com declividade para facilitar o escoamento das águas de chuvas ou de lavagem.

A água destinada ao preparo do concreto deverá ser isenta de substâncias estranhas tais como: óleo, ácidos, sais, matérias orgânicas e quaisquer outras que possam interferir com as reações de hidratação do cimento e que possam afetar o bom andamento, cura e aspecto final do concreto.

Quando autorizados pela Fiscalização os aditivos para a melhoria das qualidades do

concreto, deverão atender às normas ASTM C-494. A percentagem de aditivos deverá ser fixada conforme recomendações do Fabricante, levando em consideração a temperatura ambiente e o tipo de cimento adotado. A eficiência dos aditivos deverá ser sempre previamente comprovada através de ensaios, que referenciam ao tempo de pega, resistência da argamassa e consistência. Cuidados especiais deverão ser observados quanto à estocagem e idade da fabricação, considerando a fácil deterioração deste material.

A dosagem do concreto deverá ser experimental, objetivando a determinação de traços que atenda economicamente às resistências especiais no projeto, bem como a trabalhabilidade necessária e a durabilidade, resguardadas as indicações contidas nos desenhos do projeto estrutural.

A dosagem experimental do concreto deverá ser efetuada atendendo a qualquer método que correlacione a resistência, durabilidade, relação água/cimento e consistência.

A trabalhabilidade deverá atender às características dos materiais componentes do concreto, sendo compatível com as condições de preparo, transporte, lançamento e adensamento, bem como as características das dimensões das peças a serem concretadas.

Levando-se em consideração a agressividade do meio, independentemente da quantidade de cimento necessária para alcançar a resistência desejada, nessa obra deverá ser empregada uma relação mínima de 350 kg de cimento por metro cúbico de concreto.

O preparo do concreto poderá ser através da central de concreto instalada em canteiro, convenientemente dimensionada para atendimento ao plano de concretagem estabelecido de acordo com o cronograma da obra.

A central de concreto deverá ser operada por pessoal especializado, para as correções que se fizerem necessárias no traço do concreto.

Antes do início das operações de produção do concreto, deverão ser feitas as aferições dos dispositivos de pesagem e as determinações da umidade dos agregados, para correção do fator água/cimento.

Para cada carga de concreto preparado, deverá ser preenchida uma ficha de controle que deverá constar: peso do cimento, peso dos agregados miúdo e graúdo, fator água-cimento, hora do término da mistura e identificação do equipamento de transporte.

Caso seja utilizado concreto de usina local o mesmo deverá ser acompanhado de atestado de forma clara e inequívoca de possuir as seguintes características mínimas:

- Na sua composição foram utilizados:
- Cimento de alto forno (AF) ou pozolânico (CP IV);
- Brita proveniente de rocha gnaissica;
- Areia quartzo.
- Fator água/cimento de 0,50 l/kg;
- Resistência do concreto $\geq 300 \text{ kg/cm}^2$;
- Indicação de qualquer produto químico utilizado.

O concreto deverá ser transportado, desde o seu local de mistura até o local de colocação com a maior rapidez possível, através de equipamentos transportadores especiais que evitem a sua segregação e vazamentos.

O concreto deverá ser depositado nos locais de aplicação, tanto quanto possível, diretamente em sua posição final, através da ação adequada de vibradores, evitando-se a sua segregação. Qualquer dispositivo de lançamento que for causar segregação do concreto será recusado pela fiscalização. Não será permitido o lançamento do concreto com alturas superiores a 2,0 m.

a) Materiais: concreto $f_{ck} = 20 \text{ mpa}$, traço 1:2,6:2,9, indica-se areia média; cimento portland composto cp ii-32; seixo rolado para aplicação em concreto.

b) Maquinário: vibrador de imersão; betoneira capacidade nominal de 600 l.

c) Mão de obra: pedreiro; servente; operador de betoneira

estacionária/misturador.

Antes do lançamento do concreto, os locais deverão ser vistoriados e retirados quaisquer tipos de resíduos.

Nas operações de lançamento de concreto, deverão ser tomados cuidados especiais que evitem os deslocamentos das armaduras e vibrações das formas.

