

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL – MI
COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO
E DO PARNAÍBA
5ª SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL

SISTEMAS DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO E
APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA EM COMUNIDADES RURAIS DIFUSAS,
LOCALIZADAS NOS MUNICÍPIOS DE PARICONHA, DELMIRO GOUVEIA E ÁGUA
BRANCA, NO ESTADO DE ALAGOAS, COM SUPRIMENTO HÍDRICO PELO
CANAL DO SERTÃO ALAGOANO.

RELATÓRIO SÍNTESE DO PROJETO

- SISTEMAS DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO
DO SUBSISTEMA XII – COMUNIDADES DE ROLAS, CAMPINHO, TANQUE,
VERDÃO, CAPIM, CALDEIRÃO, QUEIMADAS, CARAIBEIRAS DO TEODOSIO,
ARATICUM (GERIPANCÓ), FIGUEREDO (GERIPANCÓ), OURICURI
(GERIPANCÓ), TABULEIRO, PIANCÓ, PÉ DE SERRA, VIEIRA MOXOTÓ,
SERROTE DO OVOS, CACHOEIRA, POÇO DA AREIA, SERRA DO ENGENHO,
SERRA DOS VITÓRIOS, SERRA DA JUREMA E DA BAIXA VERDE–

VOLUME 1 – RELATÓRIO SÍNTESE DO PROJETO

1ª Edição - 2017

Consultoria, Estudos e Projetos, COHIDRO

Sistemas de Abastecimento D'água Para Consumo Humano e Aproveitamento Hidroagrícola em Comunidades Rurais Difusas, Localizadas nos Municípios de Pariconha, Delmiro Gouveia e Água Branca, no Estado de Alagoas, com Suprimento Hídrico Pelo Canal do Sertão Alagoano. COHIDRO - Consultoria, Estudos e Projetos. – Penedo: CODEVASF, 2017. - Projeto Sistemas De Abastecimento D'água para Consumo Humano do Subsistema XII - Volume 1 - 64 fls

1. Irrigação. 2. Agricultura Irrigada – Abastecimento de água.

ÍNDICE GERAL

- VOLUME 1 RELATÓRIO SÍNTESE DO PROJETO
- VOLUME 2 SERVIÇOS DE CAMPO
 - TOMO I - CARTOGRAFIA
 - TOMO II - GEOTECNIA
 - TOMO III - PEDOLOGIA
- VOLUME 3 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS
 - TOMO I - OBRAS CIVIS
 - TOMO II - EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS
 - TOMO III - EQUIPAMENTOS ELETROMECÂNICOS
 - TOMO IV - EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS
 - TOMO V - SISTEMA DE AUTOMAÇÃO
- VOLUME 4 PEÇAS GRÁFICAS
- VOLUME 5 MEMORIAL DE CÁLCULO E DIMENSIONAMENTOS
- VOLUME 6 ORÇAMENTO DO PROJETO
 - TOMO I - MEMORIAL DESCRITIVO E QUANTITATIVOS
 - TOMO II - COMPOSIÇÕES DE CUSTOS
 - TOMO III - PLANILHAS ORÇAMENTÁRIAS
 - TOMO IV – CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO DA OBRA
 - TOMO V- PROPOSTA DOS FORNECEDORES
- VOLUME 7 ESTUDOS AMBIENTAIS
- VOLUME 8 – PROJETOS COMPLEMENTARES
 - TOMO I – PROJETO ELETRICO
 - TOMO II – PROJETO AUTOMAÇÃO/COMUNICAÇÃO
 - TOMO III – PROJETO ESTRUTURAL
 - TOMO IV – INSTALAÇÕES HIDROSANITARIA
- VOLUME 9 – RELATÓRIO DE DESAPROPIAÇÃO
- VOLUME 10 – MANUAL DE OPERAÇÃO DO SISTEMA

SUMÁRIO

ÍNDICE GERAL	2
APRESENTAÇÃO.....	6
1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	7
1.1. PARICONHA	7
2. DIAGNÓSTICO DO SISTEMA EXISTENTE	9
3. SISTEMA PROPOSTO	10
4. CRITÉRIOS E PARÂMETROS DO PROJETO.....	14
4.1. NORMAS GERAIS ADOTADAS	14
4.2. CRITÉRIOS E PARÂMETROS ADOTADOS	14
4.3. VAZÃO DE PROJETO	15
5. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DO SISTEMA	19
5.1. MANANCIAL	19
5.2. REDE DE DISTRIBUIÇÃO	19
5.3. RESERVAÇÃO.....	24
5.4. ESTAÇÃO ELEVATÓRIA.....	25
5.5. SISTEMA DE TRATAMENTO	28
6. TRANSIENTE HIDRÁULICO	42
7. SISTEMA VIÁRIO.....	43
7.1. ESTRADAS VICINAIS	44
7.2. ACESSOS AOS POVOADOS DO SUBSISTEMA.....	46
7.3. ACESSO AOS EQUIPAMENTOS URBANOS.....	64
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – REDE DE DISTRIBUIÇÃO DO SUBSISTEMA XI.....	11
FIGURA 2 – RESERVATÓRIO DE DISTRIBUIÇÃO (40m³).	12
FIGURA 3 – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (MÓDULO DE TRATAMENTO)	33
FIGURA 4 - ROTA PARICONHA. FONTE: COHIDRO – CONSULTORIA, ESTUDOS E PROJETOS.	43
FIGURA 5- ACESSO AO POVOADO TANQUE.	46
FIGURA 6-RUAS COM CALÇAMENTO DO POVOADO TANQUE.....	47
FIGURA 7-ACESSO AO POVOADO CARAIBEIRAS DO TEODOSIO.	47
FIGURA 8- RUAS COM CALÇAMENTO DO POVOADO CARAIBEIRAS DO TEODOSIO.	48
FIGURA 9- ACESSO AO SÍTIO QUEIMADAS.....	48
FIGURA 10-RUAS SEM CALÇAMENTO DO SÍTIO QUEIMADAS.....	48
FIGURA 11- ACESSO AO SÍTIO CALDEIRÃO.	49
FIGURA 12- RUAS SEM CALÇAMENTO DO SÍTIO CALDEIRÃO.....	49
FIGURA 13- ACESSO AO POVOADO CAPIM.....	50
FIGURA 14- RUAS SEM PAVIMENTAÇÃO DO POVOADO CAPIM.	50
FIGURA 15- ACESSO AO POVOADO VERDÃO.	50
FIGURA 16- RUAS COM CALÇAMENTO DO POVOADO VERDÃO.	51
FIGURA 17- ACESSO AO DISTRITO CAMPINHOS.	51
FIGURA 18- RUAS COM CALÇAMENTO DO DISTRITO CAMPINHOS.....	52
FIGURA 19- ACESSO AO SÍTIO ARATICUM (ALDEIA GERIPANCÓ).	52
FIGURA 20- RUAS SEM CALÇAMENTO DO SÍTIO ARATICUM (ALDEIA GERIPANCÓ).	52
FIGURA 21- ACESSO AO SÍTIO FIGUEREDO (ALDEIA GERIPANCÓ).	53
FIGURA 22- RUAS SEM CALÇAMENTO DO SÍTIO FIGUEREDO (ALDEIA GERIPANCÓ).	53
FIGURA 23- ACESSO A ALDEIA OURICURI (ALDEIA GERIPANCÓ).....	54
FIGURA 24- RUAS SEM CALÇAMENTO DA ALDEIA OURICURI (ALDEIA GERIPANCÓ).	54
FIGURA 25- ACESSO AO SÍTIO TABULEIRO.	55
FIGURA 26- RUAS SEM CALÇAMENTO DO SÍTIO TABULEIRO.	55
FIGURA 27- ACESSO AO SÍTIO PIANCÓ.	56
FIGURA 28- RUAS SEM CALÇAMENTO DO SÍTIO PIANCÓ.	56
FIGURA 29- ACESSO AO SÍTIO POÇO DA AREIA.	56
FIGURA 30- RUAS SEM CALÇAMENTO DO SÍTIO POÇO DA AREIA.....	57
FIGURA 31- ACESSO AO POVOADO ROLAS.....	57
FIGURA 32- RUAS SEM CALÇAMENTO DO POVOADO ROLAS.	57
FIGURA 33- ACESSO AO SÍTIO SERRA DO ENGENHO.....	58
FIGURA 34- RUAS SEM CALÇAMENTO DO SÍTIO SERRA DO ENGENHO.	58
FIGURA 35- ACESSO AO SÍTIO SERRA DO JUREMA.	59

FIGURA 36- RUAS SEM CALÇAMENTO DO SÍTIO SERRA DO JUREMA.....	59
FIGURA 37- ACESSO AO SÍTIO SERRA DO VITÓRIO.	59
FIGURA 38- RUAS SEM CALÇAMENTO DO SÍTIO SERRA DO VITÓRIO.	60
FIGURA 39- ACESSO AO SÍTIO PÉ DA SERRA.	60
FIGURA 40- RUAS SEM CALÇAMENTO DO SÍTIO PÉ DA SERRA.	60
FIGURA 41- ACESSO AO SÍTIO VIEIRA MOXOTÓ.	61
FIGURA 42- RUAS SEM CALÇAMENTO DO SÍTIO VIEIRA MOXOTÓ.	61
FIGURA 43- ACESSO AO SÍTIO SERROTE DOS OVOS.....	62
FIGURA 44- RUAS SEM CALÇAMENTO DO SÍTIO SERROTE DOS OVOS.	62
FIGURA 45- ACESSO AO SÍTIO CACHOEIRA.	62
FIGURA 46- RUAS SEM PAVIMENTAÇÃO DO SÍTIO CACHOEIRA.	63

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- SISTEMA EXISTENTE / COMUNIDADES ABASTECIDAS.....	9
TABELA 2 – POPULAÇÕES DE PROJETO: MÉTODO DE CRESCIMENTO GEOMÉTRICO.....	16
TABELA 3 – VAZÕES DE PROJETO OBTIDAS.....	18
TABELA 4 - QUANTITATIVOS DE TUBOS DIMENSIONADOS.....	21
TABELA 5- FÓRMULAS PARA O CÁLCULO DA PERDA DE CARGA CONTÍNUA EM ESCOAMENTOS PRESSURIZADO.	22
TABELA 6 - COEFICIENTES DAS FÓRMULAS DE PERDA DE CARGA PARA TUBULAÇÕES NOVAS.....	23
TABELA 7—RESERVAÇÃO NECESSÁRIA DOS SISTEMAS.....	24
TABELA 8 – BOMBAS DIMENSIONADAS DO RECALQUE.....	26
TABELA 9 - CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA BRUTA (CANSL DO SERTÃO).....	29
TABELA 10 - DESCRIÇÃO DAS ESTRADAS DE ACESSO E LOCAIS DAS COMUNIDADES DE DELMIRO GOUVEIA.....	45

APRESENTAÇÃO

O Canal do Sertão Alagoano se consolida como a principal obra estruturante em andamento no estado, com objetivo de garantir o abastecimento de água aos municípios da bacia do rio São Francisco, zonas do sertão, transição e agreste alagoano, passando a viabilizar projetos tradicionais ligados à agricultura e pecuária, pois eliminará boa parte dos problemas que eram fatores limitantes na captação da calha do rio São Francisco.

