

MINISTÉRIO DAS CIDADES
PROGRAMA SANEAMENTO PARA TODOS
AVANÇAR SANEAMENTO 2017

CONTRATO 0506697-36/2018

PROPONENTE : CESAMA - COMPANHIA DE SANEAMENTO MUNICIPAL

MODALIDADE - ABASTECIMENTO DE ÁGUA

**DESCRIÇÃO: AMPLIAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO
DE ÁGUA DE JUIZ DE FORA**

Intervenção 2	Construção da 4ª Adutora de Água Tratada de Juiz de Fora
----------------------	---

VOLUME 1 – MEMORIAL DESCRITIVO E MEMORIAL DE CÁLCULO

VOLUME 2 – ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Revisão	Descrição	Data
0	Emissão Inicial	29/12/2017
1	Atendimento considerações CEF	30/07/2018
2	Alteração de título da intervenção / nº contrato	10/07/2019

DIRETOR PRESIDENTE
Engº André Borges de Souza

DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO E EXPANSÃO
Engº Marcelo Mello do Amaral

GERÊNCIA TÉCNICA
Engº Luis Eduardo do Amaral Faria

DEPARTAMENTO DE PROJETOS
Engº Ricardo Stahlschmidt Pinto Silva

ABASTECIMENTO DE ÁGUA

CONSTRUÇÃO DA 4ª ADUTORA DE ÁGUA TRATADA DE

JUIZ DE FORA

Memorial descritivo / Memorial de cálculo e Especificações técnicas

Julho/2018

Sumário

1. APRESENTAÇÃO
2. JUSTIFICATIVA
3. MEMORIAL DESCRITIVO E MEMORIAL DE CÁLCULO
 - 3.1. DESCRITIVO
 - 3.2. CONDIÇÃO ATUAL PARA INTERLIGAÇÃO DAS ADUTORAS
 - 3.3. APRESENTAÇÃO DOS CÁLCULOS
 - 3.3.1. CENÁRIO 1 (SITUAÇÃO PROPOSTA NO PRESENTE MEMORIAL)
 - 3.3.2. CENÁRIO 2 (SITUAÇÃO FUTURA)
 - 3.4. ORÇAMENTO
4. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS
 - 4.1. SERVIÇOS PRELIMINARES
 - 4.1.1. *ESCRITÓRIO DA OBRA (ITEM 1.1 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)*
 - 4.1.2. *PLACA DE IDENTIFICAÇÃO DA OBRA (ITEM 1.2 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)*
 - 4.1.3. *LOCAÇÃO DE REDE (ITEM 1.3 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)*
 - 4.1.4. *CAVALETE COM PLACA DE ADVERTÊNCIA (ITEM 1.4 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)*
 - 4.1.5. *TAPUMES (ITEM 1.5 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)*
 - 4.2. DEMOLIÇÕES E RECOMPOSIÇÕES
 - 4.2.1. *DEMOLIÇÃO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO (ITEM 2.1 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)*
 - 4.2.2. *CONSTRUÇÃO DE PAVIMENTO COM APLICAÇÃO DE CBUQ (ITEM 2.2 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)*
 - 4.3. TRABALHOS EM TERRA (ITEM 3 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)
 - 4.3.1. *ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS (ITENS 3.1 A 3.3 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)*
 - 4.3.2. *ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. ATÉ 1,5 M (ITENS 3.4 E 3.6 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)*
 - 4.3.3. *ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. MAIOR QUE 1,5 M ATÉ 3,0 M (ITENS 3.5 E 3.7 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)*
 - 4.3.4. *ESCAVAÇÕES DE VALA EM ROCHA À FRIO (ITEM 3.8 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)*

- 4.3.5. *ESCORAMENTO DE VALAS DESCONTÍNUO (ITEM 3.9 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)*
- 4.3.6. *ESCORAMENTO DE VALAS CONTÍNUO (ITEM 3.10 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)*
- 4.3.7. *REATERRO MANUAL DE VALAS COM COMPACTAÇÃO MECANIZADA (ITEM 3.12 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)*
- 4.3.8. *ESCAVAÇÃO E CARGA DE MATERIAL 1ª CATEGORIA (ITEM 3.13 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)*
- 4.3.9. *TRANSPORTE DE MATERIAL COM CAMINHÃO BASCULANTE (ITENS 3.14, 3.17 E 3.18 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)*
- 4.3.10. *CARGA E DESCARGA MECÂNICA DE ENTULHO (ITEM 3.15 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)*
- 4.3.11. *TRANSPORTE DE MATERIAL PARA BOTA-FORA (ITEM 3.16 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)*
- 4.3.12. *ESGOTAMENTO DE ÁGUA DAS VALAS (ITEM 3.19 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)*
- 4.3.13. *PREPARO DE FUNDO DE VALA (ITEM 3.20 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)*
- 4.3.14. *ENROCAMENTO COM PEDRA DE MÃO (ITEM 3.21 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)*
- 4.3.15. *LASTRO DE VALA COM PREPARO DE FUNDO COM CAMADA DE BRITA (ITEM 3.22 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)*
- 4.3.16. *LASTRO DE VALA COM PREPARO DE FUNDO COM CAMADA DE AREIA (ITEM 3.23 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)*
- 4.3.17. *EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE BASE COM BRITA GRADUADA SIMPLES (ITEM 3.24 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)*
- 4.4. *FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO E TUBULAÇÕES E PEÇAS (ITEM 4 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)*
 - 4.4.1. *TUBOS, CONEXÕES E ACESSÓRIOS DE FERRO FUNDIDO*
 - 4.4.2. *MONTAGEM DE TUBULAÇÕES DE AÇO – JUNTAS SOLDADAS*
 - 4.4.3. *ASSENTAMENTO TUBO FERRO FUNDIDO*
- 4.5. *ESTRUTURAS DE CONCRETO (ITEM 5 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)*
 - 4.5.1. *CONCRETO FCK=20 MPA, PREPARO MECÂNICO (ITEM 5.3 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)*
 - 4.5.2. *LANÇAMENTO E APLICAÇÃO DE CONCRETO (ITEM 5.4 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)*
 - 4.5.2.1. *ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA (ITEM 5.5 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)*
 - 4.5.3. *FORMA EM CHAPA DE MADEIRA (ITEM 5.6 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)*
 - 4.5.3.1. *MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA (ITEM 5.7 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)*
- 4.6. *SERVIÇOS COMPLEMENTARES*

- 4.6.1. PASSADIÇO DE MADEIRA PARA PEDESTRES*
- 4.6.2. TRAVESSIA METÁLICA PARA VEÍCULOS*
- 4.6.3. LAVAGEM DE RUAS E LIMPEZA DE OBRA (ITEM 1.6.2 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)*

5. MEDIÇÕES E PAGAMENTOS

1. APRESENTAÇÃO

Este Relatório Técnico consiste no Memorial descritivo, Memorial de cálculo, Orçamento e Especificações técnicas do projeto de ampliação e otimização do sistema de abastecimento de água de Juiz de Fora através da Construção da 4ª Adutora de Água Tratada de Juiz de Fora

2. JUSTIFICATIVA

2.1 NECESSIDADE DE INCREMENTO NA PRODUÇÃO E ADUÇÃO DE ÁGUA TRATADA:

A Estação de Tratamento de água Marechal Castelo Branco produz hoje 820 litros/segundo de água tratada. A CESAMA através do Contrato nº 0506697-36/2018 – Ministério das Cidades – Programa Saneamento para Todos – Avançar Cidades 2017 – Abastecimento de Água – Recursos: Financiamento – FGTS cujo objeto é: Ampliação e Otimização do Sistema de Abastecimento de Água de Juiz de Fora vai ampliar esta produção para 1500 litros/segundo necessitando para isso de acréscimo no diâmetro de adução. A construção da 4ª Adutora de água tratada com 7.575 metros de comprimento em tubos de ferro fundido diâmetros de 1.200 mm e 900 mm vão garantir a adução deste acréscimo de vazão.

O projeto da 4ª Adutora deriva da interligação das adutoras Dr. João Penido e Menelick de Carvalho em um ponto conhecido na Estrada da Remonta como: Fazendinha. Após o percurso de aproximadamente 7,5 Km esta 4ª Adutora interliga-se novamente com adutora Menelick de Carvalho nos fundos do terreno onde se localiza o Almojarifado Central da CESAMA.

2.2 AMPLIAÇÃO DA ETE BARBOSA LAGE:

Também através do Contrato nº 0408.676-09/13 – Ministério das Cidades – Programa Saneamento para Todos – Recursos: OGU cujo objeto é: Ampliação do Sistema de Esgotamento Sanitário de Juiz de Fora, a CESAMA vai fazer a ampliação da ETE Barbosa Lage passando sua vazão de 73 litros/segundo para 374/litros/segundo, necessitando para isso que se faça o desvio das adutoras de água tratada (Dr. João Penido e Menelick de Carvalho) que tem seu caminhamento passando pela área de ampliação da referida ETE. Com a construção da 4ª Adutora, este trecho das adutoras Dr. João Penido e Menelick de Carvalho ficarão desativadas não sendo mais uma dificuldade para a ampliação da referida ETE.

2.3 CONTROLE DE PERDAS FÍSICAS:

Assim como todas as Empresas de Saneamento, a CESAMA vem trabalhando arduamente no combate às perdas. No caso específico da adutora Menelick de Carvalho que se encontra em operação com seu caminhamento pela APA do Krambeck, a CESAMA não consegue mais fazer inspeções técnicas devido à dificuldade de acesso (mata fechada). Em trechos lindeiros à APA Krambeck, já detectamos patologias também existentes no interior da APA que indicam o comprometimento deste trecho devido ao crescimento da vegetação o que certamente causa o deslocamento da tubulação causando vazamentos. A obra de construção da 4ª adutora garante a desativação deste trecho da adutora Menelick de Carvalho contribuindo assim para a redução de perdas físicas no sistema.

2.4 MANUTENÇÃO CORRETIVA:

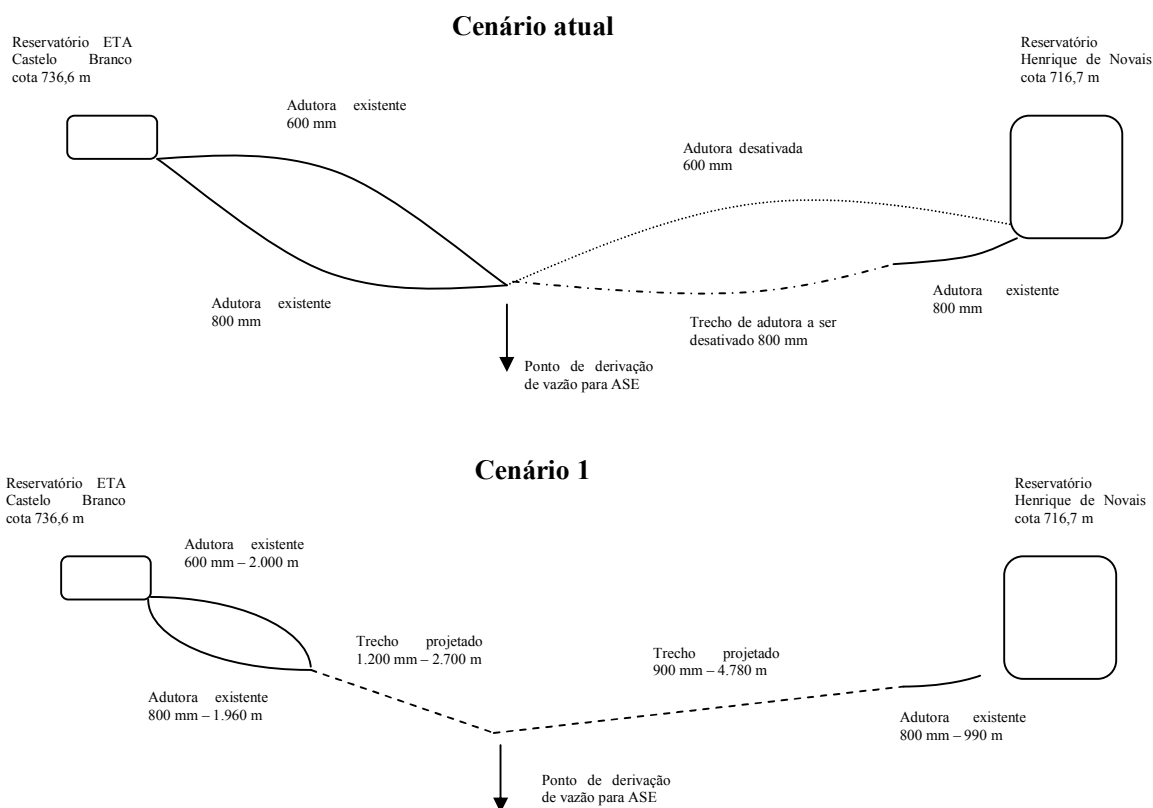
Em caso de rompimento da adutora Menelick de Carvalho dentro da APA Krambeck, o abastecimento de aproximadamente 50% da população de Juiz de Fora fica comprometido. Mesmo que, com autorização Judicial possamos executar a manutenção da adutora, a logística para entrada na APA (Mata

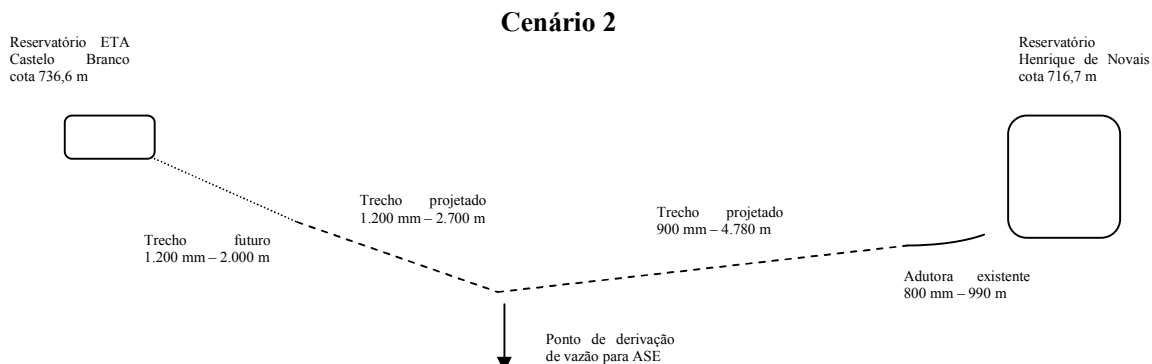
fechada) com equipamentos, tubulação de Ferro fundido diâmetro 800mm, gerador, etc. demandaria um prazo muito longo para sua manutenção, causando um grande desabastecimento na cidade. A obra de Construção da 4ª Adutora vai propiciar a desativação deste trecho de adutora e garantirá confiança e segurança operacional do sistema de abastecimento.

3. MEMORIAL DESCRITIVO E MEMORIAL DE CÁLCULO

3.1. DESCRITIVO

Apresentam-se a seguir três croquis esquemáticos e simplificados do sistema, para a situação atual, situação proposta (Cenário 1) e situação futura (Cenário 2).





A extensão total da linha de adução em questão (existente e projetada) será dividida em 04 trechos:

- Trecho (1): da caixa de partida da ETA Castelo Branco até o início da adutora projetada (ponto A). Trecho existente, composto por partes da 1ª e 2ª adutoras, em paralelo, com respectivos diâmetros de 600 mm e 800 mm e comprimentos de 2.000 m e 1.960 m.
- Trecho (2): do ponto A até o ponto de derivação para a ASE (que vai para o bairro Grama) e para a 3ª adutora, que não estão no escopo do presente memorial. Trecho projetado em DN 1.200 mm, em ferro fundido, extensão de 2.700 m.
- Trecho (3): do ponto de derivação mencionado até o final da rede projetada (ponto B). Trecho projetado em DN 900 mm, em ferro fundido. A diferença em relação ao trecho (2) é a vazão reduzida, tendo em vista derivações para a ASE e para a 3ª adutora, extensão de 4.780 m.
- Trecho (4): do ponto B até o Reservatório Henrique de Novais. Trecho existente em DN 800 mm. O trecho existente em DN 600 não será aproveitado para o presente sistema.

Serão considerados 02 cenários:

- Cenário 1 (proposto no presente memorial) – Capacidade de vazão de 1.200 l/s nos trechos (1) e (2), com o presente projeto proposto.
 - Trecho (1) mantido com as adutoras existentes;
 - Trecho (2) novo, executado em DN 1.200 mm;
 - Trechos (3) e (4) com vazão aproximada de 687 l/s. Essas vazões foram obtidas por tentativas, devido à limitação da cota piezométrica no ponto de derivação para a ASE, essa obtida com o cálculo da perda de carga nos trechos de montante, isso tendo por base uma relação desejável entre vazões a montante e a jusante do ponto de derivação. Trecho (3) novo, executado em DN 900 mm, em ferro fundido, e trecho (4), existente, em DN 800 mm.

- Cenário 2 (futuro) – Vazão de 1.500 l/s nos trechos (1) e (2), que é a máxima vazão que o sistema João Penido / ETA Marechal Castelo Branco poderá ofertar futuramente.
 - Trecho (1) substituído por uma linha adutora única de DN 1.200 mm, em ferro fundido ou aço;
 - Trecho (2) novo, a ser executado também em DN 1.200 mm, em ferro fundido;
 - Trechos (3) e (4) com vazão de 860,0 l/s, essa obtida por tentativas, devido à limitação pela cota piezométrica no ponto de derivação, obtida com o cálculo da perda de carga nos trechos de montante. Nesse caso, foi fixada a vazão de 1.500 l/s, que é a máxima produção de futuro possível, e obtida a vazão de 860 l/s. Trecho (3) novo, executado em DN 900 mm, em ferro fundido, e trecho (4), existente, em DN 800 mm.