Para o lançamento do concreto em camadas de grandes dimensões horizontais, deverão ser definidas formas provisórias que possibilitem o confinamento do concreto durante o seu adensamento.

O lançamento do concreto, através de bombeamento, deverá atender às especificações da ACI-304 e o concreto deverá ter um índice de consistência adequado às características do equipamento, sem prejuízo da obra.

O adensamento do concreto deverá ser executado através de vibradores de alta frequência, com diâmetro adequado às dimensões das formas.

Os vibradores de agulha deverão trabalhar sempre na posição vertical e movimentados constantemente na massa de concreto, até a caracterização do total adensamento, e os seus pontos de aplicação deverão ser distante entre si de cerca de uma vez e meia o seu raio de ação.

Deverá ser evitado o contato prolongado dos vibradores junto às formas e armaduras.

- a) Materiais: desmoldante protetor para formas de madeira; pontalete e sarrafo em pinus ou equivalente da região; tabua não aparelhada, em madeira de lei; prego de aço polido com cabeça; concreto usinado bombeável, classe de resistência c30, com brita 0 e 1, slump = 100 +/- 20 mm.
- b) Mão de obra: pedreiro; servente; operador de betoneira estacionária/misturador; carpinteiro; ajudante de carpinteiro.

As armaduras parcialmente expostas, devido à concretagem parcelada de uma peça estrutural, não deverão sofrer qualquer ação de movimento ou vibração antes que o concreto, onde se encontram engastadas, adquira suficiente resistência para

assegurar a eficiência da aderência.

Os vibradores de parede só deverão ser usados se forem tomados cuidados especiais, no sentido de se evitar que as formas e as armaduras possam ser deslocadas.

Toda a concretagem deverá obedecer a um plano previamente estabelecido, onde necessariamente será considerada a delimitação da área a ser concretada em uma jornada de trabalho, sem interrupção de aplicação do concreto, com definição precisa do volume a ser lançado. Na delimitação destas áreas ficarão definidas as juntas de concretagem, que deverão ser sempre horizontais e atender às condições de menores solicitações das peças.

Também será feito o planejamento dos recursos de equipamentos de mão-de-obra necessários à concretização dos serviços, a verificação dos sistemas de formas e se as condições do cimbramento estão adequadas às sobrecargas previstas e os estudos dos processos de cura a serem adotados para os setores delimitados por este plano de concretagem.

Todo o concreto deverá ser cadastrado de forma a estabelecer uma correlação entre o local de aplicação e o número do lote do concreto lançado, para possibilidade de um adequado controle de qualidade.

Devem ser, perfeitamente, localizadas nas seções de tensões tangenciais mínimas, ou seja, onde forem menores os esforços de cisalhamento, como por exemplo:

- Nos pilares: devem ser localizadas na altura da face inferior das vigas;
- Nas vigas bi - apoiadas: deve-se ser localizar no terço médio do vão;
- Nas lajes: no terço central;
- Nas paredes bi-engastadas: acima do terço inferior.

As juntas devem ser verticais ou horizontais.

No caso de juntas que ocorram em pontos críticos das peças estruturais, no que diz respeito às solicitações, deverá ser utilizado adesivo estrutural para garantir a

estanqueidade, obedecendo as recomendações do seu fabricante.

Recomenda-se, para uma melhor emenda, a aplicação de um filme adesivo epóxico, no local de contato, antes do lançamento do novo concreto.

Deve-se prever a limitação da parte superior de cada camada de concreto de uma espessura igual a cobertura da armadura (3 cm), que deverá ser retirada antes do lançamento da camada seguinte.

A junta deve ser tratada por qualquer processo que elimine a camada superficial de nata de cimento, deixando os grãos de agregados parcialmente expostos, podendo empregar:

- Jato de ar e água após o início do endurecimento;
- Jato de areia após 12 horas de interrupção;
- Apicoamento da superfície da junta após 12 horas de interrupção.

As superfícies devem ser mantidas úmidas e antes da concretagem deve-se proceder uma limpeza com água ou ar para remoção de todos os restos de concreto solto e poeira. O concreto deverá ser perfeitamente adensado até a superfície da junta, usando-se forma se necessário.