Desta forma, as populações rurais difusas tradicionais, poderão ser atendidas em suas demandas de água. Principalmente as relativas ao abastecimento humano, pois sistemas de adução poderão agora ser propostos e efetivados e esta água então distribuída para as comunidades, através de subsistemas e redes de distribuição, além de possibilitar acesso aos perímetros irrigados, quintais, lotes e demais áreas rurais difusas.

Este sistema de distribuição de água para abastecimento, irrigação e dessedentação animal, além de promover o planejamento de ações territoriais para o desenvolvimento dos arranjos produtivos, demonstra também que poderá aliviar a sobrecarga de demanda e desperdícios de água tratada dos sistemas de abastecimento coletivos locais.

O objeto do Contrato de Prestação de Serviços nº5.045.000/2013 firmado entre a empresa COHIDRO Consultoria Estudos e Projetos, Ltda. e a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba - CODEVASF (doravante denominada CODEVASF) é o desenvolvimento dos serviços técnicos para elaboração do Projeto Básico de Sistemas de Abastecimento de Água para consumo humano e aproveitamento hidroagrícola em comunidades rurais difusas localizadas nos municípios de Pariconha, Delmiro Gouveia e Água Branca, no Estado de Alagoas, com suprimento hídrico pelo Canal do Sertão Alagoano.

O objetivo principal deste relatório é apresentar o projeto básico do sistema de água tratada do Subsistema XII – Comunidades De Rolas, Campinho, Tanque, Verdão, Capim, Caldeirão, Queimadas, Caraibeiras Do Teodosio, Araticum (Geripancó), Figueredo (Geripancó), Ouricuri (Geripancó), Tabuleiro, Piancó, Pé De Serra, Vieira Moxotó, Serrote Do Ovos, Cachoeira, Poço Da Areia, Serra Do Engenho, Serra Dos Vitórios, Serra Da Jurema e Da Baixa Verde.

1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O Subsistema XII está inserido no município de Pariconha.

1.1. PARICONHA

O município de Pariconha foi criado pela Constituição Estadual em 5 de outubro de 1989, desmembrado de Água Branca, mas sua instalação definitiva só ocorreu em 1º de janeiro de 1993. Pariconha localiza-se à 312 Km da capital de Alagoas, Maceió. Os municípios limítrofes são: a norte com Tacaratu (PE), a sul com Delmiro Gouveia (AL), a leste com Água Branca (AL) e a oeste com Jatobá (PE), estando situado a 550 metros acima do nível do mar².

As principais informações acerca da cidade de Pariconha são apresentadas abaixo:

- **Limites:** Tacaratu/PE, Delmiro Gouveia/AL, Água Branca/AL e Jatobá/PE.
- **Ano de Criação:** 1989;
- **Altitude:** 550 m;
- **Área total (km²):** 258,525
- **Coordenadas geográficas:** -9° 15' 10 " / - 38° 00' 17"
- **Mesorregião:** Sertão Alagoano;
- **Microrregião:** Serrana do Sertão Alagoano;
- **Distância em linha reta para a capital:** 255,29 km
- **Distância por rodovias para a capital:** 312 km;
- **Tempo de viagem:** 4 h 33 min;
- **Clima:** Quente, semiárido, tipo estepe;
- **Temperatura máxima:** 32° C;
- **Temperatura mínima:** 22 ° C;
- **População Residente**, segundo censo de 2010:

TOTAL	Total: 10.264 hab
	Masculino: 5.114 hab
	Feminino: 5.150 hab
	Urbana: 2.796 hab
	Rural: 7.468 hab

Segundo a SEPLANDE 2013, a rede pública de saúde dispõe de 09 estabelecimentos municipais.

Ainda segundo a SEPLANDE 2013, a educação registrou 2540 alunos matriculados, dos quais 2078 alunos no ensino fundamental e 462 no ensino médio. O IDH-Educação em 2010 foi de 0,416.

No âmbito dos serviços de água, são atendidos 7.025 habitantes, com 1.781 ligações ativas e 1.800 economias ativa, totalizando 14,99 km de rede de distribuição, com uma produção de 180,19 mil m³/ano de consumo e 228,3 mil m³/ano faturado.

Não existe registro de ligações ou rede coletora de esgotos no município.

Segundo a SEPLANDE 2013, em 2012, 490 empresas atuantes no município de Pariconha e segundo IBGE o salário médio mensal de 1,6 x o salário mínimo.

2. DIAGNÓSTICO DO SISTEMA EXISTENTE

Parte dos povoados objeto desse estudo são abastecidos pela CASAL e não sofrerão nenhuma intervenção. Nas demais comunidades, serão implantados um novo sistema, conforme proposto no Capítulo 3. Nos tópicos a seguir serão apresentados os sistemas coletivo principal e o sistema adutor Rolas.

O diagnóstico de campo indicou a seguinte situação dos povoados do Subsistema estudado, tendo como resultado a Tabela 1 e Figura 1.

Tabela 1- Sistema Existente / Comunidades Abastecidas

COMUNIDADE	MUNICÍPIO	POPULAÇÃO	ABASTECIDA	
			SIM	NÃO
Araticum	Pariconha	171		X
Caldeirão	Pariconha	72		X
Campinhos	Pariconha	1807		X
Caraibeiras Do Teodósio	Pariconha	874		X
Ouricuri	Pariconha	710		X
Pé De Serra	Pariconha	23		X
Pianco	Pariconha	8		X
Poço Da Areia	Pariconha	91		X
Povoado Capim	Pariconha	584		X
Queimadas	Pariconha	18		X
Rolas	Pariconha	101		X
Serra Da Jurema E Baixa Verde	Pariconha	296		X
Serra Da Jurema	Pariconha	128		X
Serrote Dos Ovos	Pariconha	27		X
Serra Dos Vitórios	Pariconha	315		X
Sítio Cachoeira	Pariconha	69		X
Tabuleiro	Pariconha	143		X
Tanque	Pariconha	156		X
Verdão	Pariconha	408		X
Vieira Do Moxotó	Pariconha	64		X

3. SISTEMA PROPOSTO

A concepção do projeto teve como objetivo o abastecimento de água dos povoados do Subsistema XII, pois os mesmos não são atendidos por nenhuma rede da CASAL.

A concepção do projeto procurou adequar os materiais utilizados à realidade econômico-financeira das populações alvo do empreendimento sem prejudicar a boa técnica exigida pelas normas brasileiras.

A solução proposta consiste na derivação na rede do projeto de aproveitamento hidroagrícola, em seu Nó-270, derivando para a ETA. Após o tratamento as águas seguirão para um reservatório apoiado de 150 m³ e, posteriormente, para a reservação elevada, de 40 m³ (Figura 2). Do reservatório elevado está prevista uma rede que, através de suas ramificações, atenderá aos povoados contemplados (Figura 1).