Tanto no Cenário 1 quanto no Cenário 2 as cotas adotadas nos reservatórios, para fins de cálculo, foram 736,6 m e 716,7 m, respectivamente referentes ao reservatório de partida da ETA Mal. Castelo Branco (nível máximo) e ao reservatório de chegada Henrique de Novais (nível mínimo). O critério de escolha de nível máximo na montante e mínimo na jusante visou obtenção e análise da maior vazão possível, tendo em vista que esse é um dos objetivos do presente estudo e projeto, aliado ao fato de



que, no Cenário 2 (situação futura), pretende-se que o reservatório de partida seja elevado (há cota suficiente para tal).

3.2. CONDIÇÃO ATUAL PARA INTERLIGAÇÃO DAS ADUTORAS

ADUTORA MENELICK DE CARVALHO (início operação 1969)

- Comprimento: 9.430,6 m
- Diâmetro: 800 mm
- Material: Aço
- Cota de partida: 735,360 m
- Cota de chegada: 719,560 m (nível médio do Reservatório Henrique de Novais)
- Vazão: 600 l/s

$$HG = 735,360 - 719,500 = 15,86 \text{ m}$$

$$\Delta h = 15,86 / 9.430,6 = 0,001682 \text{ m/m}$$

Adotando-se $K = 0,5 \text{ mm}$ (coeficiente de rugosidade); $Q = 610 \text{ l/s}$, uma recuperação do revestimento interno, para $K = 0,1 \text{ mm}$ pode elevar a vazão para próximo de 700 l/s .

ADUTORA DR. JOÃO PENIDO (início de operação 1935)

Comprimento: 9.574,5 m

Diâmetro: 600 mm

Material: Aço

Cota de partida: 735,877 m

Cota de chegada: 719,500 m (N. A. médio Reservatório)

Vazão pretendida: 150 l/s (está desativada no momento)

$$HG = 735,877 - 719,500 = 16,377 \text{ m}$$

$$\Delta h = 16,377 / 9.574,5 = 0,00171 \text{ m/m}$$



Portanto, os valores das perdas nas duas tubulações são praticamente iguais, ou seja: $0,00171 - 0,00168 = 0,00003$ m/m. A diferença 10.000 m (L adutora) $\times 0,00003 = 0,3$ m, sendo uma diferença desprezível.

A conclusão a que se chega é que existe a possibilidade de interligação dependendo da rugosidade de cada linha, mas a vazão será equilibrada em ponto tal que a vazão solicitada será garantida.

3.3. APRESENTAÇÃO DOS CÁLCULOS

A fórmula para cálculo das perdas de carga foi a de Hazen-Williams, tendo sido verificados seus critérios de aplicabilidade: diâmetros entre 50 e 3.500 mm (que é o caso), velocidades de escoamento menores ou iguais a 3,0 m/s (1,33 m/s, 1,71 m/s, 1,96 m/s e 1,37 m/s) e o líquido a ser transportado (água).

$$J = 10,643 \cdot Q^{1,85} \cdot C^{-1,85} \cdot D^{-4,87}$$

$$h_f = J \cdot L$$

Sendo:

J – perda de carga unitária (m/m)

Q – vazão (m³/s)

C – coeficiente de rugosidade (adimensional)

D – diâmetro (m)

hf – perda de carga (m)

L – extensão da tubulação (m)

Para as tubulações existentes foi estimado um valor de C igual a 105, devido à condição relativamente insatisfatória das mesmas e, para as tubulações novas, um valor de C igual a 120, um pouco menor que o recomendado para tubulações novas de ferro fundido e aço (130), a fim de prever, desde já, como critério de segurança, um desgaste e envelhecimento da tubulação.

3.3.1. CENÁRIO 1 (SITUAÇÃO PROPOSTA NO PRESENTE MEMORIAL)



A 1ª e 2ª adutoras, em paralelo, foram, somente para fins de cálculo, substituídas por uma tubulação equivalente, propositalmente com o mesmo coeficiente C da tubulação imediatamente a jusante, e com o comprimento próximo do real (na verdade, o coeficiente de rugosidade e o comprimento poderiam ser quaisquer para a obtenção do diâmetro equivalente, desde que fossem eles os utilizados na determinação da perda de carga). A fórmula de uma tubulação equivalente a um sistema de tubulações (no caso, duas) em paralelo é:

$$\frac{D_e^{2,63} \cdot C_e}{L_e^{0,54}} = \frac{D_1^{2,63} \cdot C_1}{L_1^{0,54}} + \frac{D_2^{2,63} \cdot C_2}{L_2^{0,54}}$$

Sendo:

D – diâmetro (m)

C – coeficiente de rugosidade (adimensional)

L – extensão (m)

Índice “e” – referente à tubulação equivalente

Índices 1 e 2 – referentes às tubulações existentes

Substituindo os valores:

$$\frac{D_e^{2,63} \cdot 120}{2.000^{0,54}} = \frac{0,8263 \cdot 105}{1.960^{0,54}} + \frac{0,6263 \cdot 105}{2.000^{0,54}}$$

∴ De = 0,883 m = 883 mm (Esse é o valor que será utilizado no primeiro trecho).

Foram elaboradas planilhas no Excel, para otimizar a obtenção dos resultados finais dos processos por tentativas, conforme exposto. Os cálculos aqui mostrados referem-se à situação de convergência final.

Cálculo das perdas de carga nos trechos (1) e (2):

$$hf(1) = 10,643 \cdot 1,21,85 \cdot 120 - 1,85 \cdot 0,883 - 4,87 \cdot 2.000 = 7,78 \text{ m}$$

$$hf(2) = 10,643 \cdot 1,21,85 \cdot 120 - 1,85 \cdot 1,2 - 4,87 \cdot 2.700 = 2,36 \text{ m}$$

$$hf(\text{trecho}) = 10,14 \text{ m}$$



Então a cota piezométrica no ponto de derivação será a cota de partida menos as perdas de carga no trecho: $CP_{\text{derivação}} = 736,6 - 10,14 = 726,46$ m.

Sendo a cota no reservatório receptor igual a 716,7 m, tem-se que existe um desnível (h_f disponível) aproximado de 9,7 m para ser perdido ao longo do trajeto ponto de derivação – reservatório receptor (trechos (3) e (4)).

Então, a vazão nesses últimos trechos será determinada por aquele valor de $h_{f\text{disponível}}$ igual a 9,7 m, ou, se arbitrada, deve gerar $h_{f\text{menor}}$ ou igual aos 9,7 m.

Seguindo o critério de relação de vazões desejado (já comentado), obteve-se um valor de vazão a jusante da derivação de 687,6 L/s. Aplicando-se na equação:

$$h_f(3) = 10,643 \cdot 0,68761,85 \cdot 120 - 1,85 \cdot 0,9 - 4,87 \cdot 4.780 = 6,05 \text{ m}$$

$$h_f(4) = 10,643 \cdot 0,68761,85 \cdot 105 - 1,85 \cdot 0,8 - 4,87 \cdot 990 = 2,85 \text{ m}$$

Resulta num total de 8,90 m, menor que $h_{f\text{disponível}}$, demonstrando que o sistema tem capacidade de vazão suficiente, sendo possível o transporte previsto.

3.3.2. CENÁRIO 2 (SITUAÇÃO FUTURA)

A proposta futura é substituir também o trecho inicial em paralelo, de cerca de 2 km, da 1ª e 2ª adutoras, por uma linha única de ferro fundido ou aço ($C_{\text{adotado}} = 120$), também em 1.200 mm, a fim de obter um aumento na capacidade de vazão, além dos outros avanços previamente citados.

Sendo assim, as características do trecho (1) e (2) seriam iguais entre si, podendo a perda de carga ser calculada de uma só vez. Neste Cenário, diferentemente do Cenário 1, foi fixada uma vazão de 1.500 l/s nos trechos (1) e (2), obtida a cota piezométrica no ponto de derivação para a ASE e, a



partir dessa, que define a carga disponível (ou hf disponível), foi obtida a vazão desse ponto até o reservatório receptor (Henrique de Novais).

Cálculo das perdas de carga nos trechos (1) + (2):

$$h_{f(1+2)} = 10,643 \cdot 1,5^{1,85} \cdot 120^{-1,85} \cdot 1,2^{-4,87} \cdot (2.000 + 2.700) = 6,2 \text{ m}$$

✦ Então a cota piezométrica no ponto de derivação será a cota de partida menos as perdas de carga no trecho: $CP_{\text{derivação}} = 736,6 - 6,2 = 730,4 \text{ m}$.

Sendo a cota no reservatório receptor igual a 716,7 m, tem-se que existe um desnível (hfdisponível) aproximado de 13,7 m para ser perdido ao longo do trajeto ponto de derivação – reservatório receptor (trechos (3) e (4)).

Então, a vazão nesses últimos trechos será determinada por aquele valor de hf disponível igual a 13,7 m, ou, se arbitrada, deve gerar um valor de hf menor ou igual aos 13,7 m.

Assim, chegou-se à vazão determinada por esse hf disponível, que foi de aproximadamente 860 L/s, suficiente para atender à demanda futura da região, o que vem a justificar, também, a substituição futura.

Projeto da 4ª Adutora									
Situação Proposta: Verificação da vazão máxima a ser obtida sem substituição das linhas adutoras nos trechos iniciais (cerca de 2 km)									
HAZEN-WILLIAMS $J = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87}$									
Q (L/s)	D (mm)	L (m)	J (m/m)	hf (m)	C	Q2 = 57,3% . Q1 (proporção obtida na situação anterior)			
1200	883	2000	0,00389256	7,785	120	tubulação equivalente ao primeiro trecho em //			
1200	1200	2700	0,00087388	2,359	120				
						trecho pto. (A) - pto. derivação	CP pto. derivação =	726,455	
						hf disp =	9,755		
687,6	900	4780	0,001266161	6,052252	120	tubulação pto. derivação - pto. (B)			
687,6	800	990	0,00287665	2,847883	105				
						tubulação pto. (B) - res. H. Novais	OK!!		
						8,900135			
$Q = 0,279 \times C \times D^{2,63} \times J^{0,54}$									
J (m/m)	C	D (mm)	Q (L/s)						
			0						
			0						
			0						



Projeto da 4ª Adutora									
HAZEN-WILLIAMS				Situação Futura			NA max cx. Partida ETA CB: 736,6		
J = 10,643 x Q ^{1,85} x C ^{-1,85} x D ^{-4,87}				* Considera-se que os trechos iniciais da 1ª e 2ª adutoras sejam substituídos por linha de 1.200 mm de diâmetro			Piso Res. Henrique Novais: 716,7		
Q (L/s)	D (mm)	L (m)	J (m/m)	hf (m)	C				
1500	1200	4700	0,00132049	6,206	120	trecho pto. (A) - pto. derivação		CP(A) - hf = CP derivação = 730	
								(736,6 - 6,2 = 730,4)	
								hf disp = 730,4 - 716,7 = 13,7	
1000	900	4780	0,00253173	12,102	120	trecho pto. derivação - pto. (B)		hf total = 17,79 > 13,7	Problema!!
1000	800	990	0,00575196	5,694	105	trecho pto. (B) - res. H. Novais		então Q vai reduzir...	
				17,79612					
860	900	4780	0,00191531	9,155	120			hf total = 13,46 < 13,7	OK!!!
860	800	990	0,00435149	4,308	105				
				13,463					
Q = 0,279 x C x D ^{2,63} x J ^{0,54}									
J (m/m)	C	D (mm)	Q (L/s)						
			0						
			0						
			0						

3.4. ORÇAMENTO

Para a realização das análises orçamentárias do projeto, foram realizados estudos quantitativos dos serviços necessários e, posteriormente, o orçamento da obra (apresentado na sequência). As especificações técnicas estão descritas no item 4 do presente documento.

O orçamento encontra-se em volume específico, nomeado como VOLUME 3 – ORÇAMENTO. Constando os seguintes documentos: Resumo do orçamento, Orçamento, Composição de custo, Memória de cálculo do quantitativo, Memória de cálculo da composição, Pareto, Mapa de cotações e Cálculo BDI.

4. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Todos os materiais e serviços desta obra serão fornecidos pela CONTRATADA, conforme constam nesse documento e nos projetos elaborados. Quaisquer outros materiais não listados serão fornecidos pela CONTRATADA.

4.1. SERVIÇOS PRELIMINARES

Constam de todos os recursos necessários à perfeita realização das obras de acordo com o cronograma de execução tais como: Abertura e conservação das vias de acesso às obras, destocamento e acerto dos terrenos, onde serão executados os mesmos.

- a) Enquanto durarem os serviços, transporte e instalação de todos os equipamentos necessários à perfeita execução dos serviços;

Todos os demais equipamentos e ferramentas necessários à perfeita execução dos serviços dentro do prazo previsto e conforme as especificações e normas técnicas de execução.

- b) Barracões para escritório com recursos de informática para acompanhamento dos serviços, depósito de materiais e demais instalações e dependências, dimensionadas de modo a atender às necessidades reais da obra, sendo que sua localização não pode estar além de 300 metros do local da obra e sujeita à aprovação da Fiscalização.
- c) Os Serviços topográficos de locação, relocação e nivelamento, referentes ao andamento normal das obras, ficarão por conta da CONTRATADA, sob orientação da FISCALIZAÇÃO.
- d) A CONTRATADA deverá manter no serviço um engenheiro com experiência comprovada para os tipos de serviço que são propostos na presente especificação, devidamente registrado no CREA, devendo indicá-lo à Companhia de Saneamento Municipal – CESAMA, fornecendo o número do registro naquele Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura. Este engenheiro não poderá se ausentar da obra, em hipótese alguma, por mais de 3 (três) dias consecutivos ou não.
- e) Colocação de placas em locais a serem determinados pela FISCALIZAÇÃO, de acordo com os modelos da CESAMA.
- f) A CONTRATADA deverá entregar à FISCALIZAÇÃO antes de iniciar as obras, as sondagens, os projetos complementares e todos os cálculos estruturais requeridos. Após aprovados os projetos, a FISCALIZAÇÃO dará ordem de início dos serviços.
- g) Será construída a rede conforme projeto da CESAMA.

h) Nas áreas públicas abrangidas pelas construções das obras, terão que ser adotadas as providências necessárias para evitar acidentes ou danos às pessoas e aos veículos. Em particular, deverão ser providenciadas:

- Delimitações das áreas públicas em que serão desenvolvidos os serviços relativos ao perfeito desenvolvimento das obras ou acumulados os materiais necessários à construção das obras, obedecendo às prescrições do Código Nacional de Trânsito DETRAN -MG e da Gerência de Transporte e Trânsito - GETTRAN da Prefeitura Municipal de Juiz de Fora. A delimitação das áreas será feita por intermédio de cavaletes ou painéis de madeira fixos ou móveis, de acordo com as conveniências, seguindo os modelos e instruções fornecidas pela Fiscalização.
- A sinalização a ser adotada deverá ser eficaz, tanto durante o dia, quanto durante a noite, e deverá ser acompanhada de iluminação permanecendo acesa durante as chuvas pesadas, ou fortes ventos. A iluminação noturna deverá estar situada em posição tal que proporcione visão de uma distância mínima de 50 (cinquenta) metros. Nas ruas em serviços, durante toda a sua duração, deverão ser colocados avisos visíveis nas esquinas mais próximas. As áreas delimitadas deverão ser reduzidas ao indispensável, de modo a causar o mínimo de obstáculo ao trânsito. Poderá ser interrompida a circulação de veículos na metade da pista e somente em casos de absoluta necessidade, interrompida totalmente a circulação com desvio de trânsito para as ruas adjacentes.
- Uma programação preliminar das delimitações a que se refere o item precedente, de acordo com DETRAN - MG e a Gerência de Transporte e Trânsito - GETTRAN da Prefeitura Municipal de Juiz de Fora, principalmente quando as ruas avenidas ou estradas tiverem trânsito freqüente de coletivos.

4.1.1. ESCRITÓRIO DA OBRA (ITEM 1.1 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)

O local escolhido para a construção do Canteiro / Escritório de Obras deve ser aprovado pela FISCALIZAÇÃO. Em hipótese nenhuma os ônus decorrentes de locação e manutenção devem caber à CESAMA.

As instalações da CONTRATADA devem obedecer ao Código de Obras do Município e Normas de Medicina e Segurança do Trabalho. Opcionalmente, a critério da FISCALIZAÇÃO, a CONTRATADA poderá alugar um imóvel para ser utilizado como Escritório desde que sejam mantidas, no mínimo, as áreas e instalações previstas.

Esse item, conforme especificação desenvolvida pelo SINAPI considera projeto de escritório referencial com 51,89 m², composto por sala administrativa, sala de reunião, sala multiuso, sala técnica, copa e lavabos feminino e masculino.

A Figura 1 apresenta o layout de referência do escritório. Foram consideradas as seguintes técnicas construtivas e materiais:

- Fundação composta por baldrame de bloco de concreto (E=20cm);
- Fechamento das paredes internas e externas em chapa de madeira compensada resinada (E=10mm);
- Fechamento em alvenaria convencional de blocos cerâmicos vazados (E=9cm) das paredes dos lavabos que tem contato direto com os vasos sanitários e os lavatórios;
- Pé direito de 2,5m;
- Esquadrias: portas internas de madeira semi-oca, porta externa de ferro tipo veneziana, janelas de madeira tipo veneziana (exceto lavabos) e janelas tipo basculante em chapas de aço nos lavabos;
- Piso em lastro de concreto não estrutural e revestimento cerâmico nos lavabos;
- Forro de PVC em toda edificação;
- Cobertura com telha de fibrocimento ondulada (E=6mm);
- Louças e acessórios: bancada de mármore sintético com cuba integrada na copa; lavatório suspenso em louça branca nos lavabos;

vaso sanitário convencional de louça branca com caixa de descarga acoplada nos lavabos; torneiras cromadas de padrão popular;

- Instalações elétricas e de lógica: previsão de pontos de elétrica (com lâmpadas, luminárias e interruptores) e lógica, além de instalação de ar condicionado e aterramento;
- O mobiliário e o aparelho de ar condicionado do escritório não estão contemplados no custo da composição.