Os reparos superficiais do concreto são medidas adotadas para corrigir defeitos da concretagem, aparentes após a desforma e serão executados sempre que a Fiscalização julgar conveniente, às expensas da Empreiteira.

As falhas detectadas serão analisadas para mapeamento e análise dos processos de reparos a serem adotados.

Caso o nível de reparos venha comprometer a plástica da obra, esta deverá ser restabelecida às expensas da Empreiteira. O caso mais comum ocorre na superfície de concreto aparente. Caso ela fique manchada por “reparos”, ela deverá ser lixada e tratada à base de cimento às expensas da Empreiteira, de forma que toda a superfície aparente apresente coloração uniforme.

Após a instalação e inspeção de alinhamento, níveis e tolerância de tubulações a

serem embutidas, será executada a concretagem do segundo estágio, tomando-se cuidados especiais para se evitarem eventuais deslocamentos dos dispositivos embutidos.

O diâmetro máximo dos agregados do concreto será fixado em função das folgas existentes e, a critério da Fiscalização, serão empregados recursos com a finalidade de reduzir a retração da mistura. Serão respeitados os limites estabelecidos pela ABNT, no caso do uso de aditivos.

Antes da instalação dos dispositivos a serem embutidos, todas as superfícies de concreto, para contato com o segundo estágio, serão inteiramente apicoadas e tratadas com jatos de areia-água, a fim de assegurar a máxima aderência.

Todas as superfícies deverão ser mantidas molhadas pelo menos durante 2 (duas) horas antes da colocação no novo concreto, com exceção dos casos onde for necessário e aconselhável, o uso de cola colma-Fix ou similar, e, neste caso, os jatos anteriores, serão puramente de areia.

Deverão ser tomadas medidas prévias para evitar a perda prematura da água necessária à hidratação do concreto. Poderão ser utilizados os seguintes processos:

- Irrigação contínua das superfícies expostas;
- Cobertura das superfícies expostas com panos, sacaria molhada ou areia molhada;
- Cobertura com produtos impermeáveis.
- Qualquer dos processos a serem utilizados deverão obedecer a prévia autorização da Fiscalização.

A cura deverá ser iniciada no máximo duas horas após o lançamento do concreto e se estender durante quatorze dias.

Nas paredes verticais a cura deverá ser efetuada mediante irrigação ou outro processo aprovado pela Fiscalização, que deverá prolongar-se por no mínimo quatorze dias.

Atenção: a cura do concreto deverá merecer especial cuidado da Empreiteira e Fiscalização, por tratar-se de estrutura destinada ao uso hidráulico, face a inconveniência do aparecimento de fissuras, com perigo de possíveis escamações superficiais, das quais poderão resultar uma redução da durabilidade das peças de concreto.

- a) Materiais: Espaçador circular com entrada lateral, em plástico para vergalhão de 4,2 a 12,5mm. Cobrimento até 50mm; arame recozido 16 BWG.
- b) Mão de obra: Armador e ajudante de armador.

5.14 ENROCAMENTO DE PEDRA MARROADA

Nas estruturas de pedra marroada, as pedras devem ser colocadas manualmente, alternando-se os seus diâmetros, de modo que se obtenha o apoio das pedras maiores pelas menores, assegurando um conjunto estável, livre de grandes vazios ou engaiolamentos.

A arrumação das pedras deve ser executada de modo que as faces visíveis do enrocamento fiquem uniformes, sem depressões ou saliências maiores que a metade da maior dimensão das pedras utilizadas.

A pedra marroada utilizada nos enrocamentos deve ser dura, proveniente de rocha sã, com diâmetro e granulometria definidos pelo projeto, não se admite o uso de material em estado de decomposição ou proveniente de capa de pedreira.

Nas estruturas de pedra arrumada rejuntada, à medida que forem sendo concluídas as superfícies visíveis do enrocamento, as juntas nele existentes devem ser limpas, molhadas até a saturação e preenchidas, até cerca de 5 cm de profundidade, com argamassa de traço 1:3. Salvo determinação em contrário, pequenas extensões de juntas, de cerca de 10 cm de comprimento não devem ser preenchidas com argamassa, para que funcionem como barbacãs.