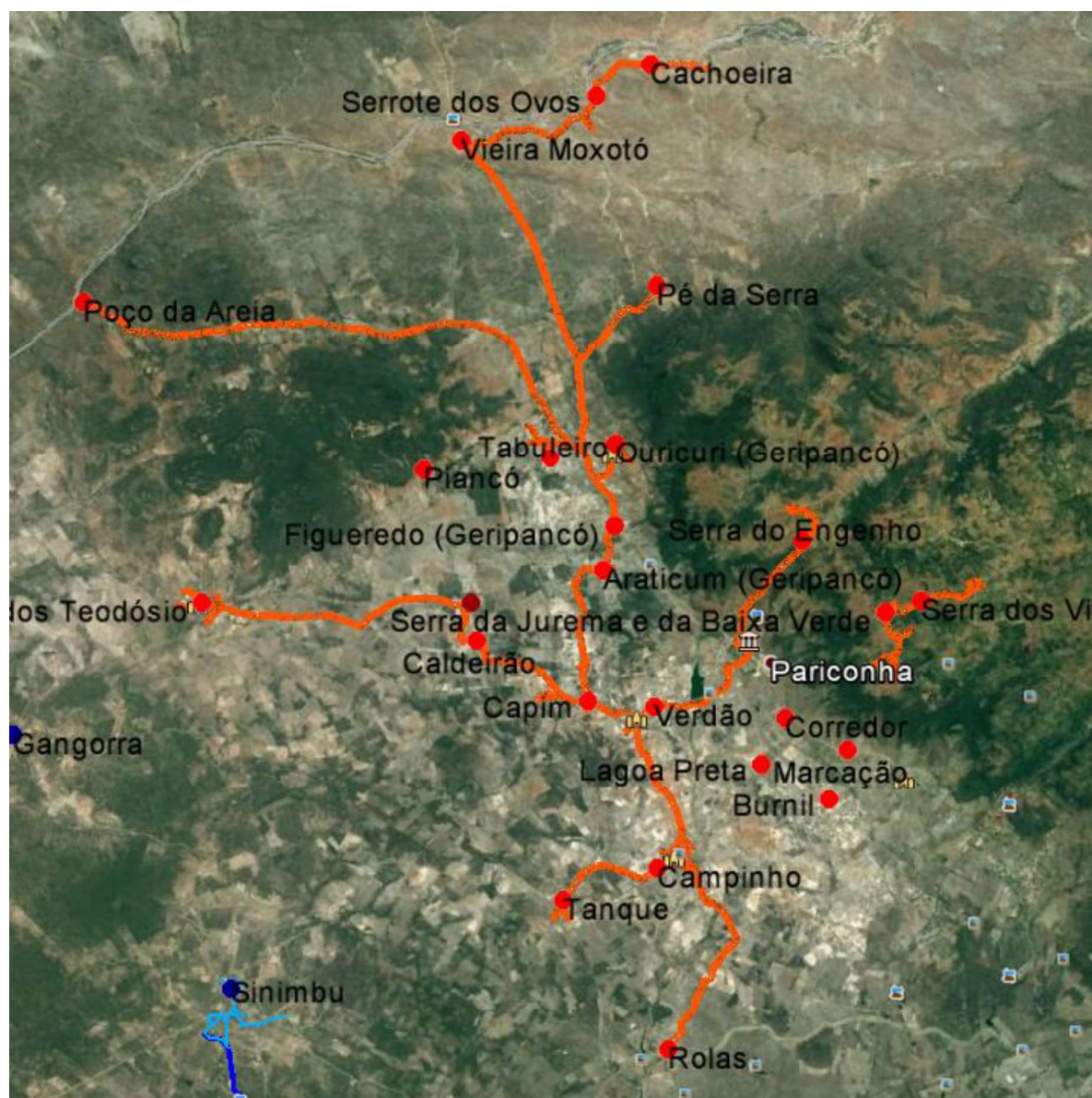


Figura 1 – Rede de distribuição do Subsistema XI

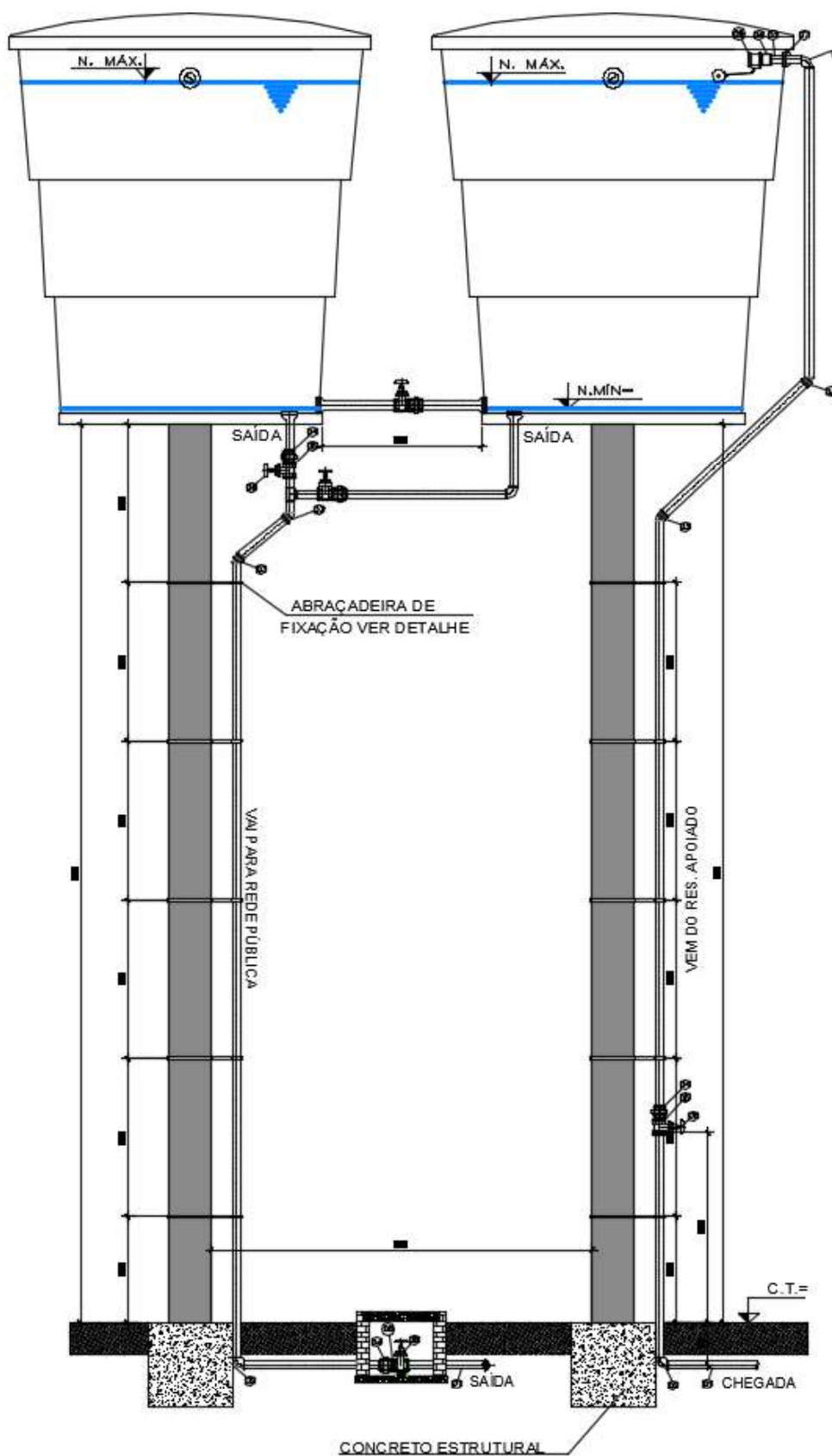


Figura 2 – Reservatório de distribuição (40m³).

A realização desta obra propiciará àquelas comunidades o fornecimento de água potável, primeira necessidade humana para sua sobrevivência, além de elevar o nível de desenvolvimento local, com a melhoria das condições de vida e aumento da produtividade, gerando renda familiar e capital social.

4. CRITÉRIOS E PARÂMETROS DO PROJETO

4.1. NORMAS GERAIS ADOTADAS

- ✓ NB 01404/92 - Cadastro de sistema de abastecimento de água;
- ✓ NB 01106/87 - Desinfecção de tubulações de sistema público de abastecimento de água;
- ✓ NB 00587/92 - Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água;
- ✓ EB 00825/87 - Materiais para revestimento de base asfáltica empregados em tubos de aço para condução de água de abastecimento;
- ✓ NB 00591/91 - Projeto de adutora de água para abastecimento público;
- ✓ NB 00589/92 - Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público;
- ✓ NB 00594/94 - Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público;
- ✓ NB 00593/94 - Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público;
- ✓ NB 00590/92 - Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público;
- ✓ EB 01615/83 - Reservatório de poliéster reforçado com fibra de vidro para água potável para abastecimento de comunidades de pequeno porte.

Além das normas técnicas da ABNT citadas, foram observadas as normas e critérios estabelecidos pela Companhia de Água e Saneamento de Alagoas - CASAL e pela CODEVASF.

4.2. CRITÉRIOS E PARÂMETROS ADOTADOS

Os principais parâmetros e critérios de projeto utilizados foram os seguintes:

- ✓ Recobrimento mínimo do coletor = 0,90 m;
- ✓ Demanda per capita (qm) de 120 litros por habitante por dia;
- ✓ Tempo de funcionamento de 24 horas;
- ✓ Coeficiente do dia de maior consumo (K₁) de 1,20;
- ✓ Coeficiente da hora de maior consumo (K₂) de 1,50;
- ✓ Coeficiente de perda (K₃) de 1,20;
- ✓ Mínima carga de pressão a ser disponibilizada na rede de 6 m.c.a. d'água.

4.3. VAZÃO DE PROJETO

4.3.1. População de Projeto

O projeto de um sistema de abastecimento de água para uma região qualquer deve levar em consideração a demanda de água que se verificará em uma determinada época, em razão de sua população urbana. Admitindo ser o consumo, variável e crescente, é fundamental fixar a época até a qual o sistema poderá funcionar satisfatoriamente, sem sobrecarga nas instalações ou deficiências na distribuição. O tempo que decorre até atingir essa época define o período de projeto que será de 20 anos.

Fixado o período de projeto, é necessário conhecer-se a população de projeto. Com isto, poderá ser feita uma estimativa do consumo de água na época considerada e conseqüentemente obtenção das vazões do projeto.

Diversos são os métodos aplicáveis para o estudo do crescimento populacional. Dentre os métodos matemáticos mais conhecidos, destacam-se os processos de crescimento aritmético, geométrico e logístico. No projeto desenvolvido foram utilizados o crescimento geométrico, considerando 20 anos do período do projeto.

A população futura tem que ser definida por previsão. Como esta é sujeita a falhas, encontram-se sistemas atingindo o seu limite de eficiência antes ou depois de decorridos os n anos. O importante é que a previsão seja feita de modo criterioso, com base no desenvolvimento demográfico do passado próximo, a fim de que a margem de erro seja pequena.

Tendo em vista as considerações relacionadas, optou-se pela adoção da taxa média de crescimento de 1,00%.

Como a área em questão encontra-se em potencial expansão, estabeleceu-se como horizonte de alcance 20 anos, tendo como horizonte o ano de 2034 (Tabela 2).

Para a definição da população inicial (população atual), utilizou como base o cadastro realizado. Como nem todas as casas foram cadastradas, já que algumas não quiseram o cadastro, umas não responderam e outras eram casas fechadas, foi calculada a razão das pessoas cadastradas pelo número de casas cadastradas, obtendo assim a média de pessoas por casa. Deste modo, foi assumido para essas

casas, cujo cadastro não foi possível, a quantidade de pessoas por casa, chegando, assim, ao valor total para população inicial.