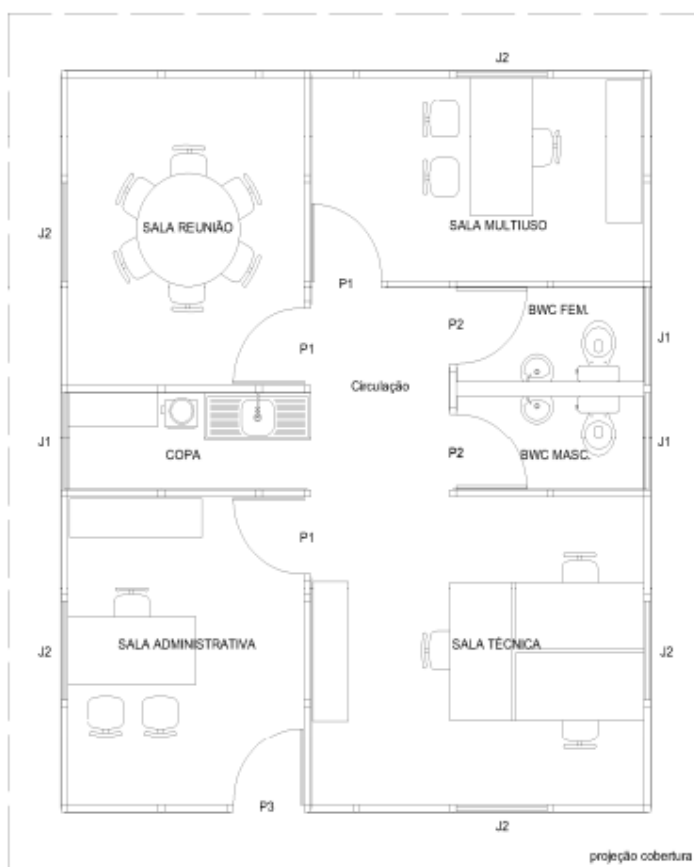


Figura 1 – Layout de referência de escritório em canteiro de obra, utilizado para fins de especificação.

Fonte: SINAPI.

4.1.2. PLACA DE IDENTIFICAÇÃO DA OBRA (ITEM 1.2 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)

Para identificação da obra foi adotado uma placa de 8m² onde serão detalhadas as principais informações da obra.

A CONTRATADA deve providenciar a confecção, por profissional especializado, de Placa de Identificação da Obra, devendo a sua instalação se dar em local definido pela FISCALIZAÇÃO.

Os modelos e detalhes da placa devem ser aqueles em vigência na época da execução da obra. Devem ter a face em chapa de aço galvanizado, nº 16 ou nº 18, com tratamento antioxidante, sem moldura, fixadas em estruturas de madeira suficientemente resistente para suportar a ação dos ventos e pintadas com tintas de cores fixas e de comprovada resistência ao tempo.

A CONTRATADA deve regularizar a instalação das placas junto aos órgãos competentes.

4.1.3. LOCAÇÃO DE REDE (ITEM 1.3 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)

O serviço de locação de rede refere-se à atividade que deve ser executada anteriormente ao início das obras ou de trechos de obra. As atividades de topografia que se fizerem necessárias para a execução dos serviços serão regidas pelas “Especificações Técnicas de Serviços Topográficos” da NBR 13.133 – Execução de levantamento topográfico.

A locação e nivelamento das tubulações e peças a serem assentadas serão feitos de acordo com o projeto executivo, devendo a CONTRATADA locar o eixo das valas a serem escavadas, indicar o ponto de localização das singularidades ou peças, bem como a profundidade (cota) de escavação.

A locação será feita a partir de marcos de apoio planimétricos e altimétricos utilizados na topografia que deu origem ao projeto da obra. Nos marcos planimétricos estarão definidas as coordenadas planas e de orientação e nos altimétricos as suas altitudes sobre o nível do mar. No caso dos marcos de apoio distarem da área de trabalho, a CONTRATADA deverá providenciar o transporte das referências dos marcos fornecidos.

As cotas do fundo das valas deverão ser verificadas de 20 em 20 m, antes do assentamento da tubulação. As cotas da geratriz superior da tubulação deverão ser verificadas logo após o assentamento e também antes do reaterro das valas, para correção do nivelamento.

4.1.4. CAVALETE COM PLACA DE ADVERTÊNCIA (ITEM 1.4 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)

A Sinalização deve obedecer às posturas municipais, e exigências de outros órgãos públicos locais, incluindo o projeto de sinalização, anexando-se a solicitação de interdição, quando pertinente. Independente do que for exigido, a CONTRATADA deve utilizar-se de, no mínimo, a sinalização preventiva com placas indicativas, cones de sinalização, cavaletes, dispositivos de barragem, dispositivos de sinalização refletiva e iluminação de segurança ao longo da vala.

Quanto à "sinalização complementar", quando necessária e a critério do órgão responsável pelo trânsito, seus detalhes serão por esse órgão fornecidos, cabendo a sua execução à CONTRATADA.

4.1.5. TAPUMES (ITEM 1.5 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)

Os tapumes devem ser utilizados para cercar o perímetro de todas as obras urbanas, de forma a impedir o acesso de pessoas estranhas aos serviços.

Os tapumes devem ser constituídos por placas sustentadas na posição vertical por elementos de madeira ou metal, com uma base interna que garanta a estabilidade ao conjunto. Devem ser dispostos de forma contínua, de modo a impedir completamente a passagem de terra ou detritos.

Tanto as chapas de vedação quanto os elementos de sustentação devem ser externamente pintados de branco efetuando manutenção permanente. Esta cor pode ser mudada se houver exigência do órgão competente.

Nos tapumes deve ser pintada a identificação da CESAMA (logotipo), CONTRATADA e obra. Quando necessário, a critério da Fiscalização, deverá ser utilizado tapume com iluminação de segurança.

As placas devem estar junto ao solo atingindo a altura mínima de 1,10 m, colocadas em sequência, e em número suficiente para fechar completamente o local, conforme Norma NR 18.30.

Quanto ao material, podem ser empregadas chapas de madeira compensada, tábuas de madeira ou chapas de metal.

4.2. DEMOLIÇÕES E RECOMPOSIÇÕES

4.2.1. DEMOLIÇÃO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO (ITEM 2.1 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)

Demolição é o ato de desfazer qualquer serviço existente, quando os materiais nele empregados não tenham condições de reaproveitamento, resultando no entulho da obra.

Os serviços de demolição devem ser executados nos locais indicados pelo projeto, sob coordenação da FISCALIZAÇÃO.



A FISCALIZAÇÃO deve autorizar a liberação dos locais de serviço, bem como o horário correto para atuação da CONTRATADA.

Cuidados especiais devem ser tomados com instalações de gás, telefone, elétrica, redes de água, esgoto, águas pluviais, lógica etc., que possam ainda estar ativas nessas áreas. Os respectivos desligamentos e/ou remanejamentos devem ser providenciados pela CONTRATADA antecipadamente, com orientação da FISCALIZAÇÃO.

Os locais onde estiverem sendo executados esses serviços devem ser isolados e protegidos, de maneira que não apresentem perigo às áreas contíguas.

Todo o entulho proveniente das demolições e remoções deve ser removido para bota-fora comprovadamente legalizados escolhido pela CONTRATADA e aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

Após a execução dos serviços de demolição e remoção, deve ser realizada a devida limpeza e retirada de entulho das áreas de atuação.

Será demolida nas pistas dos logradouros em toda extensão da vala a ser executada, uma faixa de (D+60 cm), no máximo de largura, em pavimentos ou passeios, onde D é o diâmetro do tubo a ser assentado no local. Essa faixa somente será excedida se a profundidade e a natureza do terreno da vala assim o exigirem, e a critério da FISCALIZAÇÃO.

A CONTRATADA será a única responsável pela conservação dos materiais reaproveitáveis, caso houver. Os serviços de demolição devem atender ao especificado na Norma Regulamentadora NR-18 e as exigências dos códigos de obras do município.

Etapas mínimas para execução:

- Checar se os EPC necessários estão instalados;
- Usar os EPI exigidos para a atividade;

- Cortar o perímetro do trecho do pavimento a ser removido com a cortadora de piso/asfalto;
- Remover o pavimento asfáltico.

4.2.2. CONSTRUÇÃO DE PAVIMENTO COM APLICAÇÃO DE CBUQ (ITEM 2.2 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)

Para a construção de pavimento (camada de rolamento) com aplicação de CBUQ, com espessura de 5 cm são necessárias as seguintes etapas mínimas:

- Sobre a base imprimada finalizada e curada é feita a limpeza da faixa a ser pavimentada com o uso da vassoura mecânica rebocável para remoção de materiais que possam prejudicar a adesão da massa asfáltica à base;
- A mistura asfáltica é transportada entre a usina e a frente de serviço através de caminhões basculantes que a despejam no silo da vibroacabadora;
- A vibroacabadora ajustada para executar o revestimento asfáltico com a espessura e largura prevista em projeto percorre o trecho da faixa a ser asfaltada despejando e pré-compactando a mistura aquecida. Durante a passagem do equipamento, um operador de mesa verifica 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, na quantidade de fechas prevista em projetos. Deve ser possível ajustar a pressão dos pneus, iniciando a passagem com pequenas pressões e, assim que a mistura asfáltica for esfriando, aumentam-se as pressões;
- Atrás do rolo de pneus, inicia-se a rolagem com o rolo liso tipo tandem, com o número de fechas previsto em projeto e dando o acabamento final ao revestimento asfáltico;



- Os operários aspergem óleo vegetal nos pneus e no cilindro dos rolos compactadores para evitar que haja suspensão do material recém-aplicado.

4.3. TRABALHOS EM TERRA (ITEM 3 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)

A escavação compreende a remoção dos diferentes tipos de solo, desde a superfície natural do terreno até a cota especificada no projeto. Pode ser manual ou mecânica, em função das particularidades existentes.

A área de trabalho deve ser previamente limpa, devendo ser retirados materiais e objetos de qualquer natureza que possam interferir na execução de serviços.

Nas escavações em vias públicas, em áreas definidas pela FISCALIZAÇÃO, a borda da vala que vai receber o produto da escavação deve ser protegida com lona plástica, visando facilitar a limpeza do local da obra.

Em conformidade com as exigências previstas na NR 18, as escavações com mais de 1,25 m de profundidade devem dispor de escadas ou rampas, colocadas próximas aos postos de trabalho.

Todo e qualquer ônus decorrente de danos causados por imprudência ou imperícia deve ser de responsabilidade da CONTRATADA.

Classifica-se como escavação em solo aquela executada em terreno constituído de terra em geral, piçarra ou argila, areia, rochas em adiantado estado de decomposição (pouco compactas), seixos rolados ou não (diâmetro máximo de 15cm), matacões (volume menor ou igual a 0,50 m³), e em geral todo o material possível de execução manual ou mecânica, qualquer que seja o teor de umidade.

Para essas escavações podem ser empregadas máquinas de valetar, pá mecânica, trator e equipamentos manuais, inclusive com auxílio de

ferramentas de ar comprimido, sendo o processo a se empregar condizente com o serviço e a importância do mesmo. Na ausência de diretrizes específicas, o início das escavações para assentamento de tubos, bem como a extensão máxima das valas que poderão ser abertas, sem se proceder ao assentamento das tubulações ao respectivo reaterro e recomposição do pavimento, será em cada caso, determinados pela FISCALIZAÇÃO.

A largura total da vala será determinada conforme consta na NBR 12266/1992.

Para profundidades superiores a 6,00 metros, o Departamento de Projetos de CESAMA deverá ser consultado.

Em qualquer caso a largura da vala deverá ser compatível com o sistema adotado para a instalação da tubulação sob condições em que possam ser executadas perfeitamente todas as operações e montagem dos tubos, podendo a FISCALIZAÇÃO exigir equipamentos que reduzem ao máximo a largura da vala.

A FISCALIZAÇÃO fornecerá as disposições necessárias com relação a particularidades que se possam apresentar caso por caso. O fundo da vala para assentamento da tubulação, terá que ser perfeitamente regular e devidamente compactado.

Para os trechos da tubulação eventualmente colocados sobre o aterro, deverá ser atingida no embasamento uma compactação mínima de 95% do proctor modificado referenciado nas normas da ASTM.

Para as escavações de fundação de obras de concreto serão respeitadas as prescrições indicadas nos desenhos do projeto ou dadas pela FISCALIZAÇÃO.

A declividade dos taludes no decorrer das escavações e, particularmente, nas praças de trabalho, será fixada pela FISCALIZAÇÃO, de acordo com os materiais encontrados nas escavações.

4.3.1. ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS (ITENS 3.1 A 3.3 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)

Para a execução foi considerado a utilização de servente, que executa a escavação da vala com o uso de equipamentos manuais.

Deve-se escavar a vala de acordo com o projeto de engenharia e a escavação deve atender às exigências da NR 18.

A geometria da vala deve atender aos valores definidos pela norma NBR 12266.

4.3.2. ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. ATÉ 1,5 M (ITENS 3.4 E 3.6 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)

Será utilizado para execução desse item Retroescavadeira sobre rodas com carregadeira, tração 4x4, potência líquida 88 HP, caçamba da carregadeira com capacidade mínima de 1 m³ e caçamba da retro com capacidade de 0,26 m³. Peso operacional mínimo de 6.674 kg e profundidade de escavação máxima de 4,37 metros.

O volume de corte geométrico é definido em projeto, nesse caso para valas com profundidade até 1,5 metros, largura da vala de 0,8 a 1,5 metros, em solo de 1ª categoria, executada em locais com alto nível de interferência. A geometria da vala deve atender aos valores definidos pela norma NBR 12266/92.

Para a sua execução, deve-se escavar a vala de acordo com o projeto de engenharia, atendendo às exigências da NR 18.

Para os locais com presença de água, deverá ser realizado esgotamento com moto-bomba.

4.3.3. ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. MAIOR QUE 1,5 M ATÉ 3,0 M (ITENS 3.5 E 3.7 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)

Será utilizado para execução desse item Retroescavadeira sobre rodas com carregadeira, tração 4x4, potência líquida 88 HP, caçamba da carregadeira com capacidade mínima de 1 m³ e caçamba da retro com capacidade de 0,26 m³. Peso operacional mínimo de 6.674 kg e profundidade de escavação máxima de 4,37 metros.

O volume de corte geométrico é definido em projeto, nesse caso para valas com profundidade maior que 1,5 e até 3,0 metros, largura da vala de 0,8 a 1,5 metros, em solo de 1ª categoria, executada em locais com alto nível de interferência. A geometria da vala deve atender aos valores definidos pela norma NBR 12266/92.

Para a sua execução, deve-se escavar a vala de acordo com o projeto de engenharia, atendendo às exigências da NR 18.

4.3.4. ESCAVAÇÕES DE VALA EM ROCHA À FRIO (ITEM 3.8 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)

As escavações em rocha à frio referem-se a rochas brandas ou moledos, sendo terrenos de material de agregação natural de grãos minerais ligados mediante forças coesivas apresentando grande resistência à escavação, constituídos de arenitos compactos, rocha em adiantado estado de decomposição, rocha alterada, folhelhos com ocorrência contínua.

O desmonte de rocha a frio deve ser executado com utilização de rompedores, picaretas, alavancas, cunhas, ponteiros, talhadeiras e escarificadores.

Para os trechos em rocha, a escavação do fundo da vala será rebaixada em 15 cm com referência à cota de geratriz externa inferior da tubulação, de



modo a permitir a colocação de uma camada de terra fina, areia ou pó de pedra antes da colocação da tubulação.

4.3.5. ESCORAMENTO DE VALAS DESCONTÍNUO (ITEM 3.9 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)

A garantia de estabilidade dos taludes das escavações será de responsabilidade única e exclusiva da CONTRATADA, tendo em vista a segurança do pessoal que trabalha nas obras e os danos de qualquer natureza que a ruptura dos mesmos possa acarretar.

No caso de valas com profundidade maior ou igual a 1,25 metros, deve ser usado, obrigatoriamente, escoramento. Para profundidades menores, dependendo do caso, a critério da FISCALIZAÇÃO, o escoramento também deve ser utilizado. Este custo será pago a parte.

O dimensionamento e execução dos elementos destinados a garantir a estabilidade dos taludes, sejam escoramentos, inclinação de taludes, drenagens ou quaisquer outros elementos ou providências necessárias, compete à CONTRATADA, e é de sua única e exclusiva responsabilidade.

É facultado à CESAMA, sempre que achar necessário, exigir medidas adicionais ou execução de serviços destinados a garantir a estabilidade dos taludes das escavações, nas condições estabelecidas e nos termos legais vigentes.

Os locais escavados deverão ficar livres de água, qualquer que seja a origem (chuva ou lençol freático), devendo, para isso, ser providenciada a sua drenagem subterrânea. Para os casos de infiltração de água do lençol freático, a drenagem se fará por drenos convencionais dimensionados pela CONTRATADA e aprovados pela CESAMA.

Na execução do escoramento, devem ser utilizadas madeiras duras, como peroba, canafístula, sucupira, ou outras com resistência mecânica igual ou



superior a estas, sendo as estroncas de eucaliptos, com diâmetro não inferior a 0,20m.

O serviço de escoramento se inicia com a colocação das tábuas de madeira espaçadas de 0,60 metros de “eixo a eixo”, assim que a escavação disponibiliza frente de serviço.

Após a colocação das tábuas, é feita, a cada metro de profundidade da vala, a instalação de longarinas no sentido horizontal da vala e a cada 1,35 metros de comprimento são colocadas escoras de madeira roliça.

A partir daí os demais serviços são executados tais como: preparo do fundo, assentamento da tubulação e reaterro. Durante o reaterro é feita a retirada dos escoramentos simultaneamente.

4.3.6. ESCORAMENTO DE VALAS CONTÍNUO (ITEM 3.10 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)

A garantia de estabilidade dos taludes das escavações será de responsabilidade única e exclusiva da CONTRATADA, tendo em vista a segurança do pessoal que trabalha nas obras e os danos de qualquer natureza que a ruptura dos mesmos possa acarretar.