A argamassa não empregada em 45 minutos após a preparação deve ser rejeitada. Após a conclusão do rejuntamento, a superfície rejuntada deve ser mantida úmida durante três dias, para cura da argamassa.

- a) Materiais: Pedras marroadas duras e argamassa.

b) Mão de obra: Pedreiro e servente.

5.15 ALVENARIA DE TIJOLOS CERÂMICOS

Os tijolos devem ser bem molhados na ocasião do emprego e assentes com regularidade, tornando as fiadas perfeitamente niveladas, aprumadas e alinhadas, de modo a evitar revestimento posterior com excessiva espessura.

A argamassa de assentamento dos tijolos será de cimento e areia no traço 1:6, salvo especificação particular em contrário, e deverá apresentar espessura entre 1,5 e 2,5 cm após compressão dos tijolos contra a mesma. Todo excesso de argamassa será raspado e imediatamente reaplicado.

As juntas serão rebaixadas a colher, a fim de facilitar a aderência do revestimento que será aplicado sobre a alvenaria, devendo-se ter o cuidado para evitar as juntas abertas ou secas.

Nas alvenarias sujeitas a cargas verticais serão utilizados tijolos maciços, a não ser por recomendação em contrário por parte do Fiscalização.

Na execução das alvenarias deve-se ter cuidado quanto ao detalhe das esquadrias, a fim de que as mesmas possam ser perfeitamente assentadas sem cortes posteriores. Os tijolos nunca poderão ser cortados para formar espessura definida no projeto.

As paredes assentadas sobre vigas contínuas devem ser levantadas simultaneamente, não sendo permitidas diferenças superiores a 1,00 m entre as alturas levantadas em vão contíguos.

No enchimento de vãos nas estruturas em concreto armado, a execução da alvenaria será suspensa a uma distância de 20 cm da face inferior das vigas e o fechamento será executado com alvenaria cunhada.

Todos os vãos levarão em sua parte superior, vergas de concreto armado com apoio mínimo de 30 cm cada lado. No caso de fundações diretas, os vãos de janelas situados no pavimento térreo levarão em sua parte inferior uma contraverga de concreto armado com apoio mínimo de 30 cm de cada lado.

- a) Materiais: blocos cerâmicos furados na vertical de 14x19x39cm, argamassa.
- b) Mão de obra: Pedreiro, servente e ajudante de obra.

5.16 REVESTIMENTOS

Antes da execução de qualquer tipo de revestimento, deverá ser verificado se as superfícies estão prontas, limpas e se as canalizações de água e eletrodutos estão perfeitamente embutidas e protegidas e se a aderência do novo revestimento será perfeita.

O revestimento de argamassa será do tipo reboco paulista, aplicado em uma única camada, a menos das paredes que receberão revestimento cerâmico. Para as lajes de forro também será usado o reboco paulista.

1. Chapiscado

Serão chapiscadas todas as superfícies de concreto ou alvenaria a serem revestidas com argamassa. A argamassa utilizada no chapisco será de cimento e areia grossa traço 1:3.

2. Emboço

O emboço será executado somente nas paredes que receberão revestimento cerâmico. O emboço será executado após a “cura do chapiscado” da argamassa das alvenarias, após o assentamento das canalizações embutidas das instalações e dos marcos e aduelas.

As alvenarias deverão ser fartamente molhadas com água durante a aplicação do emboço. Os emboços serão fortemente comprimidos contra as superfícies e sarrafeadas, apresentado-se no final com um acabamento áspero, a fim de facilitar a aderência do revestimento que se lhe segue.

A espessura do emboço será a adequada para o perfeito desempenho das paredes, não devendo exceder a 15 mm. O traço da argamassa para execução do emboço será de 1:6 de cimento e areia.

- a) Materiais: cimento, areia.

b) Mão de obra: Pedreiro, servente e ajudante de obra.

5.17 SERRALHEIRA / ESQUADRIAS

Deverá ser executada de acordo com as indicações dos desenhos do projeto e planilhas de orçamento.