Diante disso, o método de crescimento adotado pode ser expresso pela seguinte Expressão:

$$P_f = (P_{at}) \cdot (1 + T_c)^{anos}$$

Onde:

P_f = População Futura;

P_{at} = População Atual; e

T_c = Taxa de Crescimento Geométrico.

Tabela 2 – Populações de Projeto: Método de Crescimento Geométrico

MEMÓRIA DE CÁLCULO - SUBSISTEMA XII

DEMANDA HÍDRICA DO PROJETO

Os parâmetros adotados:

População Atual

1273 hab

Consumo diário per-capita =

120 l/dia/hab.

Coefficiente de atendimento p/ dia de maior consumo - K_1 =

1,2

Coefficiente de atendimento p/ hora de maior consumo - K_2 =

1,5

Coefficiente de atendimento considerando as perdas - K_3 =

1,2

Horizonte de projeto

20

Taxa de crescimento - IBGE

1,00%

ANO	HABITANTES	ANO	HABITANTES
2015	1286	2025	1425
2016	1299	2026	1440
2017	1312	2027	1455
2018	1326	2028	1470
2019	1340	2029	1485
2020	1354	2030	1500
2021	1368	2031	1515
2022	1382	2032	1531
2023	1396	2033	1547
2024	1410	2034	1563

4.3.2. Perdas no sistema

Em sistemas públicos de abastecimento, do ponto de vista operacional, as perdas de água são relacionadas considerando os volumes não contabilizados. Esses englobam tanto as perdas físicas, que representam a parcela não consumida, como as perdas não físicas, que correspondem à água consumida e não registrada.

As perdas possuem diferentes fontes de causas, e se devem principalmente à operação e manutenção deficientes e inadequada gestão das companhias de saneamento.

Dessa forma, em uma companhia de saneamento, podem ser identificados dois tipos de perdas:

✓ **Perda Real**

Corresponde ao volume de água produzido que não chega ao consumidor final. Pode ocorrer devido a vazamentos nas adutoras, redes de distribuição e reservatórios, bem como de extravasamentos em reservatórios setoriais.

✓ **Perda Aparente**

Corresponde ao volume de água produzido que não é contabilizado pela companhia de saneamento. Decorrem de erros na medição de hidrômetros, fraudes, ligações clandestinas e falhas no cadastro comercial.

Tanto as Perdas Reais com as Perdas Aparentes representam para o consumidor um componente importante nas tarifas por eles pagas, já que as companhias geralmente incorporam essas perdas na sua composição de preços.

Como a CASAL não possui dados disponíveis de perdas nos sistemas de abastecimento de água foi considerado como índice de perdas o percentual de **20%**.

4.3.3. Cálculo das vazões

A vazão foi calculada multiplicando o consumo médio per capita (q_m) pela população final de projeto (P) de cada lote e pelos coeficientes do dia de maior consumo (K_1), hora de maior consumo (K_2) e coeficiente de perda (K_3). Visto que o sistema irá funcionar durante as 24 horas diárias abastecendo a população, este valor foi dividido por 86.400 de modo a se obter o valor em L/s.

Vazão Média:

$$Q_m = \frac{q_m \cdot P}{86400}$$

Vazão de Máxima Diária:
(Vazão de Adução)

$$Q_a = K_1 \cdot Q_m = \frac{q_m \cdot P \cdot K_1}{86400}$$

Vazão Máxima Horária:
(Vazão de Distribuição)

$$Q_d = K_2 \cdot Q_a = \frac{q_m \cdot P \cdot K_1 \cdot K_2}{86400}$$

Vazão Adotada:
(Considerando as Perdas)

$$Q = K_3 \cdot Q_d = \frac{q_m \cdot P \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3}{86400}$$

Dividindo a Vazão Adotada Q (vazão total de distribuição do sistema) encontrada pela quantidade de lotes (casas), foi possível obter o consumo por lote. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 – Vazões de Projeto obtidas.

	Vazão (l/s)			
	Média	Máxima Diária	Máxima Horária	Adotada
Início de plano	1,77	2,120	3,180	3,816
Fim de plano	2,17	2,600	3,900	4,680

	Vazão (m³/h)			
	Média	Máxima Diária	Máxima Horária	Adotada
Início de plano	6,372	7,632	11,448	13,7376
Fim de plano	7,812	9,36	14,04	16,848

5. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DO SISTEMA

5.1. MANANCIAL

Para a ETA será realizada a captação de água a partir do Nó-270 do Projeto de Aproveitamento Hidroagrícola do Subsistema XII, no qual será retirada uma vazão de 2,5 L/s da ETA.

5.2. REDE DE DISTRIBUIÇÃO

5.2.1. ASPECTOS GERAIS SOBRE O DIMENSIONAMENTO DA REDE

Entende-se por rede de distribuição o conjunto de peças especiais destinadas a conduzir a água até os pontos de tomada das instalações prediais, ou os pontos de consumo público, sempre de forma contínua e segura.

O dimensionamento da rede foi realizado utilizando o Método do Seccionamento Fictício (MSF), considerando a altura do reservatório como carga de pressão de montante.

As redes foram projetadas como sendo do tipo ramificada, e quando necessário utilizando o MSF. O MSF é considerado ideal para comunidades de pequeno e médio porte e é usualmente utilizado no Brasil para este tipo de projeto. Esta forma de rede se adequa mais ao objetivo do projeto, que visa a menor perda de água por meio de ligações clandestinas.

As redes são consideradas pelo sentido de escoamento da água nas tubulações secundárias (ramificadas ou malhadas). Podem distribuir exclusivamente água potável (rede única) ou também água imprópria para beber (rede dupla). Podem situar-se em níveis diferentes nas cidades acidentadas, bem como possuir duas tubulações nas ruas largas ou tráfego intenso.

As profundidades das tubulações de distribuição foram determinadas de acordo com as condições de cada trecho projetado, levando-se em consideração o recobrimento mínimo da geratriz superior necessário (adotado 0,90 m).

A localização da rede de distribuição baseou-se nos seguintes princípios:

- Topografia: utiliza-se para traçado da rede, planta baixa com levantamento planialtimétrico (curvas de nível de metro em metro) e semi-cadastral, com locação dos lotes e áreas de expansão, incluindo loteamentos aprovados ou previstos,

indicação dos consumidores especiais e singulares, localização de estradas, estradas de ferro, e dos outros obstáculos naturais que necessitarão de obras especiais de travessia ou locação;

- Zonas de pressão: a rede de distribuição poderá ser subdividida em tantas zonas de pressão quanto for necessário para atender as condições de pressão impostas pela Norma:

- Diâmetro das tubulações: O diâmetro mínimo das tubulações principais das redes calculadas como malhada será em 50 mm conforme dimensionamento em anexo.

- Diâmetro dos condutos secundários: O diâmetro interno mínimo dos condutos secundários da rede de distribuição será de 50 mm;

- Análise do escoamento: a análise do escoamento nas redes de distribuição, deverá ser feita com o emprego da fórmula universal da perda de carga:

$$J = f \cdot \frac{1}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

J = perda de carga uniformemente distribuída (m/m);

f = coeficiente de perda de carga distribuída (adimensional);

D = diâmetro hidráulico (m);

V = velocidade média na seção (m/s);

g = aceleração da gravidade (m/s²).

Uma vez estabelecido o consumo por lote, foram calculadas as tubulações de distribuição para funcionamento da rede de distribuição. Foi adotada como pressão mínima 6 m para garantir a eficácia do sistema.

A rede de distribuição pressurizada dimensionada tem como função conduzir a água de abastecimento desde a ETA até os lotes, com vazão e pressão adequadas ao perfeito funcionamento do sistema.

Com relação ao material das tubulações, foram adotados os seguintes:

✓ DN ≤ 100 → PVC PBA

✓ DN ≥ 150 → PVC DEFOFO

Os quantitativos dos tubos dimensionados são apresentados nas Tabela 4:

Tabela 4 - Quantitativos de tubos dimensionados

DN	COMPRIMENTO
50	43315,58
75	2674,13
100	6226,48
150	101,21
TOTAL	52317,40

O "layout" da rede de distribuição obedeceu o menor caminhamento possível, procurando evitar travessias de talwegues ou outros acidentes topográficos que implicassem em obras onerosas.

Nos pontos estratégicos da rede projetada, devem ser implantados registros de manobra de forma a seccionar o fluxo dos ramais avariados e efetuar eventuais reparos sem interromper o funcionamento do restante do sistema.

5.2.2. SIMULAÇÃO HIDRÁULICA

Para o cálculo de cada rede pressurizada observou-se o seguinte procedimento:

- A partir do "layout" otimizado concebido para a rede, estabeleceu-se uma subdivisão em trechos. Os trechos são segmentos limitados por nós, que, por sua vez, representam lotes ou derivações.

- Para cada nó, foi verificada a sua área de influência, definindo quais os lotes que cada nó abrangia. Feita essa divisão, calculou-se então o consumo de cada nó com o somatório dos consumos dos seus respectivos lotes.

- Em todos os nós são especificadas também as pressões necessárias ao atendimento otimizado do sistema. A pressão estabelecida considera a pressão mínima adotada para abastecer a casa de cada lote, levando em consideração a cota da propriedade mais desfavorável e as perdas, localizadas e distribuídas, em todo o sistema.

As tubulações são trechos que transportam água entre os vários pontos da rede. O EPANET é um *software* que considera que o escoamento ocorre sob pressão em todas as tubulações. O escoamento ocorre dos pontos com carga hidráulica mais elevada (energia interna por unidade de peso de fluido) para os pontos com carga hidráulica mais baixa.

O EPANET atribui como principais parâmetros a serem inseridos nas propriedades das tubulações:

- Nó inicial e final;
- Diâmetro;
- Comprimento;
- Coeficiente de rugosidade (para determinar a perda de carga);
- Estado (aberto, fechado ou contendo uma válvula de retenção).