No caso de valas com profundidade maior ou igual a 1,25 metros, deve ser usado, obrigatoriamente, escoramento. Para profundidades menores, dependendo do caso, a critério da FISCALIZAÇÃO, o escoramento também deve ser utilizado. Este custo será pago a parte.

O dimensionamento e execução dos elementos destinados a garantir a estabilidade dos taludes, sejam escoramentos, inclinação de taludes, drenagens ou quaisquer outros elementos ou providências necessárias, compete à CONTRATADA, e é de sua única e exclusiva responsabilidade.

É facultado à CESAMA, sempre que achar necessário, exigir medidas adicionais ou execução de serviços destinados a garantir a estabilidade dos taludes das escavações, nas condições estabelecidas e nos termos legais vigentes.

Os locais escavados deverão ficar livres de água, qualquer que seja a origem (chuva ou lençol freático), devendo, para isso, ser providenciada a sua drenagem subterrânea. Para os casos de infiltração de água do lençol freático, a drenagem se fará por drenos convencionais dimensionados pela CONTRATADA e aprovados pela CESAMA.

Na execução do escoramento, devem ser utilizadas madeiras duras, como peroba, canafístula, sucupira, ou outras com resistência mecânica igual ou superior a estas, sendo as estroncas de eucaliptos, com diâmetro não inferior a 0,20m.

As dimensões mínimas das peças e os espaçamentos máximos dos escoramentos, quando não detalhados no projeto, devem seguir as especificações a seguir: a superfície lateral da vala será contida por tábuas verticais de 0,027 x 0,30 m, encostadas umas as outras, fixadas horizontalmente por longarinas de 0,06 x 0,16 m em toda a sua extensão, espaçadas verticalmente a cada 1,00 m, e travadas com estroncas de diâmetro de 0,20 m, espaçadas horizontalmente de 1,35 m. A distância entre as extremidades das longarinas e estroncas deve ser menor ou igual a 0,40 m.

4.3.7. REATERRO MANUAL DE VALAS COM COMPACTAÇÃO MECANIZADA (ITEM 3.12 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)

Para a execução do reaterro manual é utilizado como mão de obra o servente (profissional que lança o material, de forma manual, para o interior da vala e auxilia o trabalho feito pelo equipamento).

É necessário também o uso de compactador de solos (equipamento para a compactação do solo utilizado no reaterro da vala) pneumático tipo sapo até 35 kg tipo clozirono ou equivalente e ainda caminhão pipa (utilizado para a umidificação do solo).

Para a sua execução, inicia-se, quando necessário, com a umidificação do solo afim de atingir o teor umidade ótima de compactação prevista em projeto. O grau de compactação mínimo exigido é de 95% do Proctor normal.

4.3.8. ESCAVAÇÃO E CARGA DE MATERIAL 1ª CATEGORIA (ITEM 3.13 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)

Caso os aterros necessitem de um volume de material superior ao escavado no local da obra, ou se verifique ser este material inadequado à compactação, haverá a necessidade de utilizar-se de área de empréstimo.

A CONTRATADA deverá submeter à aprovação da CESAMA os locais onde fará o empréstimo de material. O aluguel ou aquisição e/ou indenização quando necessário das áreas de empréstimo será de inteira responsabilidade da CONTRATADA.

A escavação e transporte poderão ser executados por qualquer método aprovado e próprio para cumprir o objetivo da obra. A CONTRATADA deverá avaliar as condições dos materiais na área de empréstimo e fornecer meios apropriados para manuseio dos mesmos.

Na área de empréstimo, a CONTRATADA executará toda a limpeza necessária, escavação superficial seletiva até as profundidades e extensões necessárias, transporte, drenagem e regularização da área de empréstimo durante e após a conclusão do trabalho, remoção de materiais necessários para obter e tornar adequados os materiais para uso na obra.



Só poderá ser transportado para o local do aterro, o material com condições de umidade tais que, ao chegar à praça de lançamento, esteja dentro da faixa especificada para compactação, a critério da CESAMA. Os taludes finais das escavações para empréstimo não deverão ter inclinações maiores que dois na horizontal por um na vertical e serão protegidos com grama ou outro método aprovado pela CESAMA. Ao concluir as operações de escavação, as áreas que ficarão permanentemente expostas, deverão ser deixadas razoavelmente lisas, uniformes e preparadas para drenagem superficial.

4.3.9. TRANSPORTE DE MATERIAL COM CAMINHÃO BASCULANTE (ITENS 3.14, 3.17 E 3.18 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)

Os materiais necessários serão transportados em caminhões do tipo basculante (6 m³ toco, peso bruto total 16.000 kg, carga útil máxima 11.130 kg, distância entre eixos 5,36 m, potência 185 cv, inclusive caçamba metálica), protegido com lona, para evitar o derramamento do material nas vias públicas.

O material resultante das escavações e a ser empregado para os reaterros será depositado provisoriamente em um só lado da vala, no mínimo a uma distância igual à metade de sua profundidade, de modo a não perturbar as operações de instalação, não comprometer a estabilidade das paredes da vala e não permitir a invasão das mesmas pelas águas das chuvas.

4.3.10. CARGA E DESCARGA MECÂNICA DE ENTULHO (ITEM 3.15 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)

Antes de iniciar os serviços de movimentação de entulhos, a CONTRATADA deve apresentar:

- Definição dos equipamentos para carga, transporte, descarga e eventual espalhamento;

- Definição das áreas de depósito e bota-fora, elaborando previsão de volumes a serem transportados e depositados, e determinando rotas e distâncias de transporte.

Quando se tratar de material proveniente de entulhos, o seu volume deve ser medido no caminhão.

4.3.11. TRANSPORTE DE MATERIAL PARA BOTA-FORA (ITEM 3.16 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)

Qualquer tipo de material de entulho remanescente deve ser levado e espalhado em bota-fora.

A CONTRATADA deve providenciar o licenciamento do bota-fora junto aos órgãos competentes, e só pode iniciar os serviços após a liberação da área.

A CONTRATADA deve tomar todas as precauções necessárias para que os materiais estocados em local apropriado ou espalhados em bota-fora, não causem danos às áreas e/ou obras circunvizinhas, por deslizamentos, erosões etc. Para tanto, a CONTRATADA deve manter as áreas de estocagem convenientemente drenadas e limpas.

A aquisição e/ou indenização Das áreas de bota-fora será de inteira responsabilidade da CONTRATADA. A forma e a altura dos depósitos em tais áreas deverão se adaptar ao terreno adjacente, inclusive com taludes adequados, de acordo com as instruções da CESAMA. A CONTRATADA tomará precauções para que o material depositado nessas áreas não venha causar danos às áreas adjacentes por deslizamentos, erosão, obstrução e assoreamento de valas. A CONTRATADA tomará providências para que haja drenagem apropriada e proteção dos taludes, conforme critérios da CESAMA.

Considera-se material para bota-fora o volume excedente de escavação não aproveitável no reaterro, obtido da diferença entre o volume escavado e volume ocupado pela tubulação e caixas, ou todo o volume escavado



considerado inadequado para o reaterro. O transporte será feito em caminhões do tipo basculante, protegido com lona para evitar o derramamento do material nas vias públicas.

4.3.12. ESGOTAMENTO DE ÁGUA DAS VALAS (ITEM 3.19 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)

Nos casos onde for necessário, o esgotamento de vala será feito por meio de bombas com capacidade suficiente para possibilitar que os trabalhos sejam realizados em ambiente seco.

Valetas laterais serão feitas no fundo da vala, junto ao escoramento, fora da área de assentamento dos tubos, para que a água proveniente do lençol freático possa escoar até os poços de bombeamento, escavados em locais adequados.

Os crivos das bombas serão colocados nos referidos poços. Para evitar erosão eles serão cobertos com brita. A critério da CESAMA, as valetas poderão ser substituídas por drenos com tubos perfurados ou de brita.

A CONTRATADA deverá prever e evitar irregularidades nas operações de esgotamento, controlando e inspecionando o equipamento continuamente. A descontinuidade no esgotamento provoca desmoronamentos da vala com prejuízo para os serviços de montagem.

Não será considerado escavação de solo com água, quando esta for proveniente de chuvas.

4.3.13. PREPARO DE FUNDO DE VALA (ITEM 3.20 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)

Finalizada a contenção da vala, procede-se a preparação do seu fundo para receber o assentamento das redes de esgoto, drenagem ou águas.

O serviço consiste na limpeza, regularização e ajuste de declividade, conforme previsto em projeto, do fundo da vala.

Quando previsto em projeto, é feito a execução de um lastro com material granular. O lançamento do material na vala pode se dar de forma manual ou mecanizado.

As cotas do fundo das valas deverão ser verificadas de 20 em 20 m, antes do assentamento da tubulação. As cotas da geratriz superior da tubulação deverão ser verificadas logo após o assentamento e também antes do reaterro das valas, para correção do nivelamento.

Equipamento necessário: Compactador de solos de percussão (Soquete) com motor a gasolina 4 tempos, potência 4 CV.

4.3.14. ENROCAMENTO COM PEDRA DE MÃO (ITEM 3.21 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)

O enrocamento é um dispositivo formado por estrutura executada em pedra, destinado à proteção de taludes e canais, contra efeito erosivos ou solapamentos, causados pelos fluxos d'água.

Após a locação da obra, a execução do enrocamento deve ser precedida de limpeza do terreno e escavação, onde a geometria projetada requerer a sua regularização.

A base e os taludes devem ser regularizados de maneira que se obtenha uma superfície plana para a implantação do enrocamento.

Para a pedra devem ser feitas as seguintes verificações:

- Verificação do tipo de rocha e granulometria;



- Verificação da forma e da presença de materiais de desintegração;
- Verificação das dimensões mínimas e máximas.

A pedra deve atender aos índices físicos e granulometria especificados no projeto.

O enrocamento com pedra de mão sem rejunte consiste em pedras arrumadas manualmente, sendo que sua resistência resulta unicamente do imbricamento dessas pedras. Suas aplicações principais são em contenção de taludes de pequena altura (até 1,50 m), para a proteção de margens e leitos de rios, e em taludes sujeitos a erosões.

Para a sua execução, são utilizadas pedras com dimensões da ordem de 0,15 m ou mais. Seus vazios podem ser preenchidos com pedras menores, porém de forma a não serem arrastadas pela corrente de água.

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.

Na presença de água, mesmo que eventual, deve-se colocar manta não tecida de poliéster na interface solo / pedra de mão, impedindo assim a passagem dos finos. Eventualmente pode ser combinado com tela de arame.

4.3.15. LASTRO DE VALA COM PREPARO DE FUNDO COM CAMADA DE BRITA (ITEM 3.22 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)

O preparo de fundo de vala considera a regularização do solo presente no fundo da vala e a execução de um lastro com material granular.

Execução:

- Finalizado a contenção da vala procede-se a preparar o fundo da vala para receber o assentamento das redes;
- O serviço consiste na limpeza, regularização e ajuste de declividade, conforme previsto em projeto, do fundo da vala;
- Quando previsto em projeto, é feito a execução de um lastro com material granular. O lançamento do material na vala pode se dar de forma manual ou mecanizado;
- A partir daí os demais serviços são executados tais como: assentamento da tubulação e reaterro (atividades não inclusas neste item).

Equipamentos necessários:

- Compactador de solos de percussão (Soquete) com motor a gasolina 4 tempos, potência 4 CV;
- Retroescavadeira sobre rodas, potência líquida 88 HP, peso operacional mín 6.674 kg, profundidade de escavação máxima 4,37 m.

4.3.16. LASTRO DE VALA COM PREPARO DE FUNDO COM CAMADA DE AREIA (ITEM 3.23 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)

O preparo de fundo de vala considera a regularização do solo presente no fundo da vala e a execução de um lastro com material granular.

Execução:

- Finalizado a contenção da vala procede-se a preparar o fundo da vala para receber o assentamento das redes;
- O serviço consiste na limpeza, regularização e ajuste de declividade, conforme previsto em projeto, do fundo da vala;
- Quando previsto em projeto, é feito a execução de um lastro com material granular. O lançamento do material na vala pode se dar de forma manual ou mecanizado;
- A partir daí os demais serviços são executados tais como: assentamento da tubulação e reaterro (atividades não inclusas neste item).



Equipamentos necessários:

- Compactador de solos de percussão (Soquete) com motor a gasolina 4 tempos, potência 4 CV;
- Retroescavadeira sobre rodas, potência líquida 88 HP, peso operacional mín 6.674 kg, profundidade de escavação máxima 4,37 m.

4.3.17. EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE BASE COM BRITA GRADUADA SIMPLES (ITEM 3.24 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)

Sobre a vala apiloada deverá ser executada uma base, dependendo das condições do terreno, com mistura de brita nº 0 com pó de pedra, graduada de modo a atender a resistência necessária para suporte do pavimento devidamente compactado em camadas de 10 cm de espessura, de maneira tal que fique no máximo 5 cm do revestimento primitivo após o término da compactação.

Para a execução são necessárias as seguintes etapas mínimas:

- A camada sob a qual irá se executar a base ou sub-base de brita graduada simples (BGS) deve estar totalmente concluída, limpa, desempenada e sem excessos de umidade;
- A BGS é transportada entre a usina de britagem e a frente de serviço através de caminhões basculantes que a despejam no local de execução do serviço;
- A equipe auxilia a distribuição do material ao longo da frente de serviço;
- Na sequência, a motoniveladora percorre todo o trecho espalhando e nivelando o material até atingir a espessura da camada prevista em projeto;
- Assim que houver disponibilidade de frente de serviço, executa-se a compactação da camada utilizando-se rolo compactador liso vibratório, na quantidade de fechas prevista em projeto;



- Finalizada a compactação com o rolo liso vibratório, inicia-se a rolagem com o rolo de pneus, na quantidade de fechas prevista em projeto, a fim de atender as exigências de compactação e realizar o acabamento da camada;
- Posterior à compactação procede-se com os ensaios do grau de compactação;
- Concluídos os ensaios, realiza-se, nos casos de bases, a imprimação impermeabilizante com emulsão asfáltica.

4.4. FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO E TUBULAÇÕES E PEÇAS (ITEM 4 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)

Todas as tubulações, peças e conexões deverão ser montadas obedecendo ao projeto da CESAMA e deverão estar perfeitamente alinhadas, esquadrejadas e aprumadas.

O assentamento da tubulação de ferro fundido e aço, como norma geral, obedecerá respectivamente às da ABNT. Para tudo que não estiver expresso nas presentes especificações e nas normas brasileiras, deverão ser obedecidas as normas da AWWA.

O material a ser fornecido pela CONTRATADA será somente o necessário à execução dos serviços. A relação das tubulações, registros e demais peças, servirão de orientação das quantidades a serem fornecidas pela CONTRATADA, relação esta que virá anexada à especificação no item relativo à relação de materiais a ser fornecido. O CONSTRUTOR fornecerá as juntas de borracha e arruelas, inclusive lubrificantes, para os elementos de ponta e bolsa ou flanges.

O manejo dos tubos e respectivas peças terá de ser feito com todas as preocupações e com meios e procedimentos adequados para excluir choques ou esforços anormais que possam comprometer a própria resistência ou integridade estrutural dos mesmos ou de seus revestimentos protetores. O equipamento de içar deverá usar braçadeiras ou cabos



externos, não sendo permitido qualquer ponto de apoio na parte interna cimentada. Nos casos de descarga manual, os tubos deverão ser rolados sobre pranchões, usando-se cordas para frenagem. Não será permitida a queda dos tubos mesmo sobre pneus ou colchões de areia. Não será admitido o rolamento dos tubos sobre pedras ou pedregulhos, devendo-se neste caso, empregar vigas de madeira sob os mesmos.

A CONTRATADA se responsabilizará pela guarda do material, armazenamento adequado e conservação dos mesmos, a partir do momento do seu recebimento até a montagem e entrega definitiva da obra.

A CONTRATADA será responsável pelo recebimento e pelo transporte dos materiais até os locais de aplicação e instalação, correndo todas as despesas de manipulação e transporte por sua conta.

A CONTRATADA será a única responsável pela aquisição, transporte, guarda, conservação e demais providências relativas aos materiais.

A omissão ou falta da CONTRATADA na inspeção do material recebido não o isentará da responsabilidade sobre os mesmos.

Todo o material fornecido pela CONTRATADA que for danificado durante o manuseio ou guarda sob sua responsabilidade, e que seja considerado pela FISCALIZAÇÃO sem possibilidade de ser aproveitado, será repostado pela CONTRATADA ou debitado ao mesmo pelo custo atualizado.

As juntas dos anéis de borracha ou com arruelas, serão executadas de acordo com os melhores procedimentos para esse tipo de serviço.

As extremidades abertas da tubulação deverão ser bem tamponadas ao fim de cada dia de trabalho e, só deverão ser reabertas no reinício do serviço.

Todas as redes de águas, águas pluviais, esgotos sanitários, telefone, elétricas, etc., que por ventura tenham sido danificadas na execução dos serviços, deverá haver um comunicado às concessionárias para o devido



reparo, sendo reconstruídas de acordo com as pré-existentes e colocadas em perfeito funcionamento, correndo todas as despesas por conta da CONTRATADA.

Os ramais existentes que tenham sido danificados deverão ser reconstituídos e, a critério da FISCALIZAÇÃO, serão construídos novos ramais, sempre empregando os melhores procedimentos para esse tipo de serviços.

Todos os materiais necessários à obra serão fornecidos pela CONTRATADA e seu custo deverá integrar os preços unitários correspondentes.

Na montagem das válvulas, a CONTRATADA deverá verificar anteriormente o posicionamento correto dos flanges, de tal maneira que o plano de face do flange fixo esteja forçosamente perpendicular ao eixo da tubulação. O plano vertical que contiver o eixo do tubo deverá passar pelo meio da distância que separa os dois furos superiores. Esta condição poderá ser verificada com adequado nível de bolha de ar, aplicado aos dois furos superiores.