5.18 PINTURA

Deverá ser executada de acordo com o que se segue:

- paredes internas e lajes de forro: indica-se pintura com tinta latex, aplicada a duas demãos diretamente sobre a massa paulista.
- paredes externas: indica-se pintura com tinta acrílica, também aplicada a duas demãos após ter recebido uma aplicação de material líquido selador.
- das esquadrias: indica-se pintura com tinta alquídica de fundo e acabamento (esmalte sintético grafite) aplicada a rolo ou pincel sobre superfícies metálicas (exceto perfil); diluente aguarrás; pincéis; rolo.

a) Mão de obra: Pintor; servente.

5.19 PISOS

Os pisos só poderão ser executados após o assentamento das canalizações e eletrodutos que devam passar sob eles.

Os pisos destinados a lavagem ou sujeitos a chuvas terão o caimento necessário para perfeito escoamento da água para os ralos. A declividade não será inferior a 0,5% (meio por cento).

1. Base em Concreto: será constituído de concreto simples 1:4:8, com superfície sarrafeada e espessura de 8cm.
2. Passeio de Proteção: será executado de acordo com as prescrições estabelecidas para a execução de base em concreto, sendo que a cada metro haverá as juntas de dilatação. Terá uma inclinação mínima de 0,5% para facilitar o escoamento de água de chuva. Será capeado com argamassa de cimento e areia, traço 1:3, espessura mínima de 2 cm, com acabamento

rústico alisado a desempenadeira.

Cimentado Liso: será executado de acordo com as prescrições estabelecidas para base em concreto. O acabamento liso é obtido borrifando-se cimento em pó sobre a superfície da argamassa e alisando-a com a colher de pedreiro. A superfície a ser revestida deverá ser sub-dividida em painéis de 1,5 x 1,5 m no máximo, com juntas de dilatação de 1 mm, a fim de se evitar o aparecimento de fissuras.

- a) Materiais: cimento; areia, endurecedor de base cimentífica.
- b) Mão de obra: pedreiro; servente.

1.1 COBERTURA

A cobertura da casa de bomba deverá ser executada com telhas cerâmicas tipo calhetão com engradamento de madeira de lei, de boa qualidade, conforme indicações do projeto.

- a) Materiais: ripa, viga, caibro, prego.
- b) Mão de obra: carpinteiro.

1.2 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA) COMPACTA

Cabe ao fornecedor da ETA COMPACTA PRÉ-FABRICADA ($Q = 60\text{L/s}$) a sua instalação e ainda a elaboração do projeto construtivo e dimensionamento hidráulico, incluindo:

- Desenho de arranjo e dimensões das unidades;
- Projeto para construção civil das bases de suporte para assentamento e das canaletas de esgotamento;
- Perfil hidráulico;
- Memorial de cálculo detalhado com taxas, tempos de detenção, velocidades e gradientes;
- Construção da ETA pré-fabricada;
- Construção civil das bases de assentamento e canaletas de drenagem das unidades;

- Sistema de acesso às unidades do sistema, com passarela em estrutura metálica com guarda-corpo ($h = 1,00m$) e escadas de acesso com corrimão, com tratamento anti-corrosivo e grades metálicas galvanizadas a fogo;
- Pintura das unidades com acabamento externo em esmalte sintético ou similar;
- Fornecimento e instalação de todo material filtrante conforme especificação do projeto;
- Montagem da Estação de Tratamento de Água e seus acessórios;
- Supervisão técnica e mão-de-obra especializada de montagem;
- Instruções sobre montagem, operação e manutenção;
- Transporte e descarga no local de instalação;

Caberá à Empreiteira:

- Execução dos serviços de terraplenagem da área de tratamento, conforme projeto e planilhas de orçamento;
- Montagem hidráulica das unidades;
- Execução dos serviços de esgotamento, interligações e drenagem, com fornecimento e aplicação dos materiais necessários, conforme projeto e planilhas de orçamento.

Ressalta-se que o modelo da ETA COMPACTA PRÉ-FABRICADA a ser implantada deve ser discutida e aprovada com a Fiscalização, antes de ser adquirida.