A perda de carga hidráulica na tubulação, em consequência do trabalho realizado pelas forças resistentes, pode ser determinada de acordo com uma das seguintes fórmulas:

- Fórmula de Hazen-Williams;
- Fórmula de Darcy-Weisbach;
- Fórmula de Chezy-Manning.

As fórmulas para o cálculo da perda de carga contínua em escoamentos pressurizado e seus coeficientes podem ser vistas nas Tabela 5 e Tabela 6, respectivamente.

Tabela 5- Fórmulas para o cálculo da perda de carga contínua em escoamentos pressurizado.

Fórmula	Termo de Perda de Carga (A)	Expoente da Vazão (B)
Hazen-Williams	$10.674 \cdot C^{-1.852} \cdot d^{-4.871} \cdot L$	1.852
Darcy-Weisbach	$0.0827 \cdot f(\epsilon, d, q) \cdot d^{-5} \cdot L$	2
Chezy-Manning	$10.29 \cdot n^2 \cdot d^{-5.33} \cdot L$	2

Onde:

- C = coeficiente da fórmula de Hazen-Williams
- ϵ = rugosidade absoluta (ou rugosidade de Darcy-Weisbach) (mm)
- f = fator de Darcy-Weisbach (depende de ϵ , d e q)
- n = coeficiente de rugosidade de Manning
- d = diâmetro da tubulação (m)
- L = comprimento da tubulação (m)
- q = vazão (m³/s).

Tabela 6 - Coeficientes das fórmulas de perda de carga para tubulações novas.

Material	C,Hazen-Williams (adimensional)	ϵ , Darcy-Weisbach(mm)	n,Manning (adimensional)
Ferrofundido	130-140	0.25	0.012-0.015
Concreto	120-140	0.3-3	0.012-0.017
Ferrogalvanizado	120	0.15	0.015-0.017
Plástico	140-150	0.0015	0.011-0.015
Aço	140-150	0.03	0.015-0.017
"Grés"	110	0.3	0.013-0.015

Utilizando os critérios estabelecidos, simula-se o comportamento da rede verificando-se em cada nó o valor de pressão. Os resultados podem ser vistos no ANEXO I, presente neste documento.

5.2.3. MATERIAIS, ÓRGÃOS, EQUIPAMENTOS E ACESSÓRIOS DA REDE

Em função dos aspectos de acessibilidade técnica e econômica do projeto, para a rede de distribuição foram previstos os seguintes materiais:

a) Nas tubulações com diâmetros DN 50, DN 75, e DN 100 serão usados tubos de PVC, classe 12, 15 ou 20 com bolsas e anéis de borracha (PBA), junta elástica, conexões em PVC.

b) Os registros de gaveta terão acabamento bruto de 20 mm ($\frac{1}{2}$) a 75 mm (3"), marcas: DECA ou similar e preferencialmente deverão obedecer a NBR-10072.

c) As ventosas são instaladas para expelir o ar do interior das tubulações e deverão ser de funcionamento simples com flange (VSCF), conforme NBR 7675, ou com roscas (VSCR) BSP de 2" com adaptação a outros diâmetros por bucha de redução.

d) Deverão ser indicadas todas as conexões necessárias ao perfeito funcionamento da rede, em cada nó, detalhada de forma a ficar claro seu tipo e forma de especificação e execução da rede, de acordo com os catálogos dos fabricantes.

e) Os registros de gaveta devem ser previstos de maneira estratégica, para que, em cada manutenção um número reduzido de usuários fique sem abastecimento. Os registros serão do tipo de gaveta, devendo ser instalados em caixas de alvenaria de tijolos com tampa superior pré-moldada em concreto armado.

5.2.4. EXPRESSÕES UTILIZADAS E NORMA TÉCNICA DE REFERÊNCIA

O dimensionamento hidráulico foi realizado por meio de um modelo computacional já consagrado que adotou a fórmula de Hazen-Williams.

O dimensionamento e a concepção das redes de distribuição, foram realizados de acordo com a norma brasileira da ABNT, NBR 12218 - Elaboração de projeto hidráulico de redes de distribuição para abastecimento público.

5.2.5. LIGAÇÕES DOMICILIARES

As ligações domiciliares previstas na rede de distribuição foram do tipo tradicional, como a rede de distribuição projetada prevê o PVC. As ligações foram projetadas com um colar em PVC com o diâmetro nominal da rede de distribuição e um diâmetro de saída de 25 mm, uma vez que o ramal domiciliar também será de PVC com diâmetro de 25 mm.

5.3. RESERVAÇÃO

A reservação é empregada com os propósitos de atender às variações de consumo ao longo do dia; promover a continuidade do abastecimento no caso de paralisação da produção de água, manter pressões adequadas na rede de distribuição e garantir uma reserva estratégica em casos de incêndio.

A reservação inferior será em concreto armado, apoiado. No caso da reservação superior, serão adotados os reservatórios de fibra de vidro, tipo comercial, suspensos sobre estrutura pré-moldada de concreto armado.

Os reservatórios de fibra de vidro devem obedecer às recomendações das normas brasileiras sobre o assunto (NBR: 12217, 10355, 10354, 13210, 8220, 7821, 5650, 5649 e demais).

Para a rede projetada, foram adotados um reservatório inferior apoiado de 150 m³ e dois reservatórios elevados de 20 m³, perfazendo um volume de 40 m³, sendo todos eles localizados na área da ETA que será construída.

Tabela 7—Reservação necessária dos sistemas

Volume de reservação (m ³)	Reserva Inferior (m ³)	Reserva Superior (m ³)
190	150	40

5.4. ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

5.4.1. ASPECTOS GERAIS

Na definição do tipo de instalação elevatória e na localização dos reservatórios e bombas hidráulicas, deve-se considerar o uso mais eficaz da pressão disponível, tendo em vista a conservação de energia.

Nas instalações elevatórias por recalque de água, deverá ser utilizado um comando liga/desliga automático, condicionado ao nível de água nos reservatórios. Neste caso, este comando deve permitir também o acionamento manual para operações de manutenção.

Padronizou-se também a escolha de bombas de um mesmo fabricante como referência, o que levou à definição do número de unidades em cada elevatória, considerando sempre uma unidade de reserva, com capacidade percentual de reserva variável dependendo do número de conjuntos moto-bomba selecionados.

5.4.2. EXPRESSÕES UTILIZADAS NO DIMENSIONAMENTO

O dimensionamento hidráulico das estações elevatórias considerou as seguintes expressões:

- Altura Manométrica de Recalque

$H_{\text{man}} = H_g + h_b + h_a$, onde:

H_{man} - altura manométrica, em m;

H_g - desnível geométrico, em m;

h_b - perdas de carga no barrilete de recalque, em m;

h_a - perdas de carga na linha de recalque, em m;

- Perdas de Carga no Barrilete de Recalque

$$J_i = \frac{\Delta G}{L}$$

J - perda de carga, em m;

K - valor adimensional, característico de cada peça;

V - velocidade de escoamento, em m/s;

g - aceleração da gravidade, em m/s^2 .

- Perdas de Carga na Linha de Recalque (Fórmula de Hazzen Williams)

$$J = 10,643 \ C^{-1,852} \ Q^{1,852} \ D^{-4,87}, \text{ onde:}$$

J - perda de carga unitária, em m/m;

C - coeficiente característico da tubulação;

Q - vazão, em m³/s;

D - diâmetro, em m.

O diâmetro em cada linha de recalque foi determinada a partir da fórmula de Bresse.

➤ para adução contínua: $D = 1,2 \cdot Q^{1/2}$ (fórmula de Bresse)

➤ para adução descontínua: $D = 1,3 \cdot (X/24)^{1/4} \cdot Q^{1/2}$, X menor que 24 horas (fórmula de Forchheimer)

Onde:

K é um coeficiente que varia com os aspectos econômicos vigentes (adotado K=1);

D é o diâmetro econômico em metros e Q a vazão em m³/s

- Curva Característica do Sistema de Recalque

A curva característica do sistema de recalque pode ser expressa por:

$$H_{\text{man}} = H_g + a Q^2 + b Q^{1,852}, \text{ onde:}$$

H_{man} - altura manométrica, em m;

H_g - desnível geométrico, em m;

aQ^2 - perdas de carga localizadas = h_1 , em m;

$bQ^{1,852}$ - perdas de carga contínuas = h_2 , em m;

Q - descarga, em m³/h

- Potência dos Motores

$$P_B = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_{\text{man}}}{75 \eta_B}$$

P - potência da bomba, em CV;

Q - vazão, em m³/s;

H_{man} - altura manométrica total, em m;

h - rendimento do conjunto moto-bomba, igual ao produto de:

h_b - rendimento da bomba

h_m - rendimento do motor

Tabela 8 – Bombas dimensionadas do recalque

Sistema	Potência (CV)	Vazão (m ³ /h)	Altura Manométrica (m.c.a)	Recalque DN (mm)
APOIADO/ELEVADO	3,0	20,00	10,06	75
RETROLAVAGEM	3,0	19,60	9,98	75

5.4.3. BÓIAS AUTOMÁTICAS

A falta de água, estando a bomba em funcionamento, faz com que ela trabalhe a seco, com graves riscos para o conjunto motobomba. Para evitar essa possibilidade, diversos dispositivos de segurança foram inventados; um deles é a bóia automática.

Quando a vazão no reservatório apoiado é menor do que a da bomba, havendo, portanto, o perigo desta trabalhar a seco, usam-se bóias automáticas que se elevam ou se abaixam, acompanhando o nível da água do poço. As bóias automáticas desligam automaticamente o circuito elétrico que alimenta o motor da bomba, quando o nível da água no reservatório apoiado fica abaixo do nível de segurança preestabelecido; e fazem ligar automaticamente a bomba, quando o nível da água no reservatório apoiado chega ao nível superior preestabelecido para início de funcionamento. São dispositivos de segurança que visam a proteger a vida dos motores, resultando em economia de despesas.

5.4.4. CASA DE BOMBAS

O conjunto motobomba deve ser encerrado em um recinto, que se denomina casa de bombas, que tem por finalidade proteger o conjunto motobomba e seus equipamentos de proteção e partida contra intempéries; também permite a proteção do operador nos casos em que este deva estar presente.