Durante a montagem das válvulas, essas deverão ser protegidas contra eventuais danos e sujeiras.

Pouco antes da montagem das válvulas, as redes deverão ser lavadas com jato d'água ou ar comprimido e depois secas e engraxadas.

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 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, após 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 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 seqüência de dois de cada vez, diametramente opostos, graduando, através de torquímetro, o ajuste em pelo menos dois ciclos completos antes do aperto final.

Estando o conjunto de válvula completamente instalado, limpo e lubrificado, e tendo sido verificado todo seu mecanismo, a válvula deverá ser operada em todo seu curso.

4.4.1. TUBOS, CONEXÕES E ACESSÓRIOS DE FERRO FUNDIDO

Os tubos deverão ser fabricados em ferro fundido dúctil pelo processo de centrifugação, de acordo com o preconizado pelas Normas da ABNT, da série K7 (NBR 7663) no caso de junta elástica, e da série K7 (NBR 7560) no caso de juntas com flanges, conforme especificado na relação de materiais.

Os tubos cilíndricos deverão ser fabricados em ferro fundido dúctil pelo processo de centrifugação, de acordo com o preconizado pelas Normas da ABNT, da série K7 (NBR 7675).

As juntas serão conforme indicado nos desenhos ou na relação de materiais. As juntas elásticas para conexões, pegas e tubos deverão atender a NBR 7674. Os flanges terão dimensões e furação segundo a Norma NBR-7560 da ABNT.

Junta Elástica JGS

A Junta elástica JGS é automática. A estanqueidade é garantida no momento da montagem pela compressão radial do anel de vedação, pela simples introdução da ponta do tubo no interior da bolsa. Suas principais características são:

- Facilidade e rapidez de instalação;
- Resistência à altas pressões;
- Possibilidade de deslocamento axial e deflexão angular; e
- Não permite montagem em posição invertida.

Os anéis de vedação apresentam:

- Ressalto de encaixe; e
- Plano inclinado de centragem.

As bolsas apresentam internamente:

- Alojamento com um batente de travamento onde se encaixa o anel de vedação; e
- Compartimento que permite descolamentos angulares e longitudinais dos tubos.

Anéis

Os anéis de borracha para juntas elásticas deverão ser fabricados conforme a NBR 7676. Os anéis de borracha deverão ainda atender ao teste de



compressão e descompressão durante 10.000 ciclos, na pressão de teste hidráulica normal.

Arruelas

As arruelas para juntas flangeadas deverão atender à PB-80 e P-TB-60 da ABNT.

Parafusos

Os parafusos deverão ser fornecidos em aço galvanizado a fogo, conforme NBR 7675.

Conexões

As conexões serão em ferro fundido dúctil, obedecendo à Norma da ABNT, devendo suportar uma pressão interna equivalente a, no mínimo uma vez e meia a pressão de serviço, sem apresentar vazamento.

Os tocos com pontas flangeadas deverão ser fabricados a partir de tubos confeccionados conforme a NBR-7560, obedecendo-se à classe de pressão solicitada.

4.4.2. MONTAGEM DE TUBULAÇÕES DE AÇO – JUNTAS SOLDADAS

Esta seção abrange a montagem, teste e desinfecção de tubulações, peças, conexões, aparelhos, equipamentos, acessórios e componentes das tubulações em aço de acordo com os desenhos de construção, relação de materiais e com o que se especifica a seguir, compreendendo o armazenamento, transporte, manuseio, montagem e revestimento protetor.

Os elementos tubulares, peças especiais, conexões e aparelhos, serão fornecidos pela CONTRATADA e montados pela MESMA de acordo com as normas e recomendações descritas a seguir. Nos casos omissos, deverão ser obedecidas as normas e recomendações da ABNT, AWWA, ASTM e AWS.



A – Montagem

O transporte dos tubos e respectivas peças, conexões, aparelhos e acessórios será feito com meios, equipamentos e processos que possam garantir a indeformabilidade dos diversos elementos e a perfeita integridade do revestimento protetor, como também, menor obstáculo para o trânsito. Os tubos deverão ter as extremidades contraventadas com cantoneiras de chapas ortogonais, ponteadas internamente, ou cruzetas de madeira.

As operações de carga, descarga e armazenagem deverão se fazer com métodos e equipamentos adequados tendo em vista:

- Condições de segurança do trabalho;
- Integridade dos materiais;
- Conservação dos materiais em condições tais que garantam a conservação de suas características;
- Controle dos materiais e demais condições inerentes aos mesmos.

Quando estocados por um período bastante grande, a critério da CESAMA, a CONTRATADA deverá providenciar a manutenção de caiação, proveniente de fábrica.

Os tubos, quando estocados, deverão ser apoiados em sacos de juta ou poliéster trançado com areia fina (almofada de areia).

Todos os materiais deverão ser manuseados, transportados e estocados em estrita obediência aos seguintes documentos:

➤ **AWWA**

3.2M.11 – “Steel Pipe Design and Installation” – para tubulação de aço.

3.3C200 – “Steel Water Pipe 6 inches and larger”.

3.4C203 – “Coal-Tar Protective Coatings and Linings for Steel Water Pipelines – Enamel and Tape – Applied”.

Quando do içamento dos tubos, a CONTRATADA deverá fazer a verificação de defeitos no revestimento por meio de aparelhos tipo “Holiday Detector”, de acordo com a norma AWWA C203-78, sendo os critérios de aceitação os definidos nesta forma. Não poderão ser assentados tubos ou peças que apresentem quaisquer defeitos.

Na montagem das tubulações, o alinhamento e nivelamento dos tubos, peças e acessórios, devem ser observados com rigor os quais deverão ser mantidos até que sejam completadas todas as soldas.

Caso sejam necessários escoramentos provisórios, os mesmos deverão ser seguros e robustos para não fletirem com o peso das tubulações.

Em nenhuma ocasião durante a montagem será permitido que tubos ou outras peças não suportadas façam peso ou introduzam momentos sobre bocais de válvulas, equipamentos, etc.

Para facilitar o alinhamento das tubulações devem ser usados acopladeiras externas desmontáveis, ou outro meio consagrado pela experiência. Não será permitida a soldagem na tubulação de dispositivos auxiliares de montagem (cachorros ou chapas de atracação).

Deverão ser evitados ao máximo sujeira e detritos no interior dos tubos, bem como ponta de eletrodos, estopa e outros materiais usados para montagem ou limpeza.

A CONTRATADA deverá evitar ao máximo as montagens e alinhamento “à força” e apertos de parafusos acima do normal de forma a minimizar as chamadas tensões de montagem.

O assentamento das tubulações enterradas deverá ser executado com a verificação das cotas do fundo da vala e das cotas da geratriz externa superior do tubo, a cada 50 metros, de modo que se respeitem as cotas do projeto e permitem que os serviços possam desenvolver-se em várias frentes, sem a necessidade de correções de cotas nos encontros. A CESAMA efetuará a verificação das cotas, antes do posicionamento final.

Compete à CONTRATADA executar as drenagens e rebaixamento de lençóis d'água que se fizerem necessários, para o adequado assentamento e montagem da tubulação.

➤ **Curvas**

A confecção e montagem das curvas deverão ser efetuadas em campo, com extremidades biseladas para solda, inclusive revestimento interno e externo de proteção.

A CONTRATADA deverá obedecer a todas as prescrições ou normas estabelecidas nestas Especificações e procederá à execução dos serviços somente após a análise e aprovação prévia do projeto das curvas pela CESAMA.

➤ **Peças Especiais**

Inspeções (Manhole), derivações tangenciais ou radiais para descargas, ventosas e tubulações secundárias, etc., previstas ao longo da tubulação.

O CONSTRUTOR deverá obedecer as indicações do Projeto, bem como todas prescrições ou normas de montagens aqui estabelecidas.

B – Solda

Todas as soldas entre os constituintes da tubulação, serão executadas pelo processo manual do arco elétrico com eletrodo metálico revestido.

Todos os trabalhos de soldagem obedecerão aos padrões estipulados nas normas da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, AWS – American Welding Society, ASME – American Society of Mechanical Engineers e com os itens desta especificação.

Todas as extremidades dos tubos e acessórios que devam ser soldadas devem estar com os biséis de fábrica de acordo com as especificações correspondentes.

Quando for necessário biselar ou rebiselar uma peça no campo, esta operação deverá ser feita com máquina de corte aprovada pela CESAMA.

Não serão permitidos tubos, peças especiais ou acessórios cujos biséis apresentem irregularidades, amassamentos ou qualquer defeitos que os desqualifiquem.

Não será permitido fazer biséis a mão ou sem o equipamento adequado.

A CONTRATADA deverá fornecer toda supervisão, mão de obra, equipamentos e complementos, inclusive eletrodos.

➤ Eletrodos e Equipamentos para Soldagem

Os eletrodos deverão obedecer à EB-79 da Associação Brasileira de Normas Técnicas, na classificação 4411, equivalente à classificação AWS-A5-1 – Classes E6010, E6011 e E7018. Suas dimensões serão as recomendadas para cada passe. A amperagem deverá respeitar as especificações do Fabricante.



Os eletrodos deverão estar livres de óleo, ferrugem, graxa, umidade, terra, tinta ou quaisquer outros materiais que possam comprometer o bom desempenho da solda.

A CONTRATADA deverá proteger os eletrodos contra umidade e deterioração em estufas próprias, com a capacidade mínima de 60 Kg. A deterioração da parte de uma caixa de eletrodos implicará na rejeição da caixa inteira.

Os eletrodos considerados imprestáveis, bem como os pedaços remanescentes, deverão ser recolhidos em recipientes adequados e removidos para fora do local do serviço.

O equipamento de solda deverá assegurar a corrente indicada para a solda, garantindo a estabilidade do arco, e deverá, também, ser provido de painel de instrumentos para leitura direta de tensão, e de chaves comutadoras de comando e controle.

As máquinas de solda serão operadas dentro dos limites de voltagem e amperagem recomendadas para cada tipo e tamanho de eletrodo, e classe de solda a efetuar.

Tanto os cabos elétricos de alimentação de grupo moto-gerador, como os cabos alimentadores dos porta-eletrodos deverão ser flexíveis e dimensionados para o trabalho ao ar livre.

O comprimento máximo do cabo de porta-eletrodos será de 45 metros e a do cabo de terra 15 metros. Todos os cabos deverão ser do mesmo tipo.

Os grampos de terra serão projetados e instalados de tal modo a evitar qualquer “arco” entre o cabo terminal de terra e a tubulação ou peça a soldar.

Qualquer equipamento de solda que não esteja em boas condições mecânicas ou elétricas será afastado do trabalho até que seja

satisfatoriamente reparado; tais equipamentos não voltarão ao serviço até que sejam verificados e aprovados pela CESAMA.

➤ **Qualificação do processo de soldagem**

Antes do início das operações de soldagem, deverá ser apresentada à CESAMA, descrição pormenorizada dos processos de soldagem que serão adotados, os quais deverão estar de acordo com os requerimentos da AWS Standard “Qualification of Welding Procedures and Welders for Piping and Tubing”, (AWS D10-9-69), Sec. 204 (exceto parágrafo C) para solda de topo ou Sec. 206 para solda de filete, ou seção IX da ASME – American Society of Mechanical Engineerings, ou ABNT P-MB-262.

A qualificação dos processos de soldagem será feita por laboratórios especializados, indicados pela CESAMA, através do exame de corpos de prova; os testes deverão ser executados no campo, sob condições de trabalho.

Os corpos de prova serão fornecidos, em todos os casos, nas quantidades que forem necessárias, e executados na presença da CESAMA. As provas poderão ser repetidas em qualquer fase dos trabalhos, sempre que a CESAMA julgar necessário.

A qualificação não impede que seja mudado o processo de soldagem, contanto que este seja submetido à nova aprovação.

Sendo comprovadamente deficiente o processo de soldagem, a CESAMA exigirá a adoção de outro, mais eficiente.

➤ **Teste e Qualificação dos Soldadores**



O procedimento para testes e qualificação dos soldadores, deverá estar de acordo com os requerimentos da AWS Standard “Qualification of Welding Procedures and Welders for Piping and Tubing”, (AWS D10-9-69). Sec. 305 (exceto parágrafo C) para solda de topo, ou Sec. 307 para solda de filete, ou Sec. IX da ASME – American Society of Mechanical Engineerings, ou ABNT P-MB-262.

Somente será permitido à CONTRATADA utilizar os soldadores que, submetidos a testes acompanhados pela CESAMA, sejam julgados qualificados para o serviço de soldagem de tubulação.

As despesas com os testes, bem como os materiais e equipamentos, inclusive chapas, correrão por conta da CONTRATADA.

Os certificados de qualificação de soldador serão emitidos pela CESAMA.

Exigir-se-á de cada soldador os testes de solda previstos na norma AWS, realizados em chapas com espessura e especificação idênticas aos tubos que serão usados na obra. Deverão ser usados também a mesma classe de eletrodos e a operação se dará nas mesmas condições previstas para a obra.

Antes de iniciar o teste será permitido ao soldador dispor de um tempo razoável para ajustar a máquina de solda. Durante o teste se julgará a habilidade do soldador no cumprimento das normas estabelecidas nestas especificações.

As chapas soldadas serão inspecionadas visualmente logo após a conclusão da solda, e antes dos testes mecânicos ou radiográficos, sendo que os defeitos porventura existentes deverão estar dentro dos limites estipulados nas normas utilizadas. Caso contrário o soldador será desqualificado.

Os soldadores que não obtiverem aprovação nos testes não poderão trabalhar na soldagem da linha.



➤ Condições para Soldagem

A soldagem não será permitida quando o tempo não oferecer condições satisfatórias, tais como: umidade excessiva do ar, poeira, ventos fortes, enfim, condições que possam afetar a boa qualidade da solda.

As superfícies a serem soldadas em hipótese alguma poderão apresentar-se molhadas.

Durante períodos de chuva em que seja impossível paralisar os serviços, tanto a superfície a ser soldada como o soldador deverão estar abrigados. A CONTRATADA deverá proporcionar a cobertura conveniente e aprovada pela CESAMA.

A CESAMA decidirá se as condições atmosféricas estão adequadas à soldagem.

Quando a temperatura ambiente estiver abaixo de 16°C, haverá necessidade de pré-aquecimento da junta a ser soldada, independente da sua espessura, até uma temperatura de pelo menos 50°C.

Quando a qualificação do processo exigir alívio de tensões, pré-aquecimento, ou ambos, estas determinações deverão ser cumpridas na forma estabelecida pelas normas utilizadas.

➤ Preparação da Peças

Todas as superfícies a serem soldadas deverão estar sempre livres de óleo, ferrugem, umidade, graxa, terra, tinta, ou outros corpos estranhos que possam comprometer a boa qualidade da solda.

A limpeza deverá ser feita utilizando-se trapos limpos saturados com lixívia ou outro meio adequado, sendo vetado o uso de querosene ou solventes mais pesados à base de petróleo.

Deverão ser colocadas passadeiras de borracha ou lona no interior dos tubos durante as operações de solda e revestimento das juntas, a fim de proteger o revestimento interno da tubulação.

➤ **Alinhamento e Espaçamento**

Os biséis dos tubos devem ser inspecionados quanto a amassamentos ou outros fatores prejudiciais, e, se porventura estiverem danificados a ponto de não se obter contato satisfatório para execução de uma perfeita soldagem, a extremidade do tubo será cortada e rechanfrada com máquina apropriada.

Os reparos dos biséis danificados durante a manipulação, transporte ou alinhamento sob responsabilidade da CONTRATADA, correrão por sua conta.

Os cortes que se fizerem necessários para a montagem das tubulações e confecções das curvas serão executadas no campo pela CONTRATADA, por pessoal experiente e qualificado. A traçagem do local a ser cortado deverá ser feita com precisão, utilizando-se das técnicas adequadas a cada caso. Deverá ser verificada a tolerância exigida e as necessidades de acerto das bordas cortadas e seu preparo para a solda, quais sejam a execução de biséis e aparelhamento da borda.

O operador da máquina de corte trabalhará segundo o traçado executado, de maneira segura, com o mínimo de desvios evitando-se assim perdas desnecessárias de tempo e material. O método de corte deverá ser adequado à espessura da chapa a ser trabalhada.

Após completada a limpeza, as extremidades dos tubos devem ser cuidadosamente alinhadas de modo que a solda seja executada

perpendicularmente ao eixo dos tubos, e conservadas na posição durante a soldagem, de forma a permitir penetração total.

A fim de assegurar o perfeito alinhamento das tubulações aconselha-se o uso de acopladeiras.

Deve ser mantido um espaçamento mínimo entre tubos de 1,6 mm (1/16") e máximo de 3,2 mm (1/8"), antes de ser realizado o primeiro passe de solda, de modo a garantir penetração completa da solda.

Havendo excentricidade dos tubos, ou variação na espessura de parede, deve-se preparar uma adequada ajustagem, de modo a repartir as diferenças e minimizar os resultados que em nenhum caso poderá ser superior a 1/16".

A correção de ovalização só poderá ser feita por meio mecânico quando exceder os limites previstos nas especificações dos tubos. Extremidades ou bisel com vestígio de correção feita indevidamente, deverá ser eliminada.

Nas tubulações com costura longitudinal, as juntas deverão ser giradas, para evitar-se a coincidência de duas costuras consecutivas de tal sorte que todas fiquem na parte superior dos tubos, à 30 graus para cada lado da geratriz superior.

Os tubos que apresentarem defeitos de laminação, entalhes e outras condições precárias deverão ser eliminadas por corte de seção do tubo.

Mossas causadas por compressão que ultrapassem em profundidade 2% do diâmetro nominal, deverão ser eliminadas por corte de seção do tubo.

➤ Método de Soldagem e Qualidade das Soldas

A soldagem dos tubos deverá ser executada de modo que a circunferência seja completada pelo trabalho simultâneo de dois soldadores no mínimo.