1.2.1 ETAPAS DE TRATAMENTO

A unidade COMPACTA PRÉ-FABRICADA deverá apresentar as etapas do tratamento convencional, sendo:

- **Coagulação e floculação:** Nestas etapas, as impurezas presentes na água são agrupadas pela ação do coagulante, em partículas maiores (flocos) que possam ser removidas pelo processo de decantação. Os reagentes normalmente utilizados são o Sulfato de Alumínio e o Cloreto Férrico. Na coagulação ocorre o fenômeno de agrupamento das impurezas presentes na água e, na floculação, a produção efetiva de flocos.

- **Decantação:** Nesta etapa, os flocos formados são separados da água pela ação da gravidade em tanques normalmente de formato retangular. Ressalta-se que podem ser adotadas unidades de floco-decantação.
- **Filtração:** A água decantada é encaminhada às unidades filtrantes onde é efetuado o processo de filtração. Um filtro é constituído de um meio poroso granular, normalmente areia, de uma ou mais camadas, instalado sobre um sistema de drenagem, capaz de reter e remover as impurezas ainda presentes na água.
- **Desinfecção:** Para efetuar a desinfecção de águas de abastecimento utiliza-se um agente físico ou químico (desinfetante), cuja finalidade é a destruição de microrganismos patogênicos que possam transmitir doenças através das mesmas. Para abastecimento público, o agente desinfetante mais usado é o cloro. A Portaria de Consolidação nº 5 de 28/09/2017 estabelece no Art. 15 – IV – assegurar que a água fornecida contenha um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L; e no Art. 34. é obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L de cloro residual livre ou 2 mg/L de cloro residual combinado ou de 0,2 mg/L de dióxido de cloro em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede).
- **Fluoretação:** É a adição controlada de um composto de flúor à água de abastecimento público com a finalidade de elevar a concentração deste a um teor predeterminado e, desta forma, atuar no controle da cárie dentária. De acordo com a Portaria de Consolidação nº 5 de 28/09/2017, Art. 37, § 1º No caso de adição de flúor (fluoretação), os valores recomendados para concentração de íon fluoreto devem observar a Portaria nº 635/GM/MS de 26 de dezembro de 1975, não podendo ultrapassar o VMP expresso na Tabela do Anexo 7 do Anexo XX. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 37, § 1º).
- **Tratamento do lodo:** O resíduo produzido na ETA, ou seja, o lodo resultante do tratamento de água, é classificado como resíduo sólido pela NBR 10.004/2004, pois o seu teor de sólidos totais varia entre 1 a 4%. Dessa forma, por se caracterizar como resíduo, o lodo não pode ser descartado sem nenhuma forma de gerenciamento e o projeto da ETA deve contemplar o processo de tratamento e desidratação do resíduo gerado.

1.2.2 CASA DE QUÍMICA

Caberá à Empreiteira:

- Construção civil da Casa de Química, conforme projeto ou projeto específico, desde que aprovado pela Fiscalização, com fornecimento e aplicação dos materiais necessários;
- Fornecimento e assentamento de tanques de produtos químicos em polipropileno, conforme projeto;
- Execução dos serviços de esgotamento, com fornecimento e aplicação dos materiais necessários, conforme projeto e planilhas de orçamento;
- Execução completa das instalações elétricas, com fornecimento e aplicação dos materiais necessários, conforme projeto elétrico.

Especificação dos Serviços:

- A Empreiteira será responsável pelo fornecimento de todo material necessário e toda mão-de-obra de assentamento, tudo conforme especificado ou de acordo com as instruções da Prefeitura, no decorrer da obra;
- Alvenarias:
 - Em blocos de concreto de boa procedência, sem defeito, assentamento com argamassa A-6, para as paredes internas e externas, previamente molhados e com as partes vazadas voltadas para baixo.
 - As juntas serão de 1cm, sendo as horizontais contínuas e as verticais interrompidas no meio do tijolo.
 - Os tijolos deverão apresentar aspecto homogêneo, compacto, arestas vivas. Não deverão apresentar trincas, fraturas, ou outros defeitos que possam prejudicar o seu assentamento, ou afetar a resistência e durabilidade da construção ou prejudicar a perfeita execução das paredes de alvenaria, sobre as quais será aplicada a pintura à base de látex.
 - As alvenarias das paredes serão executadas conforme indicado nos desenhos, perfeitamente niveladas, prumadas e alinhadas.
 - A Empreiteira será responsável pelo fornecimento de todo material necessário e toda mão-de-obra de assentamento, tudo conforme especificado ou de acordo com as instruções da Prefeitura, no decorrer da obra.