A casa de bombas deve atender aos seguintes requisitos:

- ser construída assegurando-se que esteja fora do alcance das enchentes, evitando-se assim danos ao conjunto motobomba, por ocasião desse fenômeno;
- ter espaço necessário para operar com comodidade e suficiente para facilitar reparos. Ter saídas suficientemente amplas para retirada das peças. Os catálogos dos fabricantes de equipamentos fornecem as dimensões dos conjuntos, conexões e demais elementos que possam equipar a casa de bombas;
- ter boa drenagem e possibilidade de esgotamento. Às vezes, há necessidade de recorrer-se a uma drenagem superficial;

- ter ventilação adequada. No caso de conjuntos com motor a explosão ou diesel, a saída de gases do motor deve ser direcionada para fora do recinto;
- estar protegida contra incêndio;
- estar protegida contra a chuva;
- ter proteção térmica contra excesso de calor;
- ser construída dentro dos requisitos de segurança, de estrutura e de proteção sanitária.

5.5. SISTEMA DE TRATAMENTO

O objetivo do tratamento é a eliminação de qualquer organismo (condições bacteriológicas) ou forma (condição físico-química) que apresente uma forma de transmissão de doenças para o homem. Os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade estão descritos na portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde para a potabilidade da água.

A água para uso humano deve atender a rigorosos critérios de qualidade, de modo a não causar prejuízo à saúde de seus consumidores. Uma água própria para este fim é chamada de água potável e as características a que a mesma deve atender são os chamados padrões de potabilidade.

Optou-se por uma Estação compacta de operação simples e barata, visto que o desempenho das ETAs por dupla filtração nos abastecimentos d'água no Rio São Francisco mostram a adequação desta tecnologia, a qual pode ser adotada.

A Dupla Filtração consiste em Filtração Direta Ascendente seguida de Filtração Direta Descendente. Há vantagens deste tipo de tecnologia, não só em relação aos custos de implantação, pois não são necessárias unidades de floculação e de decantação, como aos relativos à operação e de manutenção, uma vez que a coagulação é realizada no mecanismo de adsorção/neutralização de cargas com redução de coagulante.

5.5.1. QUALIDADE DA ÁGUA BRUTA

Existem nos arquivos da Companhia de Saneamento do Estado de Alagoas - CASAL - uma série de análises referentes ao Rio São Francisco. Nessas análises, se verifica que as suas características apresentam variações.

As análises apresentadas na Tabela 9 resume três análises, realizadas pela CASAL e que demonstram que as características da água do canal atendem as exigências para o uso da tecnologia da Dupla Filtração.

Tabela 9 - Características da água bruta (Cansl do Sertão)

Data da Amostra		23/12/2014	21/05/2014	06/03/2014
Local da Amostra		Água Branca EE-04	Alto dos Coelhos	Alto dos Coelhos
ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA				
Características	VMP/VR	Campo dos valores observados		
pH	6 a 9,5	7,25	8,80	8,91
Cor aparente	15 uH	0,0	2,0	4,0
Turbidez	5 UT	3,35	5,12	2,78
Acidez	mg/L CaCO ₂	4,0	4,0	0,0
Alcalinidade OH ⁻	mg/L CaCO ₂	0,00	0,0	0,0
Alcalinidade CO ₃ ⁻	mg/L CaCO ₂	0,00	0,0	0,0
Alcalinidade HCO ₃ ⁻	mg/L CaCO ₂	40,00	26,0	36,0
Dureza Total	500 mg/L CaCO ₂	24,00	32,0	22,0
Dureza (carbonatos)	mg/L CaCO ₂	24,00	26,0	22,0
Dureza (n/carbonatos)	mg/L CaCO ₂	0,00	6,0	0,0
Cálcio	mg/L CaCO ₂	20,00	24,0	42,0
Magnésio	mg/L CaCO ₂	4,0	8,0	-20,0
Cloretos	250 mg/L CaCO ₂	9,00	8,0	10,0
Sílica	mg/L SiO ₂	4,60	5,0	2,90
Sulfato	250,0 mg/L SO ₄	1,00	2,0	1,90
Amônia	1,5 mg/L NH ₃	0,08	0,08	0,15
Nitrato	10,0 mg/L N	SD	0,03	NR
Nitrito	1,0 mg/L N	0,01	0,01	0,00
Ferro Total (mg/L)	0,30 mg/L Fe	0,26	0,64	0,07
Sódio	200 mg/L Na	7,0	NR	NR
Potássio	mg/L CO ₂	5,0	NR	NR
Sólidos Totais (mg/L)	1000 mg/L	40,0	84,0	78
MICROBIOLOGIA				
Coliformes Totais	Ausencia em	130,0	278,0	-
Escherichia Coli	Ausencia em	0,0	278,0	-

O pH e a alcalinidade estão dentro dos limites e não chegam a contra indicar a coagulação com Sulfato de Alumínio; nesse caso não é necessário o uso de alcalinizante para ajuste do pH de coagulação, a concentração de ferro não é muito alta, sendo possível reduzi-la a valores inferiores ao máximo permitido pelo padrão de potabilidade do Ministério da Saúde.

5.5.2. SELEÇÃO DE TECNOLOGIA DE TRATAMENTO

Levando-se em consideração os resultados operacionais de várias ETAs que empregam a dupla filtração, apresentando o seu efluente dentro dos padrões de potabilidade, foi possível deferir a concepção da ETA, empregando-se a tecnologia citada.

Há inúmeras vantagens deste tipo de tecnologia em relação àquela com tratamento em ciclo completo, não só em relação aos custos de implantação, como também os relativos à operação e manutenção. Não há necessidade de unidades de floculação e de decantação, além da coagulação ser realizada no mecanismo de neutralização de cargas, com redução considerável de coagulante e alcalinizante em comparação ao tratamento em ciclo completo, para o qual o mecanismo de coagulação é predominantemente realizado no mecanismo de varredura.

Considerando as características variáveis das águas, especialmente em épocas de chuva, a filtração direta ascendente foi prevista para funcionar com quatro descargas de fundo intermediárias, durante a carreira de filtração, e com aplicação simultânea de água na interface pedregulho-areia para evitar ocorrência de subpressão quando da execução de uma descarga. Tal procedimento irá concorrer para extração de parte do material retido no início da camada de areia e de quase a totalidade das impurezas retidas na camada de pedregulho, aumentando com isso a duração das carreiras de filtração. A filtração descendente funcionará como um polimento do efluente do ascendente.

As águas provenientes da adutora seguirão à câmara de carga, onde será aplicado o coagulante (sulfato de alumínio ou policloreto de alumínio). Após a aplicação, existe uma grade constituída de varões redondos de aço inoxidável, destinada à mistura do coagulante, a qual chamamos de misturador hidráulico.

Na sequência, a água coagulada será distribuída para os filtros de fluxo ascendente. O nível de água no interior da câmara de carga irá variar em função do grau de retenção de impurezas nos filtros. A câmara de carga dispõe de um medidor de nível, cuja variação indicará a necessidade da execução de descargas de fundo intermediárias. A princípio, a filtração direta ascendente deverá funcionar com programação de quatro descargas de fundo intermediárias, a partir da carga hidráulica disponível e da perda de carga na tubulação e nos meios granulares limpos. Como o efluente do filtro ascendente não necessita apresentar turbidez inferior a 1uT, pode-se adotar granulometria e taxa de filtração maiores comparados à filtração rápida ascendente somente.

O efluente dos filtros ascendentes é encaminhado então aos filtros de fluxo descendente, passando por um polimento que resulta numa turbidez final inferior a 1uT. Os filtros descendentes retêm as impurezas provenientes dos ascendentes, trabalhando com taxas de filtração maiores.

O efluente de cada filtro descendente passa então pela caixa niveladora, descarregando em tubulação coletora de água filtrada em diâmetro adequado ao projeto com suas subseqüentes ampliações de coleta, destinando-se ao reservatório semienterrado ou apoiado (água filtrada). Na tubulação de água filtrada, será adicionado o cloro para desinfecção, e próximo à entrada do reservatório, a suspensão de cal para correção final do pH.

A lavagem dos filtros ascendentes deverá ser realizada através de reservatório elevado ou moto bombas com velocidade ascensional de lavagem entre 0,9 e 1,1 m/min e um tempo de lavagem de 8 a 10 minutos. Para os descendentes, a velocidade deverá ser de 0,60 a 0,70 m/min, com tempo de lavagem entre 6 e 8 min.

O resultado final da dupla filtração é a produção econômica da água com características que, consistentemente, atendem ao Padrão Brasileiro de potabilidade.

- Unidade de filtração rápida com taxa declinante variável e fluxo descendente com taxa média de filtração de $360 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$ em leito filtrante de areia suportado por camadas de seixos rolados e sistema de auto-lavagem onde um filtro é lavado utilizando-se a água filtrada.

- Bombas Dosadoras de Químicos → Bombas composta de motor e cabeçotes apropriados para a dosagem de produtos químicos em estações de tratamento de água.

5.5.3. EQUIPAMENTOS

No caso em questão, será implantada uma ETA com essa finalidade. Esta consistirá em:

- Medidor de vazão, tipo hidrômetro Woltmam;
- Kits de dosagem e soluções químicas;
- Câmara de carga;
- Filtro ascendente do tipo floco decantador vertical;
- Filtro descendente do tipo filtro de areia
- Tanque de sedimentação para reutilização das águas de lavagem de 20 m³
- Leitos de secagem

Vale ressaltar que a ETA terá um sistema de retrolavagem por inversão de fluxo, utilizando a água do reservatório elevado.

As informações da ETA dimensionada estão no ANEXO A, que trata das cotações das ETA'S.

5.5.3.1. CAPACIDADE DAS UNIDADES

Foi adotado, de acordo com os módulos existentes em diversos fabricantes, a estação de tratamento compacta de 2,5 L/s.