Estando os tubos posicionados para solda com a utilização de acopladeira adequada, aplica-se o primeiro cordão de solda, o qual deverá ser concluído totalmente antes de movimentar-se o equipamento de sustentação ou retirar-se a acopladeira.

Depois de iniciada a soldagem e até que a junção esteja completa, os movimentos, choques, vibrações, tensões, etc., deverão ser evitados de maneira a não quebrar ou trincar a solda.

Imediatamente após o primeiro passe, deverá ser dado o segundo passe ("hot pass") e, em seguida, os demais cordões de solda. O acabamento de cada solda deverá ser feito, no máximo, 50 horas após o segundo passe, até que toda circunferência dos tubos esteja completamente soldada.

A altura máxima de qualquer cordão de solda não deve exceder de $1/8"$. As soldas completas deverão ter um reforço mínimo de $1/32"$, interno e externamente ao tubo, e máxima de $1/16"$.

A largura desse reforço deve ser aproximadamente $1/8"$ maior que a largura original do entalhe da solda.

O número total de passes, em função da espessura dos tubos deverá ser de conformidade com os requisitos da norma AWS.

A cada interrupção da soldagem (como troca de eletrodo), toda a escória deverá ser cuidadosamente removida da zona a ser soldada. Além disso as depressões ocasionadas pela parada da solda deverão ser esmerilhadas de modo a evitar defeitos no próximo passe.

O passe de raiz deverá ser limpo por esmeril apropriado para remover mordeduras, superfícies grosseiras e outros defeitos. Os demais passes podem ser limpos por escova elétrica.



Qualquer cordão de solda interrompido, ao ser retomado, exigirá que o princípio do novo cordão derreta completamente o material do final do cordão anterior, a fim de evitar a ocorrência de quaisquer descontinuidades.

As soldagens julgadas defeituosas deverão ser refeitas e sem custo adicional para a CESAMA.

Não será permitida a movimentação de seções de tubos até que as soldas estejam suficientemente frias (temperatura tolerável ao tato).

Não podem ser coincidentes os pontos de início e término de passes de solda consecutivos. O espaçamento entre estes pontos deverá ser no mínimo 50 mm (2").

O soldador não poderá testar o eletrodo ou corrente sobre a tubulação.

A CESAMA examinará o acabamento das juntas antes da inspeção radiográfica ou ultra-sônica, podendo exigir seu esmerilhamento total ou parcial, para evitar más interpretações de qualidade. Poderá exigir também passes de solda adicionais, ou parte dos passes.

A numeração consecutiva das soldas deverá ser feita em conjunto pelo inspetor de solda e o encarregado da CONTRATADA, registrando-se no diário de obras a quantidade exata de cada dia.

Para fácil e exata localização da junta, a indicação deverá constar do número da junta em relação à estaca.

Cada soldador deverá receber um número designado pela CONTRATADA. Os soldadores que realizarem o primeiro e o segundo passes devem escrever seus números de identificação a giz no lado em que estiverem trabalhando. Os soldadores de acabamento deverão escrever seus números logo abaixo.

Não será permitido puncionamento para identificação. Cada seção de tubulação soldada deverá ter as suas extremidades permanentemente



seladas por meio de tampões de madeira para evitar-se a entrada de animais, água e qualquer outra obstrução que possa interferir na limpeza final, e assim permanecer até que sejam executadas as ligações definitivas das referidas seções.

A extremidade da tubulação que estiver sendo soldada deverá ser, ao término do dia, tamponada. Os tampões utilizados devem vedar eficientemente as extremidades.

➤ **Cortes na Tubulação**

Os cortes que se fizerem necessários para a montagem das tubulações serão executados por pessoal experiente e qualificado.

Sendo necessários, cuidados especiais deverão ser tomados para que não ocorram danos nos revestimentos internos ou externos, devendo ser removida toda a escória e feito novo bisel dentro dos padrões estabelecidos. A superfície acabada deve apresentar-se perfeitamente lisa.

Para os cortes oxi-acetilênicos, deverá haver no canteiro conjunto adequado de maçarico de corte, sendo vedado o uso de gerador de gás.

Após o corte, será feito o biselamento da extremidade, de acordo com o projeto por processo mecânico ou manual, desde que aprovado pela CESAMA.

Ficará a cargo da CESAMA a aprovação dos métodos de corte de tubos e do respectivo equipamento utilizado pela CONTRATADA.

Não será permitido eletrodo de corte para extinção de defeitos.

Para extinção de defeitos e preparo do local a reparar somente será aceito esmeril apropriado.



➤ Inspeção e Testes não Descritivos de Soldas

Todas as soldas efetuadas no campo deverão ser submetidas pela CESAMA à inspeção visual e testes para obtenção de um serviço de soldagem adequado e executado dentro de padrão uniforme.

As soldas serão inspecionadas visualmente a olho nu e/ou com auxílio de lupa, a fim de ser detectados defeitos tais como:

- Porosidade no cordão de solda;
- Trincas na cratera;
- Trincas superficiais no cordão;
- Mordeduras.

As soldas serão testadas por processos não destrutivos de acordo com o descrito a seguir:

- 1 Os três primeiros tubos ou peças de aço soldados entre si deverão ter as soldas controladas 100% por radiografias e ultra-som. Caso se conclua que o serviço está em condição aceitável poderá ser usado o seguinte esquema no controle de soldas, a critério da CESAMA.

- Ultra-som: 100%.
- Radiografias – nos cruzamentos de soldas e nos locais indicados pelo ultra-som como duvidosos.
- Líquido Penetrante no passe de raiz e na goivagem para o passe de selagem.

- Testes Radiográficos

- Deverão ser realizadas por firma especializada contratada pela CESAMA.



- Por ocasião da inspeção, serão assinalados, nas tubulações soldadas, os pontos defeituosos, sendo os laudos encaminhados à CONTRATADA para as providências cabíveis. Somente poderão ser revestidas as juntas que forem aprovadas pela CESAMA.
- As especificações referentes à qualidade radiográfica são as mencionadas no código ASME, Seção VIII, UW-5152 e ASTM E-142. O nível de qualidade radiográfica 2-2T. Quando for usado penetrômetro DIN-54109-62, pede-se BZ-10 e BZ-14 – Penetrômetro DIN 10/16– categoria 2. As radiografias deverão apresentar uma densidade H.E.D. entre 1,5 e 2,5 sobre a imagem da solda.
- As radiografias deverão ser reveladas em câmara escura instalada no canteiro de obras, imediatamente após as suas tomadas.
- As técnicas de escolha da revelação, manuseio, etc., do filme, serão as mencionadas em “Práticas Experimentais Recomendadas para o Teste Radiográfico”, ASME-E-94-62-T.
- As radiografias serão identificadas conforme normalização da CESAMA e deverão apresentar:
 - a) Identificação da obra e do trecho.
 - b) Indicação da junta, referindo-se aos números dos tubos.
 - c) Posição da chapa na junta.
 - d) Número indicativo do soldador.
 - e) Estaca ou quilômetro da tubulação.

OBSERVAÇÃO: A referência para a posição da chapa na junta será sempre a geratriz superior do tubo. Em relação a quem olha a tubulação de montante para jusante, a numeração da chapa se faz no sentido horário.

A aprovação da solda se vincula aos critérios previstos no código ASME – Seção VIII.



A radiografia de reparo da solda deverá ser debitada ao CONSTRUTOR.

Deverão ser observadas as regras de segurança, exigidas durante a inspeção, com relação ao pessoal da obra.

O CONSTRUTOR deverá fornecer a assistência necessária e facilitar o acesso e a execução.

Todos os cordões de solda deverão ser marcados temporariamente e permanentemente, antes e depois de efetuados os testes.

A marcação temporária deverá ser feita a “giz”. Após a conclusão da solda e dos testes (quando for o caso) far-se-á a marcação permanente dos números dos soldadores, quilômetros, tipo de teste, e qualquer outra indicação estabelecida pela CESAMA. Esta demarcação será feita com “primer” compatível com o revestimento externo utilizado.

Qualquer solda que não possua marcação completa conforme o item anterior, poderá, a critério da CESAMA, ser retirada da linha e substituída às expensas da CONTRATADA. Os filmes radiográficos deverão levar esta marcação em posição que não comprometa a sua análise pela CESAMA.

- Testes Ultra-sônicos

- Serão executados conforme as normas referentes a “Welded and Railway Bridges” Apêndice “C”, “Ultrasoning Testing of Groove Welds”, Seção VII, da ASME e norma DIN-54120. Estes testes deverão ser realizados por firma especializada.
- O equipamento de ultra-som a ser usado deverá ser específico para a finalidade, podendo a sua frequência variar de 2 a 4 megahertz.

- Os corpos de prova necessários à calibração do equipamento serão feitos de material idêntico ao usado nas instalações.
- Tanto o cabeçote (transdutor) receptor, como o emissor, deverão adaptar-se perfeitamente às superfícies curvas do tubo. Deve-se prever, para cada diâmetro, cabeçote adequado e que cubra uma área mínima de contato de 1/2" (meia polegada).
- A fonte de alimentação do equipamento de ultra-som deverá ser provida de estabilizador de tensão. Rejeitar-se-á estabilizador que distorça as ondas de um oscilógrafo.
- O equipamento deverá também possibilitar a alimentação por dispositivos:
 - Régua de localização de defeitos para ser montada no cabeçote (transdutor).
 - Corpo padrão internacional, para calibragem do aparelho, em conjunto com o cabeçote emissor-receptor.
 - Sistema de alarme de detecção de defeito, embutido no monitor.
- Os critérios para aceitação ou rejeição das juntas analisadas com ultra-som são os seguintes:
 - Máxima reflexão: deverá ser rejeitada qualquer descontinuidade do aço que ultrapassar os índices de tabela C2 das normas WHRB.
 - Mínima reflexão: deverá ser rejeitada qualquer descontinuidade que exceda, em comprimento, 2" (duas polegadas) dos padrões da Tabela C2.
- A superfície do contato do cabeçote ultra-sônico deverá ser lisa, isenta de tintas, respingos de solda ou escória. Como meio uniformizador do contato, entre o cabeçote e a superfície a ser testada, deverá ser usada água, preferencialmente; quando se usar graxa ou óleos, cuidados especiais serão exigidos, na limpeza posterior



da tubulação, para possibilitar a aderência do “primer” e do revestimento.

- O corpo de prova para calibração do analisador ultrassônico deverá acompanhar o instrumento, conservado imerso em querosene. Cada operador deverá ajustar o equipamento ao assumir o serviço, aferindo-se com o corpo de prova. Igual cuidado será tomado após mudanças de materiais ou variações de tensões ou trocas de onda da emissão.
- A cada junta submetida a controle corresponderá uma ficha com laudo de inspeção, sendo identificada a sua posição, ao longo do caminhamento, amarrada a uma referência bem definida, incluindo a identificação do soldador e do inspetor.
- Defeitos notáveis, apresentados no ecograma, serão mostrados em fotografias, juntamente com o laudo.
- As juntas defeituosas, assinaladas pela inspeção deverão ser reparadas às expensas do CONSTRUTOR. Após os reparos, as juntas sofrerão nova análise ultrassônica, sem ônus para a CESAMA.

C – Revestimentos

No campo, o revestimento se restringirá às juntas soldadas eventuais reparos no revestimento original.

Toda a execução dos serviços de revestimento no campo deverá ser efetuada utilizando-se mão-de-obra específica, com experiência e capacidade comprovadas.

Na execução de tais serviços, cuidados especiais deverão ser tomados, visando a integridade física dos operários, que deverão estar protegidos contra queimaduras, gases e contato direto com lâ de vidro.



A CONTRATADA deverá possuir equipamento adequado para manuseio dos materiais e para a exaustão da fumaça e gases do interior das tubulações.

Deverão ser colocadas passareiras no interior dos tubos, quando da execução do revestimento interno, a fim de não ser danificado o revestimento da fábrica.

Nenhum revestimento deverá ser aplicado quando a umidade relativa do ambiente for maior que 85% (oitenta e cinco por cento).

➤ **Revestimento Interno de Juntas Soldadas no Campo**

- **Aplicação do Coal-Tar-Enamel**

O revestimento interno das juntas soldadas, executadas no campo, quer seja em tubulação enterrada ou aérea será feita basicamente com aplicação de esmalte “coal-tar-enamel”, segundo as prescrições contidas na presente Especificação.

Os serviços estarão sujeitos à inspeção para medida de espessura de revestimento, e serão submetidos a testes para detecção de falhas eventuais que, se constatadas, deverão ser reparadas de imediato, sem ônus para a CESAMA.

Deverá ser feita a limpeza interna da tubulação após concluídos os trabalhos de revestimento.

O revestimento interno das juntas será executado de conformidade com a seqüência de serviços descrita a seguir:

- **Preparação de Superfície**

Deverá inicialmente ser removida toda graxa, detritos, etc., utilizando-se de limpeza manual com solvente adequado (xilol). Todas as rebarbas e respingos de solda deverão ser removidos e as soldas deverão ser desbastadas, eliminando-se eventuais saliências.

A limpeza final da superfície deverá ser executada com jato abrasivo (areia seca ou gramalha de aço) ao metal quase branco, segundo a norma SSPC-SP-5.

A aplicação do Primer, conforme adiante especificado deverá ser iniciada imediatamente após o jateamento e sempre na mesma jornada de trabalho.

- Aplicação do Primer

Deverá satisfazer à norma AWWA-C-203/78, tipo B, de secagem a ar, à base de borracha clorada com plastificantes, permitindo-se aplicação a frio, por meio de pincel ou pistola. O Primer deverá produzir uma liga apropriada e eficiente entre o metal e o revestimento subsequente de esmalte betuminoso.

Ocorrendo baixa temperatura ambiente, ou se houver umidade sobre a área a ser revestida, aquecer-se-á esta superfície a uma temperatura entre 30 e 40 graus centígrados para secagem.

Quando a tinta já estiver seca e o pincel aquecido, o tubo deverá ser cuidadosamente espanado para tirar a poeira, sujeiras, corpos estranhos, etc., pouco antes da aplicação do piche. Serão permitidos o uso de espanadores, sopradores e esponjas limpas. Panos sujos, empoeirados, contaminados, etc., não serão permitidos.

Quaisquer danos causados às superfícies, já com a tinta aplicada, devem ser reparados manualmente, deixando curar novamente para, em seguida, aplicar o piche. Este não pode ser aplicado sob condições atmosféricas adversas, ou seja: chuva, nevoeiro, alto grau de umidade.



Não deve decorrer intervalo de tempo maior que o especificado pelo Fabricante do esmalte de alcatrão de hulha, entre o fim da aplicação do Primer e o início da aplicação do esmalte.

Ocorrendo tal fato, nova aplicação será indispensável, podendo, na dependência do tempo decorrido, ser necessário novo jateamento da superfície.

- Aplicação do Esmalte

O esmalte “coal-tar-enamel”, à base de alcatrão de hulha do tipo I, prescrito na Norma AWWA C-203/79, deverá ser aplicado derretido, em demão única, à temperatura indicada pelo fabricante, formando uma camada com espessura de 2,4 +/- 0,5 milímetros, com acabamento liso, uniforme, e sem descontinuidade entre o trecho revestido e as camadas dos trechos adjacentes. A aprovação do material especificado neste item basear-se-á nos métodos de ensaio e requisitos de ensaio e requisitos da Norma ASTM - D - 388.

Os testes de aderência e de qualidade mecânica do esmalte definirão a melhor temperatura, dentro da faixa indicada a ser adotada para toda a partida de esmalte testado.

Para abastecer as caldeiras, o piche de carvão ou esmalte, deve ser quebrado em pedaços nunca maiores que 10 kg sobre uma plataforma de madeira adequada ou sobre chapas de tambores usados, devidamente acondicionados, de forma que não sofra contaminações nem contatos com umidade. Caso não seja usado imediatamente deve-se cobri-lo com encerados plásticos ou outros impermeáveis para evitar que se contamine com materiais estranhos.

O piche deve ser aquecido cuidadosa e lentamente, até atingir a temperatura adequada de aplicação.



Se num prazo máximo de 8 horas, após o início do aquecimento, não se tenha usado o piche, este deverá ser drenado da caldeira para recipientes limpos ou depressões do terreno, forrado com folhas metálicas, de forma a evitar sua contaminação. Uma vez solidificado poder-se-á reutilizá-lo, na proporção de uma parte deste para nove do piche novo.

A carga deverá ser totalmente utilizada antes da nova recarga do equipamento, não se permitindo complementação em meio às operações.

Permitir-se-á que, na nova carga do equipamento, se aproveitem 10% da sobra de esmalte de operações anteriores, que tenha permanecido no equipamento de derretimento.

Não serão aproveitadas sobras que tenham entrado em contato com o solo.

O esmalte será aplicado nas condições ambientais estabelecidas para aplicação do Primer.

Todas as caldeiras devem ser cuidadosamente limpas antes do carregamento e todos os traços de piche velho ou coque, óleo e outros materiais estranhos, devem ser completamente removidos.

As caldeiras para derretimento do esmalte de alcatrão de hulha deverão ser deslocáveis, providas de tampa, agitadores mecânicos, controle termostático de temperatura, termômetros, filtros e maçaricos, com capacidade mínima para o trabalho de oito horas no campo, e com acessórios de combate a incêndio.

Os termômetros podem ser de mostrador mas com uma faixa suficiente para indicar qualquer temperatura que se possa desenvolver durante o período de aquecimento.

Os termômetros devem estar imersos no piche até 0,10 m do fundo da caldeira. Cada caldeira deverá estar equipada com termômetros de imersão, sendo um fixo (mostrador circular) e outro destacável (de coluna).

A temperatura na caldeira deve ser controlada de 15 em 15 minutos.

Os caldeirões portáteis deverão ser termicamente revestidos com “bico de pato” para aplicação externa do esmalte derretido, com capacidade mínima para 20 quilogramas de carga útil.

Tanto o “Primer” como o esmalte betuminoso deverão ser de um mesmo fabricante.