- Os tijolos serão assentados com argamassa de cimento e areia no traço 1:6, a menos de indicação diferente da Prefeitura.
 - Os tijolos deverão ser bem molhados e assentados com regularidade, executando fiadas perfeitamente niveladas, prumadas e alinhadas, de modo a evitar revestimentos com espessura excessiva.
 - As juntas deverão ter espessura máxima de 15mm, depois da compressão dos tijolos contra a argamassa, e serão também escavadas a colher, a fim de facilitar a aderência do revestimento que será aplicado sobre a alvenaria. Deve-se tomar o cuidado para evitar juntas abertas ou secas.
- Esquadrias :
 - Portas internas e externas em chapa metálica, madeira de lei e alumínio anodizado, conforme detalhes de projeto;
 - Janelas : Serão em alumínio anodizado, cor natural, conforme projeto.
 - Assentamento: As janelas e portas serão perfuradas nas faces internas dos vazios, do lado interno das paredes, conforme detalhe de projeto. Os vazios das esquadrias deverão ter suas extremidades com faces acabadas dos blocos, obedecendo as dimensões do projeto.
 - Instalações Elétricas Prediais :
 - Eletrodutos de PVC, aparentes, conforme projeto;
 - Interruptores, tomadas, tês e derivações aparentes, em caixas intercambiáveis “condutes”.
 - Instalações Hidráulico-Sanitárias Prediais:
 - Tubulação de PVC rígido, aço carbono galvanizado ou aço carbono Schedule 80, conforme indicado no projeto, aparentes e fixadas com braçadeiras, conforme projeto.
 - Revestimentos de Paredes :
 - Chapiscado comum com argamassa de cimento e areia, reboco paulista e azulejos brancos, nos locais indicados pelo projeto;

- Revestimentos de Pisos:
 - Internos : piso cimentado liso, recoberto com nata de cimento, conforme projeto;
 - Azulejos brancos na copa e instalações sanitárias;
- Pintura :
 - Paredes internas e externas, à base de látex, sem massa corrida, nas cores indicadas no projeto;
 - Esquadrias de madeira, à base de óleo;
- Vidros : Pontilhados em todas as janelas.

1.2.3 TANQUES DE ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS QUÍMICOS

Caberá à Empreiteira:

- Construção civil da baia para assentamento dos tanques, conforme projeto e em obediência ao que prescreve o Capítulo 4 da Especificação Geral da COPASA, no que couber, com fornecimento e aplicação dos materiais necessários;
- Fornecimento e assentamento dos tanques de produtos químicos em polipropileno acinturado com tampa, capacidade 1.000 litros e 1500 litros para soda cáustica, PAC e cloro, litros, conforme projeto e planilhas de orçamento;
- Fornecimento e assentamento de tubos, peças, conexões, aparelhos e acessórios necessários à instalação das linhas de produtos químicos, conforme projeto e planilhas de orçamento;

Os tanques de armazenamento de produtos químicos a serem implantados devem ser discutidos e aprovados com a Fiscalização, antes de serem adquiridos.

Especificação dos Serviços:

- A Empreiteira será responsável pelo fornecimento de todo material necessário e toda mão-de-obra de assentamento, tudo conforme especificado ou de acordo com as instruções da Prefeitura, no decorrer da obra;
- Estrutura : Em concreto estrutural, fck = 20 Mpa, conforme projeto estrutural.