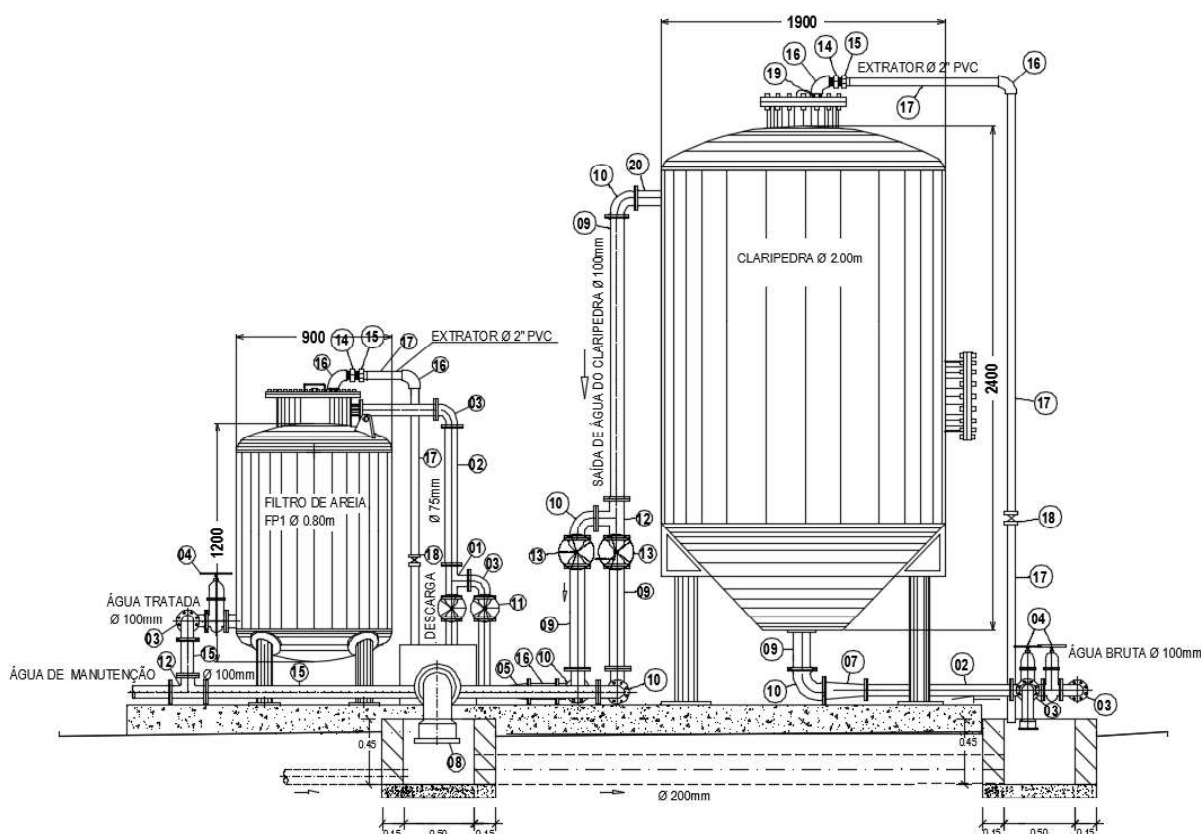


Figura 3 – Estação de Tratamento de Água (Módulo de Tratamento)

5.5.3.2. MEDIÇÃO DE VAZÃO

A vazão da água bruta afluyente à ETA será medida intercalando na adutora de água bruta, um equipamento de medição com intervalo de medição (hidrômetro Woltmam), antes da câmara de carga.

5.5.3.3. KIT DE DOSAGEM E SOLUÇÕES QUÍMICAS

Adição de Policloreto de Alumínio ou Coagulante Orgânico e Hipoclorito de Sódio como agentes coagulantes e desinfetantes, respectivamente, dosados antes do Clarificador de Contato, através de Kit de Preparação e Dosagem

- **Kit de Preparação e Dosagem de Produtos Químicos**

→ 03 unid. - Bomba Dosadora do tipo Diafragma, com acionamento elétrico e caixa em ABS, 1 cabeçote, niples, válvulas e mangueiras em Polietileno, anéis de vedação em Viton, diafragma em Teflon e filtro em Polipropileno.

- Vazão Máxima Regulável/Cabeçote..... 10 litros/h.
- N.º de Cabeçotes..... 01.
- Pressão máxima de trabalho..... 4,0 kgf /cm².
- Tensão de Alimentação..... 220 VAC – 50/60 Hz.
- Potência..... 140 watts.

→ 01 unid. - Bomba Dosadora do tipo Diafragma, com acionamento elétrico e caixa em ABS, 1 cabeçote, niples, válvulas e mangueiras em Polietileno, anéis de vedação em Viton, diafragma em Teflon e filtro em Polipropileno.

- Vazão Máxima Regulável/Cabeçote..... 0 a 20 litros/h.
- N.º de Cabeçotes..... 01.
- Pressão máxima de trabalho..... 4,0 kgf /cm².
- Tensão de Alimentação..... 220 VAC – 50/60 Hz.
- Potência..... 140 watts.

O fabricante deverá fornecer ainda os seguintes acessórios:

→ 04 unid. - Tanque de Preparação e Dosagem de Produtos Químicos com capacidade nominal de 100 litros, fabricado totalmente em Fibra de Vidro com resina específica para cada produto químico a ser dosado.

→ 02 unid. - Agitador Rápido Vertical, destinado à dissolução e suspensão do Sulfato de Alumínio ou Coagulante Orgânico, com eixo, hélice e luva de acoplamento em aço inox AISI 304.

5.5.3.4. MISTURA RÁPIDA E CÂMARA DE CARGA

A câmara de carga é o dispositivo pelo qual a água bruta vai ter a ETA, nela o nível de água irá variar em função do grau de retenção de impurezas nos filtros. Da Câmara de Carga a água vai ao Filtro Ascendente.

Será instalado um medidor de nível na câmara de carga, para aferir a carga sobre o leito filtrante, carga hidráulica disponível e da perda de carga no processo. Sua principal função é indicar a posição do NA na câmara, com o uso o filtro vai retraindo impurezas, e os vazios do meio poroso sofrem um estreitamento, aumentando assim a resistência ao fluxo da água (perda de carga), ocasionando a elevação do NA no interior da câmara. A perda de carga será restrita a 1,0 m.

Na face externa da Câmara, se destaca uma faixa, na qual deve se fixar o nível limite, que ao ser atingido se tem o limite de tolerância máxima (onde é colocado um TÊ); a água verte pelo TÊ indicando a necessidade de efetuar a lavagem do Filtro. As características da câmara de carga são:

5.5.3.5. SISTEMA DE FILTRAÇÃO

Cada filtro ascendente será composto de uma célula que terá forma cilíndrica vertical, com fundo formado por troncos cônicos e em cada tronco será instalado um difusor especial, que será interligado ao sistema tubular de distribuição de água de lavagem e coleta do lodo no momento da descarga de fundo. Internamente, cada filtro constará de tubulações em sistema de malha para introdução de água na interface areiapedregulho, calhas coletoras providas de orifícios, destinadas à coleta de água filtrada e/ou de lavagem, que conduz à caixa coletora externa onde será distribuída a água de lavagem para o sistema de drenagem e a filtrada para o reservatório.

O meio filtrante será composto por três camadas de areia apoiadas em oito camadas de pedregulho, que funcionarão como leito de contato para floculação, dispostos sobre os troncos cônicos. Cada filtro descendente será composto de uma célula que terá forma cilíndrica vertical, com fundo plano. Internamente, cada filtro constará de sistema tubular de coleta de água filtrada (e distribuição de água de lavagem), calha coletora provida de orifícios, destinada à coleta de água filtrada(proveniente do filtro ascendente) e/ou de lavagem, que conduz à caixa coletora externa onde será distribuída a água de lavagem para o sistema de drenagem. Acompanhando o filtro descendente, temos a caixa niveladora.

A unidade de filtração rápida terá com taxa declinante variável e fluxo descendente com taxa média de filtração de $360 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$ em leito filtrante de areia suportado por camadas de seixos rolados e sistema de auto-lavagem onde um filtro é lavado utilizando-se a água filtrada.

5.5.3.6. LAVAGEM DOS FILTROS

A lavagem de um filtro qualquer da bateria, será efetuada quando o nível máximo de água for atingido na câmara de carga ou no piezômetro, com água proveniente do reservatório semienterrado, por meio de conjuntos moto-bombas.

Como existe apenas um conjunto filtrante que irá trabalhar apenas durante 12 horas, os filtros serão lavados quando a adução não estiver operando, ou seja, os filtros estiverem fora de operação.

- **Filtro Ascendente**

A lavagem do filtro será realizada por meio da aplicação de água filtrada em contra-corrente, com velocidade ascensional de 0,80 m/min durante 10 minutos. A água para lavagem será proveniente de reservatório com capacidade prevista para tal finalidade.

Serão também realizadas descargas de fundo intermediárias. Esta operação será realizada algumas vezes ao longo das carreiras de filtração, isto é, entre lavagens sucessivas em um mesmo filtro, consistindo basicamente em abrir-se a descarga de fundo do filtro.

Nº de Filtros	1
Diâmetro do Filtro	1,5 m
Área de cada Filtro	1,77 m ²
Velocidade ascensional de lavagem	0,8 m/min
Duração da Lavagem	10 min
Vazão de lavagem	1,42 m ³ /min
Volume de lavagem	14,2 m ³
Volume total de lavagem	14,20 m³

- **Filtro Descendente**

A lavagem de um meio filtrante deve ser feita por água em fluxo ascensional para se ter a expansão do meio poroso entre 30 e 50%.

Neste caso optou-se por lavagem do filtro descendente a ser realizada por aplicação de água filtrada em contra-corrente, com velocidade ascensional de 0,65 m/min, durante 8 minutos.