- Inspeções e Testes

O revestimento interno das juntas de campo será rigorosamente inspecionado e submetido a testes pela CESAMA.

Além do teste de aderência já mencionado deverá ser verificada a espessura do revestimento utilizando-se o “pit-gage” ou “Elcometer”, ou outro aparelho similar.

A descontinuidade do revestimento será verificada através do detector elétrico de falhas (“holiday detector”), do tipo “baixa corrente/alta tensão”.

A voltagem de operação do detector deverá ser de aproximadamente 2400 volts para cada 1/32” (um trinta e dois avos de polegada) de espessura de revestimento.

Um trecho contínuo será considerado livre de falhas (gretas, bolhas, furos, etc.) quando duas passadas do detector elétrico assim o indiquem.

- Reparos



A execução de eventuais reparos deverá atender às especificações descritas para o revestimento das juntas das tubulações, quanto à preparação das superfícies e quanto ao procedimento. É preciso, entretanto que o processo utilizado seja o mesmo do revestimento original.

➤ **Revestimento Externo de Juntas Soldadas no Campo – Tubulações Enterradas**

- **Procedimento**

O revestimento interno das juntas deverá ser executado em obediência à sequência de serviços a seguir descritos:

- **Preparo da Superfície**

Conforme indicado para o revestimento interno (SSPC-SP-5) jato abrasivo ao metal quase branco.

- **Aplicação do Primer**

Conforme indicado para o revestimento interno (uma demão, a frio, de primer tipo B, AWWA C-203/78, à base de borracha clorada com plastificantes).

- **Aplicação de Esmalte**

Conforme indicado para revestimento interno (uma demão, a quente, de esmalte, “coal-tar-enamel”, à base de alcatrão da hulha, do tipo I, prescrito na norma AWWA-C-203/78, com espessura de 2,4 +/- 0,5 mm).

- Aplicação do Lençol de Fibra de Vidro

O lençol de fibra de vidro deverá ser reforçado, fino, flexível, uniforme, composto de fibras de vidro de estrutura porosa, ligadas por resinas de pega térmica, que combinem com o esmalte betuminoso quente.

Durante o processo de assentamento, ou depois dele, não poderá haver desligamento de nenhuma fibra de vidro.

A superposição das margens deve ser de 1/2", e o envoltório de lã de vidro deve ficar isento de rugas, bolsas de ar, etc. Todas as superposições nas extremidades devem ficar fixadas com piche quente.

O lençol deverá ser suficientemente poroso para permitir, durante a sua aplicação sobre a superfície do tubo, a infiltração de esmalte betuminoso entre as suas fibras.

Para favorecer a impregnação do betume, deve-se pressionar convenientemente o lençol.

Sua espessura será de mais ou menos 0,46 mm. O lençol de fibra de vidro deverá obedecer às normas ASTM dos números D-76 e D-146.

- Aplicação do Feltro de Linter-Celulose

O feltro de linter-celulose deverá obedecer à norma ASTM-D-227 e ser posteriormente saturado com esmalte betuminoso destinado para produzir no feltro acabado as seguintes características:

A superfície deverá ser livre de defeitos e não ser pegajosa quando desenrolada a uma temperatura de 36 graus centígrados, em obediência às condições do teste ASTM-D-146.



O feltro deverá ser fornecido em bobinas, com peso de 0,5 a 0,7 kg/m², resistência longitudinal à ruptura correspondente a 12 kgf/cm e resistência transversal mínima de 4,5 kgf/cm conforme teste ASTM-D-146.

A cinta de feltro deverá ser aplicada bem esticada sobre a superfície do tubo, lançando-se o esmalte betuminoso derretido entre as diversas camadas. Termina-se o enrolamento da superfície com, no mínimo, mais três voltas, de 30 centímetros de largura, sobre a parte superior da tubulação.

- Caiação

O revestimento externo deverá receber caiação, principalmente quando o tubo for permanecer estocado por longo tempo. Esta caiação deverá ter a composição conforme a norma AWWA-C-203/78.

- Inspeção e Testes

Após a aplicação do revestimento externo das juntas das tubulações e logo que haja condições, a CESAMA efetuará a medida de sua espessura utilizando o “pit-gage” ou o “Elcometer”, ou outro aparelho similar.

A continuidade do revestimento será verificada através do detector elétrico de falhas (“holiday detector”), do tipo “baixa corrente/alta tensão”. A voltagem de operação do detector deverá ser de aproximadamente, 2400 volts para 1/32” de espessura de revestimento.

Um trecho contínuo será considerado livre de falhas (gretas, bolhas, furos, etc.) quando duas passadas do detector elétrico o indiquem.

O revestimento de fábrica deverá ser submetido a nova inspeção com o detector de falhas, antes do abaixamento da tubulação na vala. Qualquer defeito deverá ser imediatamente corrigido.



➤ Pintura Protetora Anticorrosiva

Nas juntas de solda das tubulações aéreas de aço será aplicada externamente a pintura protetora anticorrosiva.

A CONTRATADA deverá dispor de todo o equipamento necessário para os serviços de preparo das superfícies e aplicação da pintura os quais deverão ser feitos por pessoal de experiência e capacidade comprovada.

- Preparação das Superfícies

As superfícies a serem pintadas deverão estar completamente isentas de quaisquer elementos que possam acarretar a falha prematura da pintura tais como: óleo, graxa, ferrugem, escória e respingos de solda, vestígios de pintura velha, contaminadas que provoquem corrosão tais como umidade e sais de cloro e de enxofre.

As rebarbas e respingos de solda deverão ser removidos e as soldas deverão ser desbastadas, eliminando-se eventuais saliências.

Solventes adequados deverão ser usados para remover óleo, graxa e outros contaminadores antes do início de qualquer limpeza mecânica. Panos limpos e solventes deverão ser usados a fim de evitar a permanência de uma película contaminante na superfície.

A limpeza final da superfície deverá ser executada com jato abrasivo (areia seca ou granalha de aço) ao metal quase branco, segundo a norma SSPEC-SP-5.

O preparo e pintura deverão ser programados de tal modo que o pó ou outros resíduos provenientes das operações de limpeza não caiam sobre as superfícies já pintadas.



Se alguma oxidação formar-se depois da limpeza, antes da aplicação do “primer”, a superfície deverá ser novamente jateada.

A aplicação do Primer, conforme adiante especificado, deverá ser iniciada imediatamente após o jateamento e sempre na mesma jornada de trabalho.

- Condições Atmosféricas durante o Preparo das Superfícies

De um modo geral, o preparo das superfícies somente deverá ser executado quando a temperatura das respectivas superfícies metálicas for menos de 3° C acima do ponto de orvalho e estado higrométrico segundo as recomendações do fabricante da tinta.

No período em que estiver sendo efetuado o preparo da superfície e pintura, a CONTRATADA deverá fornecer à CESAMA, relatórios diários com as seguintes informações:

- Temperatura do ar °C
- Umidade relativa % (Estado higrométrico)
- Temperatura da superfície a ser pintada
- Ponto de condensação °C

- Aplicação de Pintura

A proteção anticorrosiva deverá ser aplicada por pessoal treinado e especializado, obedecendo rigorosamente os processo e métodos de aplicação a seguir especificados e as recomendações do fabricante das tintas.

A superfície limpa com jato de areia deverá ser protegida com duas demãos de primer zarcão alquídico, com espessura mínima de 30 micras na película seca por demão, aplicadas à trincha. Após a secagem da tinta primária será aplicada também à trincha duas demãos de esmalte fenólico pigmentado com alumínio, numa espessura mínima de 30 micras por demão.

As demãos de tinta deverão ser aplicadas de forma cruzada, alternando-se a direção de aplicação, cobrindo cerca de 5 (cinco) milímetros pintura de fábrica.

O tempo de secagem entre a aplicação de duas demãos subseqüentes deverá ser observado de acordo com as características das tintas a serem utilizadas.

O preparo das tintas deverá ser feito prevendo-se sua total utilização no período máximo de 24 horas. Após este período as tintas preparadas não mais poderão ser utilizadas.

Entre as demãos consecutivas de tinta, imediatamente antes da aplicação da demão subseqüente, a superfície já pintada deverá estar isenta de poeira, óleo, graxa e qualquer umidade, de modo a permitir a perfeita aderência entre as camadas de tinta.

Após a montagem final da tubulação, a CONTRATADA deverá providenciar a pintura de acabamento final dos tubos, peças, aparelhos de apoio, etc. Este procedimento tem por finalidade proporcionar um acabamento uniforme da pintura.

A pintura de acabamento deverá apresentar-se isenta de bolhas, poros, rugosidade e marcas de escovas.

Quando for inevitável o contato manual com as superfícies já preparadas, os operários correspondentes deverão usar luvas, pois, o suor é prejudicial à aderência.

As tintas primárias e de acabamento deverão ser de um mesmo fabricante.

- Inspeção e Testes

Para a pintura de proteção da tubulação aérea será verificada a espessura da película através de aparelho de medição (Microtest e Elcometer). A aderência



do primer e da tinta de acabamento será testada de acordo com a MB-985, sendo um teste por junta, com padrão de aceitabilidade grau 2.

- Reparos

Se a pintura de proteção anticorrosiva sofrer danos durante o transporte na obra ou montagem, as superfícies danificadas deverão ser jateadas e novamente pintadas, conforme prescrito nestas especificações, sem ônus para a CESAMA. O método utilizado no reparo deverá ser o mesmo da pintura original.

4.4.3. ASSENTAMENTO TUBO FERRO FUNDIDO

Para o assentamento da tubulação em ferro fundido devem ser feitas as seguintes etapas mínimas:

- Antes de iniciar o assentamento dos tubos, o fundo da vala deve estar uniforme e regularizado;
- Transportar, com auxílio da retroescavadeira, o tubo para dentro da vala, com cuidado para não danificar a peça (deve-se impedir o arrasto dos tubos no solo);
- Limpar o anel, a ponta e a bolsa dos tubos;
- Colocar o anel na bolsa e, posteriormente, aplicar a pasta lubrificante na ponta do tubo e na parte aparente do anel;
- Após o posicionamento correto da ponta do tubo a ser acoplado junto à bolsa do tubo já assentado, realizar o encaixe, com o auxílio da retroescavadeira, empurrando o tubo e deixando folga adequada para permitir pequenos movimentos;
- Deve-se verificar o alinhamento da tubulação;
- O sentido de montagem dos trechos deve ser, de preferência, no sentido das pontas dos tubos para as bolsas, ou seja, cada tubo assentado deve ter como extremidade livre uma bolsa, onde deve ser acoplada a ponta do tubo subsequente.



4.5. ESTRUTURAS DE CONCRETO (ITEM 5 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)

4.5.1. CONCRETO FCK=20 MPA, PREPARO MECÂNICO (ITEM 5.3 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)

Materiais e equipamentos necessários:

- Cimento Portland composto CP II-32;
- Areia média - areia média úmida, com coeficiente de inchamento de 1,35, pronta para o uso;
- Brita 1 - agregado graúdo com dimensão granulométrica entre 9,5 e 19 mm e que atenda à norma ABNT NBR 721;
- Betoneira: capacidade nominal 400 l, capacidade de mistura 280 l, motor elétrico trifásico, potência de 2 CV, sem carregador.

O traço apresentado é apenas indicativo. Para que seja atingida a resistência característica de 20 MPa aos 28 dias de idade deve ser efetuado estudo de dosagem, sendo o traço ajustado em função da natureza dos materiais efetivamente disponíveis na região da obra.

Para a sua execução, deve ser consideradas as seguintes etapas:

- Lançar parte da água e todo agregado na betoneira, colocando-a em movimento;
- Lançar o cimento conforme dosagem indicada;
- Após algumas voltas da betoneira, lançar o restante da água;
- Respeitar o tempo mínimo de mistura indicado pela normalização técnica e/ou pelo fabricante do equipamento, permitindo a mistura homogênea de todos os materiais.

4.5.2. LANÇAMENTO E APLICAÇÃO DE CONCRETO (ITEM 5.4 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)

O concreto usinado é dosado na empresa prestadora de serviços de concretagem, transportado até o local da obra em caminhão betoneira e distribuído através de sistema de bombeamento.

A CONTRATADA deve notificar a FISCALIZAÇÃO no mínimo setenta e duas horas antes do lançamento do concreto, apresentando o plano de concretagem para aprovação.

A concretagem deve ser liberada após vistoria das formas, armações, espaçamento das pastilhas e equipamentos necessários à execução dos serviços. Devem ser encaminhados previamente para a FISCALIZAÇÃO os resultados dos testes que determinam a resistência para cada traço de concreto a ser utilizado, e a respectiva relação água / cimento.

O lançamento do concreto deve ser feito preferencialmente durante o dia, à temperatura ambiente, entre 10°C e 32°C. No caso de temperatura ambiente superior a 32° C, devem ser tomados cuidados especiais para se evitar a formação de "juntas-frias" devido a aceleração do início de pega do concreto.

Não deve ser feita a concretagem em caso de chuvas muito fortes. Quando a chuva se iniciar durante a operação de concretagem, a FISCALIZAÇÃO pode autorizar a continuação do trabalho, desde que não venha a prejudicar o concreto, removendo-se as partes afetadas pela chuva.

O uso de grandes extensões de canaletas ou calhas afuniladas para conduzir o concreto até as formas é permitido somente quando autorizado pela FISCALIZAÇÃO. Se esse sistema for adotado, e a qualidade do concreto ao chegar à forma e seu manuseio não forem satisfatórios, a FISCALIZAÇÃO pode vetar seu uso, substituindo esse método por outros adequados.

A altura máxima para lançamento do concreto deve ser de 1,50 m em peças com espessura de até 0,25 m e de 2,0 m para os demais casos.



Quanto ao adensamento do concreto, deverá ser feita por meio de vibração. O número e tipo de vibradores, bem como sua localização, devem constar do plano de concretagem.

O concreto deve ser lançado em camadas horizontais, nunca superiores a $\frac{3}{4}$ do comprimento da agulha dos vibradores, sendo logo em seguida submetido à ação destes.

A vibração deve ser feita com aparelhos de agulha de imersão, com frequência de 5.000 a 7.000 rpm, tomando-se o cuidado de não avariar as formas nem deslocar as armaduras.

A distância de imersão da agulha, entre um ponto e o sucessivo, não deve ser maior do que uma vez e meia o raio de ação da agulha empregada; a duração de cada vibração deve ser suficiente para a remoção do ar incorporado e a eliminação de vazios; findo esse tempo, a agulha deve ser retirada lentamente, para evitar a formação de vazios ou de bolsas de ar.

De modo algum a agulha do vibrador deve ser usada para empurrar ou deslocar o concreto nas formas. A agulha do vibrador deve, sempre, ser operada na posição vertical, devendo ser evitado o seu contato com a armadura e a introdução junto às formas.

4.5.2.1. ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA (ITEM 5.5 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)

Materiais necessários:

- Peças de aço CA-50 ou CA-60 conforme projeto, previamente cortadas e dobradas no canteiro;
- Arame recozido nº 18 BWG, diâmetro 1,25 mm;
- Espaçador de plástico industrializado circular para concreto armado.



Com as barras já cortadas e dobradas, executar a montagem da armadura, fixando as diversas partes com arame recozido, respeitando o projeto estrutural.

Após, dispor os espaçadores plásticos com afastamento de no máximo 50cm e amarrá-los à armadura de forma a garantir o cobrimento mínimo indicado em projeto.

Finalizando, posicionar a armadura na fôrma e fixá-la de modo que não apresente risco de deslocamento durante a concretagem.

A estocagem adequada do aço é fundamental para a manutenção de sua qualidade; assim, este deve ser colocado em local abrigado das intempéries, sobre estrados a 75 mm (no mínimo) do piso, ou a 300 mm (no mínimo) do terreno natural. O solo subjacente deve ser firme, com leve declividade e recoberto com camada de brita. Devem ser rejeitados os aços que se apresentarem em processo de corrosão, com redução na seção efetiva de sua área maior do que 10%.

O armazenamento deve ser feito separadamente para cada bitola. Devem também ser tomados cuidados para não torcer as barras, evitando-se a formação de dobras e o emaranhamento nos feixes recebidos.

As barras de aço devem apresentar homogeneidade geométrica, assim como isenção de defeitos prejudiciais, tais como: bolhas, fissuras, esfoliações, corrosão, graxa e lama aderente.

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

Os dobramentos das barras devem ser feitos obedecendo-se ao especificado na NBR 6118.



Na montagem das armaduras, deve ser observado o prescrito na NBR-6118. As armaduras devem ser montadas na posição indicada no projeto e de modo a se manterem firmes durante o lançamento do concreto, observando-se inalteradas as distâncias das barras entre si e das faces internas das formas.

Nas lajes, deve ser feita a amarração dos ferros em todos os cruzamentos, sendo que a montagem deve estar concluída antes do início da concretagem. O cobrimento das armaduras deve ser o especificado em projeto.

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

As armaduras, antes do início da concretagem, devem estar livres de contaminações, sendo qualquer material que, aderido às suas superfícies, prejudique a aderência entre o aço e o concreto.

4.5.3. FORMA EM CHAPA DE MADEIRA (ITEM 5.6 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)

Materiais e equipamentos necessários:

- Chapa de madeira compensada resinada para fôrma de concreto de 2,20x 1,10 m; e = 17 mm;
- Peça de madeira nativa 7,5 x 7,5 cm, não aparelhada, para fôrma;
- Peça de madeira nativa 2,5 x 7,0 cm, não aparelhada, sarrafo para fôrma;
- Pregos polidos com cabeça 17x21 (comprimento 48 mm, diâmetro 3 mm);
- Serra circular de bancada com motor elétrico, potência de 5 HP, para disco de diâmetro de 10" (250 mm).