1.2.4 ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA

Caberá à Empreiteira:

- Construção civil da Elevatória de Água Tratada, podendo ser uma unidade pré-fabricada, com fornecimento e aplicação dos materiais necessários, para vazão de 60L/s;
- Execução completa das instalações elétricas, com fornecimento de todos materiais necessários, conforme projeto elétrico e planilha de orçamento;

A unidade de elevação de água tratada a ser implantada deve ser discutida e aprovada com a Fiscalização, antes de adquirida.

Especificação dos Serviços :

- A Empreiteira será responsável pelo fornecimento de todo material necessário e toda mão-de-obra de assentamento, tudo conforme especificado;

1.2.5 RESERVATÓRIO DE ÁGUA TRATADA

Será utilizado o reservatório de água tratada existente. Portanto, não está prevista nenhuma intervenção ou construção de unidade de reservação.

1.3 LIMPEZA E VERIFICAÇÃO FINAL

Serão removidos todos os entulhos do terreno, sendo cuidadosamente limpos e varridos os acessos. Os detritos que não puderem ser leirados e queimados, devem ser empilhados nas imediações do local de execução da obra para posterior remoção.

a) Materiais: pás; enxadas; vassouras; carrinho de mão.

b) Mão de obra: Servente.

Todas as alvenarias, revestimentos, cimentados, vidros etc., serão limpos, abundante e cuidadosamente lavados, de modo a não serem danificados outras partes da obra por estes serviços de limpeza.

a) Materiais: indica-se detergente neutro uso geral; ácido clorídrico / ácido muriático, diluição 10% a 12% para uso em limpeza; desinfetante pronto uso

para pias e bancadas; limpa vidros com pulverizador; espátula para remover respingos de tinta (se necessário, utilizar diluente aguarrás); rodos; vassouras cerda dura; panos sacaria 100% algodão.

b) Mão de obra: Servente.

2 RECURSOS HUMANOS

É obrigatória a qualificação profissional do pessoal designado para as tarefas de execução de todo o escopo. A comprovação da qualificação, via documentação e currículo profissional atualizado - de todos os colaboradores, terceiros ou efetivos da empreiteira - deve estar apta a envio, conforme necessidade de fiscalização da Prefeitura.

2.1 MÃO DE OBRA

3. Engenheiro

Técnico com a função de gerenciamento do contrato e condução dos trabalhos. Responsável perante à Fiscalização da Prefeitura. Recomenda-se o cumprimento das atividades:

- Planejamento das Obras;
- Elaboração, implantação e acompanhamento do cronograma físico-financeiro;
- Compatibilização das demandas e frentes de serviço;
- Gestão da mão-de-obra, solicitação de material à Prefeitura e seu respectivo suprimento ao Canteiro e demais frentes;
- Responsável pelo cumprimento das Normas Técnicas de Segurança de Trabalho. Recomenda-se a previsão de Engenheiro com habilitação em Segurança do Trabalho registrado em Conselho para o devido acompanhamento desta atividade;
- Cumprimento das Normas Regulamentadoras, Normas Técnicas da

COPASA, Projeto Executivo e demais instruções da Fiscalização;

4. Encarregado

Técnico com a função de distribuir, supervisionar e orientar as equipes e os serviços de campo. É responsável direto pelo preenchimento das documentações e informações pertinentes ao contato com o cliente e à vistoria.

5. Oficial

Mão-de-obra qualificada com a função de execução dos serviços de implantação das redes e captação.

6. Pedreiro, Carpinteiro e Servente

Categorias necessárias ao apoio para a execução das tarefas de todas as frentes de obra previstas em escopo.

3 ACERTO DE MATERIAL E ENTREGA DA OBRA

A empreiteira deverá manter um arquivo das Ordens de Serviço emitidas e/ou liberadas pela Fiscalização da Prefeitura, bem como um cronograma físico da obra.

O recebimento da obra ocorrerá, após a verificação e comprovação, por parte da Prefeitura, da perfeita execução dos serviços.

A EMPREITEIRA, quando do término da obra/serviços, só poderá solicitar o atestado de capacidade técnica após a entrega dos seguintes documentos:

- Inventário físico de aplicação de materiais na obra;
- Relatório físico-financeiro dos serviços executados
- Cadastro das instalações, bem como das Redes de Distribuição implantadas e substituídas.