Para a sua execução, devem ser seguidas as seguintes etapas:



- A partir dos projetos de fabricação de fôrmas, conferir as medidas e realizar o corte das chapas compensadas e peças de madeira não aparelhada. Em obediência ao projeto, observar perfeita marcação das posições dos cortes, utilizando trena metálica calibrada, esquadro de braços longos, transferidor mecânico ou marcador eletrônico de ângulo, etc;
- Com os sarrafos e pontaletes, montar a grelha de suporte da fôrma;
- Pregar a chapa compensada na grelha;
- Executar demais dispositivos de travamento do sistema de fôrmas, conforme projeto de fabricação;
- Fazer a marcação das faces para auxílio na montagem das fôrmas.

4.5.3.1. MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA (ITEM 5.7 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)

Etapas para execução:

- A partir dos eixos de referência considerados no projeto de estrutura, posicionar os gualdrões dos pés dos pilares, realizando medições e conferências com trena metálica, esquadros de braços longos, nível e outros dispositivos. Após fixar os gualdrões na laje com pregos de aço ou recursos equivalentes;
- Posicionar três faces da fôrma de pilar, cuidando para que fiquem solidarizadas no gualdrão;
- Fixar os aprumadores e conferir prumo, nível e ortogonalidade do conjunto usando esquadro metálico;
- Sobre a superfície limpa, aplicar desmoldante (desmoldante protetor para fôrmas de madeira, de base oleosa emulsionada em água) com broxa ou spray em toda a face interna da fôrma;
- Após posicionamento das armaduras e dos espaçadores, colocar a quarta face da fôrma de pilar e executar o



travamento com as vigas metálicas e as barras de ancoragem, espaçadas a cada 60cm, de modo a garantir as dimensões durante o lançamento do concreto;

- Conferir posicionamento, rigidez, estanqueidade e prumo da fôrma, introduzindo os contraventamentos previstos no projeto das fôrmas;
- Promover a retirada das fôrmas de acordo com o prazo indicado no projeto estrutural, somente quando o concreto atingir resistência suficiente para suportar as cargas, conforme NBR 14931:2004;
- Logo após a desfôrma, fazer a limpeza das peças e armazená-las de forma adequada para impedir o empenamento.

4.6. SERVIÇOS COMPLEMENTARES

4.6.1. PASSADIÇO DE MADEIRA PARA PEDESTRES

Devem ser utilizadas passagens temporárias nos cruzamentos de ruas, em frente de estacionamentos, garagens e outros locais onde seja necessário garantir o acesso de veículos e pedestres.

Os passadiços para pedestres devem ser executados com pranchões em madeira de lei, seção 250x50 mm, com guarda-corpo também em madeira de lei. Devem ser dimensionados em função do seu comprimento total e das cargas a que estarão submetidos.

Os passadiços não devem ter mais do que 30° de inclinação (NR-18) e quando esta for superior a 18° devem ser fixadas peças transversais, espaçadas de 0,40m no máximo, para apoio dos pés. Não devem existir ressalto entre o passadiço e o terreno.

4.6.2. TRAVESSIA METÁLICA PARA VEÍCULOS

Devem ser utilizadas passagens temporárias nos cruzamentos de ruas, em frente de estacionamentos, garagens e outros locais onde seja necessário garantir o acesso de veículos e pedestres.

Devem ser executados em chapas de aço 1020, espessura de 3/8" a 7/8", com a obrigatória fixação da mesma ao terreno.

4.6.3. LAVAGEM DE RUAS E LIMPEZA DE OBRA (ITEM 1.6.2 DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA)

A CONTRATADA deverá entregar a obra em perfeito estado e pronta para o funcionamento.

Deverá retirar barracões, andaimes, escoramentos, obras auxiliares, equipamentos e materiais não empregados, e reconstruir no exterior, dentro do possível, o ambiente natural. Após a pavimentação e a critério da FISCALIZAÇÃO, as ruas deverão ser varridas e/ou lavadas.

A exigência do item anterior se aplica a cada trecho e parte da obra concluída, a ser recebida pela FISCALIZAÇÃO.

Todo o equipamento, peças e registros deverão ser testados e entregues em perfeito funcionamento.

5. MEDIÇÕES E PAGAMENTOS

- As instalações das obras, serviços preliminares, estudos, projetos, caminhos de serviço, cálculos estruturais dos blocos de ancoragem e extensão de rede elétrica serão pagos unitariamente;
- Os cavaletes e tapumes, inclusive sinalização, conforme especificado, segundo modelos aprovados e colocados em

locais indicados pela FISCALIZAÇÃO, serão pagos por unidade e m², respectivamente, considerando-se pelo menos uma vez o seu reaproveitamento, a critério da FISCALIZAÇÃO;

- A demolição e a recomposição de pavimentos, incluindo base, serão pagas por metro quadrado executado, independentemente da espessura da camada e de qualquer outro pavimento porventura existente abaixo destes, conforme especificado e aceito pela FISCALIZAÇÃO;
- As escavações em terra, moledo, rocha ou embaraço d'água serão pagas por metro cúbico escavado, conforme especificado e aceito pela FISCALIZAÇÃO. As águas de chuva não serão consideradas como escavação com embaraço d'água;
- O Berço de Areia terá a medição feita na vala, por volume, em metro cúbico, de material realmente lançado e compactado;
- O preço unitário inclui o fornecimento da areia lavada e transporte, os serviços de lançamento, nivelamento topográfico e compactação;
- O assentamento das tubulações, conforme especificado, será pago por metro linear executado, após devidamente testadas e aceitas pela FISCALIZAÇÃO. O preço para assentamento de peças e conexões deverá estar incluído no preço de assentamento de tubulação, não sendo pago à parte;
- Toda colocação e montagem de registros, ventosas, descargas, inclusive caixas de proteção inclusive tampão, conforme especificado, serão pagas por unidade, após aceitas pela FISCALIZAÇÃO;
- O Teste Hidrostático será pago por metro linear realizado e aceito pela FISCALIZAÇÃO;
- O cadastro das redes será pago por metro linear realizado e aceito pela FISCALIZAÇÃO, sendo que para a Elevatória e Reservatório serão pagos por preço global;
- Os reaterros serão pagos por metro cúbico executado, conforme especificado e aceito pela FISCALIZAÇÃO;

- O concreto de ancoragem será pago por metro cúbico executado, conforme especificado e aceito pela FISCALIZAÇÃO;
- Os escoramentos contínuos e descontínuos das valas serão pagos por metro quadrado executado, considerando-se seu reaproveitamento, pelo menos uma vez;
- Fornecimento e colocação de placas na obra será pago por unidade, conforme especificado e aceito pela FISCALIZAÇÃO;
- O assentamento de meio-fios será pago por metro linear executado, conforme especificado;
- O Passadiço de Madeira para Pedestre, terá a medição feita por área, em metro quadrado;
 - O preço unitário inclui o fornecimento dos materiais necessários para execução do passadiço, compreendendo o assoalho e os guarda-corpos laterais, mão-de-obra, equipamentos para sua construção, transporte para os diversos locais de aplicação na obra, a critério da CESAMA, bem como ancoragens e manutenção;
- A Travessia Metálica para Veículos, terá a medição feita por área, em metro quadrado.
 - O preço unitário inclui o fornecimento dos perfis de aço ou vigas de madeira, tabuleiro de madeira ou aço, mão-de-obra, equipamentos necessários, bem como seu transporte para os diversos locais de aplicação na obra, a critério da CESAMA, bem como ancoragens e manutenção;
- O Esgotamento de Águas com Bombas terá a medição feita por hora efetiva de bombeamento;
 - O preço unitário inclui o fornecimento das bombas, operação e manutenção do equipamento.
- As Formas Planas em Chapa de Madeira Compensada, terão a medição das formas, feita por área, em metros quadrados, efetivamente construída de acordo com o Projeto e conforme

disposto nas especificações. O preço unitário das formas inclui:

- Fornecimento dos materiais (chapas de madeira, pontaletes, escoramentos, pregos, óleos para lubrificação, etc.);
 - Fabricação;
 - Montagem;
 - Fixação e limpeza;
 - Escoramento e contraventamento;
 - Tratamento com óleo.
- A Desforma de Estruturas terá a medição feita pela área, em metro quadrado, de forma efetivamente removida, medida nos desenhos executivos;
- O preço unitário inclui a retirada da forma da estrutura e sua remoção para o canteiro.
- Os serviços de remoção de material excedente ou imprestável para bota-fora serão medidos por volume, em metro cúbico, na escavação, multiplicado pela distância de transporte, em quilômetro. O preço unitário inclui os serviços de carga, transporte, descarga e espalhamento do material, conforme especificado, bem como o empolamento do material transportado;
- Os serviços de transporte de material de áreas de empréstimo aprovadas pela CESAMA até o local da obra serão medidos por volume, em metro cúbico, no aterro compactado, multiplicado pela distância de transporte, em quilômetro. O preço unitário inclui os serviços de carga, transporte, descarga do material, conforme especificado, bem como o empolamento do material transportado;
- A limpeza e entrega da obra serão pagas por unidade após o atendimento da especificação e o aceite pela FISCALIZAÇÃO.

ANEXO I

NORMAS PARA CORES A SEREM ADOTADAS NA IDENTIFICAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DOS SISTEMAS DE ÁGUA E DE ESGOTO.

1. OBJETIVO:

- 1.1 Esta norma fixa as cores a serem utilizadas na pintura das instalações dos Sistemas de Abastecimento de Água e de Esgoto Sanitários, visando facilitar a identificação do conteúdo por elas transportado e melhorar as condições de segurança.
- 1.2 Aplica-se a todas as unidades organizacionais da CESAMA, que lidam com projeto, obras, manutenção e operação de Sistemas.

2 CONDIÇÕES GERAIS:

- 2.1 As cores adotadas nesta forma devem ser aplicadas em toda a extensão das tubulações aparentes.

2.2 O Código de Identificação deve ser aplicado nas tubulações, em locais que permitem a sua identificação, sem que o observador tenha necessidade de percorrê-la. A identificação é ainda obrigatória em todos os pontos em que houver possibilidade de desconexão e nos pontos de inspeção.

2.2.1 O nome do conteúdo da tubulação deve ser escrito por extenso, com indicação do sentido do fluxo, nas cores preta ou branca, preferencialmente a que ficar mais visível em contraste com a cor básica da tubulação.

2.2.1.1 Nas tubulações em que houver fluxo nos dois sentidos, a indicação deve ser com duas setas de sentido contrário.

2.2.2 A altura das letras do Código de identificação deve ser $1/3$ (um terço) do diâmetro Nominal da Tubulação, devendo ser no máximo de 20 cm.

2.2.3 A espessura das setas indicativas do sentido do fluxo deve ser de $1/8$ (um oitavo) do Diâmetro Nominal, limitada em 5 cm. O comprimento deve ser de 1,5 vezes o Diâmetro Nominal, limitado em 40 cm.

2.3 Para fins de segurança, os tanques fixos e dosadores de produtos químicos, devem ser identificados com nome do seu conteúdo.

2.4 As letras devem ser do tipo helvética normal.

3 PINTURA DAS INSTALAÇÕES

3.1 Instalações de água:

3.1.1 As instalações dos Sistemas de Abastecimento de Água devem ser identificadas conforme a Tabela 1 .

Tabela 1 – Pintura das Instalações de Água.

Instalações	Cores
Água de lavagem superficial	Verde claro
Água de lavagem	Verde claro
Água decantada	Verde escuro
Água floculada	Verde escuro
Água Coagulada	Verde escuro
Água filtrada	Azul claro
Água tratada final	Azul claro
Cloro	Amarelo
Esgoto	Marrom escuro
Dreno	Bege
Água bruta	Preto
Barrilha	Cinza gelo
Auxiliar de coagulação	Creme
Coagulantes	Laranja
Flúor	Azul escuro
Pressão(Sistema Hidráulico e ar comprimido)	Vermelho

3.1.2 – Estas cores se aplicam às tubulações aparentes, peças, equipamentos e aparelhos situados na unidade dos Sistemas, ou seja, estações de Tratamento, Elevatória, captações, Reservatórios, com exceção de bombas dosadoras, dosadores, misturadores e conjuntos elevatórios.

3.2 Especificação das cores

As cores aqui definidas devem ter especificação conforme o “Código Munsell” e de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2 – Especificação de cores.

Cores	Código Munsell
Amarelo	5 y 8/12
Azul claro	2,5 PB 4/10
Azul escuro	7,5 PB 3/8
Bege	10 YR 7/6
Branco	N 9,5
Cinza médio	N 5
Cinza gelo	N 8
Creme	2,5 Y 9/4



Laranja	2,5 YR 6/14
Marrom escuro	2,5 YR 2/4
Preto	N1
Verde	2,5 G 4/8
Verde claro	10 YG 6/6
Verde escuro	2,5 G 3/4
Verde seda	5 GY 8/4
Vermelho	5 R 4/14

4 - CORES ADOTADAS NA SEGURANÇA DO TRABALHO DE ACORDO COM NORMAS DA ABNT

4.1 Vermelho:

É a cor usada para distinguir e indicar equipamentos e aparelhos de proteção contra incêndio. Não deve ser usada na indústria para assinalar perigo por ser de pouca visibilidade em comparação com o amarelo (de alta visibilidade) e o alaranjado (que significa alerta).

É empregado para identificar:

- Caixas de alarme de incêndio;
- Hidrantes;
- Bombas de incêndio;
- Sirenes de alarme de incêndio;
- Caixas com cobertores para abafar chamas;
- Extintores e sua localização;
- Indicação de extintores(visível à distância, dentro da área de uso do extintor);
- Localização de mangueiras de incêndio(a cor deve ser usada no carretel, suporte, moldura da caixa ou nicho);
- Baldes de areia ou água, para extinção de incêndio;
- Tubulações, válvulas e hastes do Sistema de aspersão de água;
- Transportes com equipamentos de combate a incêndio;
- Portas de saída de emergência.

A cor vermelha será usada excepcionalmente com sentido de advertência de perigo:

- A) Nas luzes a serem colocadas em barricadas, tapumes de construção e qualquer outras obstruções temporárias;
- B) Em botões interruptores de circuitos elétricos para paradas de emergência.

4.2 Amarelo:

É a cor usada para indicar “cuidado!”

É empregado para assinalar:

- Partes baixas de escadas portáteis, corrimãos, parapeitos, pisos e partes inferiores de escadas que apresentem perigo.
- Espelhos de degraus de escadas.
- Bordos desguarnecidos de aberturas no solo(poços, entradas subterrâneas, etc.) e de plataformas que não possam ter corrimões.
- Bordas horizontais de elevadores que se fecham verticalmente.
- Faixas no piso da entrada de elevadores e plataformas de carregamento.
- Meios-fios, onde haja necessidade de chamar atenção.
- Paredes de fundo de corredores sem saída.
- Vigas colocadas a baixa altura.
- Cabines, caçambas e gatos de pontes rolantes, guindastes, escavadeiras, etc.
- Equipamentos de transporte e manipulação de material tais como: empilhadeiras, tratores industriais, pontes rolantes, vagões, reboques, etc.
- Fundos de letreiros e avisos de advertência.
- Pilastras, vigas, postes, colunas e partes salientes de estruturas e equipamentos em que possa esbarrar.
- Cavaletes, porteira e lanças de cancelas.
- Bandeiras com sinal de advertência(combinação preto).
- Comandos e equipamentos suspensos que ofereçam perigo.
- Pará-choques para equipamentos de automóveis pesados, com listras pretas.



NOTA: Listras (verticais ou inclinadas) e quadrados pretos serão usados sobre o amarelo quando houver necessidade de melhorar a visibilidade da sinalização.

4.3 Alaranjado:

É empregado para identificar:

- Partes móveis e perigosa de máquinas e equipamentos.
- Partes internas das guardas de máquinas que possam ser removidas ou abertas.
- Faces internas de caixas protetoras de dispositivos elétricos.
- Faces externas de polias e engrenagens.

4.4 Verde:

É a cor usada para caracterizar “Segurança”.

É empregado para identificar:

- Caixas de equipamento de socorro de urgência.
- Caixas contendo máscaras contra gases.
- Chuveiros de segurança.
- Macas.
- Fontes lavadoras de olhos.
- Quadros para exposição de cartazes, boletins, avisos de segurança, etc.
- Porta de entrada de salas de curativos de emergência.

4.5 Azul:

É a cor usada para indicar “cuidado!”, ficando o seu emprego limitado a avisos contra uso e movimentação de equipamentos, que devam permanecer fora de serviço.

Empregada em barreiras e bandeiras de advertência a serem localizadas nos pontos de comando de partida ou fontes de energia.

Exemplos de equipamentos em que se usarão sinais de advertência azuis:

- o Elevadores;
- o Entrada para caixas subterrâneas;
- o Tanques;
- o Fornos;
- o Caldeiras;
- o Caixas de controles elétricos;
- o Estufas;
- o Válvulas;
- o Andaimes;
- o Escadas.

4.6 Púrpura:

É a cor usada para indicar os perigos provenientes das radiações eletromagnéticas penetrantes e partículas nucleares. Exemplos de equipamentos e locais de trabalho onde deve ser empregado o púrpura:

- o Portas e aberturas que dão acesso a locais onde se manipulam ou armazenam materiais radioativos ou materiais contaminados pela radioatividade;
- o Locais onde tenham sido enterrados materiais e equipamentos contaminados;
- o Recipientes de materiais radioativos ou de refugos de materiais e equipamentos contaminados;
- o Sinais luminosos para indicar equipamentos produtores de radiação eletromagnética penetrante e partículas nucleares.

4.7 Branco:

É empregado para assinalar:

- o Passadiços e corredores de circulação por meio de faixas (localização e largura);
- o Direção e circulação, por meio de sinais;
- o Localização de coletores de resíduos;
- o Localização de bebedouros;



- o Áreas em torno dos equipamentos de socorros de urgência, de combate a incêndio ou outros equipamentos de emergência;
- o Áreas destinadas a armazenagens.

4.8 Preto:

É empregado para identificar:

- o Coletores de resíduos.

NOTA: Será usado em substituição ao branco ou combinado a este, quando as condições locais o aconselharem.

4.9 A tonalidade exata das cores segue tabela Munsell. As cores acima servem apenas como referência.