Nº de Filtros	2
Diâmetro do Filtro	0,8 m
Área de cada Filtro	0,5 m ²
Velocidade ascensional de lavagem	0,65 m/min
Duração da Lavagem	8 min
Vazão de lavagem	0,33 m ³ /min
Volume de lavagem	2,64 m ³
Volume total de lavagem	5,30 m³

5.5.3.7. RESERVATÓRIO DE ÁGUA PARA LAVAGEM

A água para a lavagem de cada filtro será proveniente do reservatório elevado.

5.5.3.8. RECUPERAÇÃO DE ÁGUA DE LAVAGEM DOS FILTROS

As águas de lavagem dos filtros são os resíduos gerados na ETA, formados a partir das impurezas retiradas das águas brutas e dos produtos químicos utilizados no processo de tratamento, representando cerca de 2% a 5% do total da água tratada na ETA. Esses resíduos são comumente chamados de “despejos líquidos” e sua composição é função das características da água bruta e dos produtos químicos empregados na ETA.

Após o tratamento na estação, há necessidade de dispor adequadamente os despejos gerados. Esta tarefa exige quase sempre um novo projeto de equipamentos ou sistemas capazes de remover a água excedente desse material para adequá-lo à disposição. Desta forma foi projetada um sistema de recuperação das águas de lavagem dos filtros composto de:

- ✓ Tanque de sedimentação dos despejos de lavagem com aplicação de polímero;
- ✓ Recalque do sobrenadante (água clarificada) para a câmara de carga,
- ✓ Descarte do lodo para sedimentado para leito de secagem, com posterior descarte do lodo seco para o sistema de limpeza urbana.

Neste sistema a água de lavagem dos filtros chegará ao tanque de sedimentação, com uma concentração média de SST da ordem de 1.200 mg/L (0,114%), onde receberá polímero e passará por um período de repouso para que os sólidos presentes sejam sedimentados.

Após o período de sedimentação, o lodo decantado no fundo do tanque de clarificação será removido por meio de descarga de fundo para o leito de secagem, e a água clarificada será bombeada retornando a caixa de chegada de água bruta. O lodo seco será removido e encaminhado ao sistema de limpeza urbana.

O volume de água de lavagem gerado durante o dia depende da duração da carreira de filtração a qual por sua vez é função da qualidade da água bruta.

Para o dimensionamento do tanque de sedimentação foi considerado o volume de despejo referente às descargas de fundo e a lavagem dos filtros, assim calculado:

TANQUE DE SEDIMENTAÇÃO

$$V_{asc} = 14,20 \text{ m}^3$$

$$V_{desc} = 5,30 \text{ m}^3$$

Descarga de fundo

$$VF_d = Q_d \times T_d \times N =$$

$$Q_d = \text{Vazão de descarga de fundo} = 80 \text{ l/s}$$

$$T_d = \text{tempo da descarga} = 30 \text{ s}$$

$$N = \text{número de descargas de fundo} = 4$$

$$VF_d = 9,6 \text{ m}^3$$

$$V_{sed} = V_{asc} + V_{desc} + V_{Fd} = 29,10 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume adotado para a lavagem dos filtros} = 40,00 \text{ m}^3$$

• Dimensões do tanque:

O tanque será construído dentro do reservatório existente com dimensões de:

Altura:	1,50 m
Comprimento	5,15 m
Largura:	5,15 m

O tanque de recuperação de água de lavagem tem inclinação do fundo (10%) para direcionar o escoamento do lodo.

Supondo-se que 2% do volume de água descartada sedimenta em forma de lodo, o volume destinado ao acúmulo de lodo dentro do tanque de recuperação deve ser de aproximadamente 0,80 m³. A descarga de lodo, do tanque de recuperação aos leitos de secagem, se dará por meio de descarga hidráulica, utilizando-se tubulação perfurada colocada no fundo do tanque de recuperação, acionada por

meio de registro manual. Considerando que as águas de lavagens decantarão durante 2,0 horas e que o resíduo clarificado (sobrenadante) retornará a câmara de carga por bombeamento durante 2,0 horas, a vazão de bombeamento será de:

CÁLCULO DO BOMBEAMENTO DA ÁGUA DA RETROLAVAGEM

- * para adução contínua: $D = 1,2 \cdot Q^{1/2}$ (fórmula de Bresse)
- * para adução descontinua: $D = 1,3 \cdot (X/24)^{1/4} \cdot Q^{1/2}$, X menor que 24 horas (fórmula de Forchheimer)

Tempo de funcionamento da bomba (X): 2,0 horas

Q _{requerida}	19,60 m³/h	5,44 l/s
D _{calculado}	0,052 m	
D _{adotado}	0,075 m	

CÁLCULO DAS PERDAS DE CARGA

Cálculo da perdas de carga longitudinais (Hf) - Hazen Williams

Dado :

$$C = 130$$

$$J = \frac{10,64}{D^{4,87}} \cdot X \left(\frac{Q}{C} \right)^{1,852}$$

$$J = 0,0249664$$

CÁLCULO DA VELOCIDADE (v)

$$V = 0,355 \cdot C \cdot X \cdot D^{0,63} \cdot X \cdot J^{0,54}$$

$$V = 1,23$$

$$m/s$$

DESNÍVEL GEOMÉTRICO (hg):

$$L = 14,00 \quad m$$

$$Hg = Cma - Cme$$

$$Hg = 9,00 \quad m$$

$$HgT = Hg + Hr = 9,35 \quad m$$

$$C_{men} = 524,00$$

$$C_{maior} = 515,00$$

CÁLCULO DE PERDAS DE CARGA LOCALIZADAS

Recalque	75	mm	0,075 m
----------	----	----	---------

Peças	k	D	V	(K*V) ² /2g
Ligação de pressão	0,70	75	1,232	0,054
Ampliação gradual	0,30	75	1,232	0,023
Curva de 90o.	0,40	75	1,232	0,031
Registro gaveta	0,20	75	1,232	0,015
Válvula retenção	2,50	75	1,232	0,194
Barrilete				
Ampliação gradual	0,30	75	1,232	0,023
Registro de gaveta	0,20	75	1,232	0,015
Saída de canalização	1,00	75	1,232	0,077
Total - Hr(hlocalizada)				0,433

H sucção= 0,5 mca

ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL :

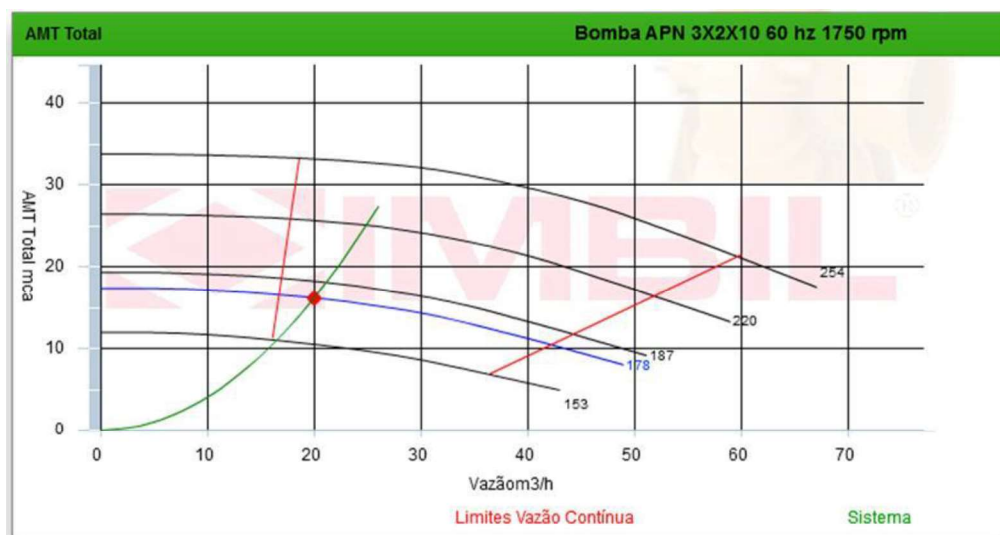
hf = 0,35
hg = 9,00
hlocalizada = 0,433
Hsucção = 0,20
AMT = hf+hfad+hg+ND+hlocal+hfiltro+hreserv.
AMT = 9,98 m.c.a

POTÊNCIA EXIGIDA NO EIXO DA BOMBA

$$P = \frac{Q(l/s) \times AMT}{75 \times \eta}$$

Nº de bombas: 1
Rendimento estimado 0,4992

Pot. bomba =	1,45 C.V.
Pot. motor =	2,18 C.V.
Potência comercial	3,00 C.V.



5.5.3.9. LEITO DE SECAGEM

As dimensões para o leito de secagem foram adotadas em função do volume de lodo descartado durante 10 dias, conforme cálculo abaixo:

Efluentes Gerados nos descartes do decantador

Dosagem do sulfato de alumínio: 40,00 mg/l (adotado)

Turbidez da água bruta 5,12 uT

Tempo e lavagem adotado: 10,00 m³/mim

Volume de água para lavagem de um filtro: 51,20 m³

$T_s = 18,08 \text{ gSST/m}^3 \text{ água tratada}$

Para volume diário de água tratada: 216,00 m³/dia

$T_s \text{ diária} = 3905,28 \text{ gSST/m}^3$

3,91 kgSST/dia

SS retido nos filtros: 3,91 kgSST/dia

Estimativo volume de lodo descartado dos decantadores

Adota-se o valor de 5,00 kgSS/m³ para concentração dos lodos sedimentados

Volume diário de lodo descartado: 0,78 m³

DIMENSIONAMENTO DOS LEITOS DE SECAGEMVolume de lodo desaguado por ciclo 7,81 m³/cicloDuração do ciclo de operação do leito de secagem => $T = T_s + T_L = 10,00$ dias

Altura do leito de secagem: 0,35 m

Área necessária ao leito de secagem: 22,32 m²*iv) Geometria das células de secagem*

Nº de células adotados 2

Área por célula 11,16 m²

Largura 3,00 m

Comprimento 4,00 m

6. TRANSIENTE HIDRÁULICO

Em um sistema hidráulico operando em regime permanente, os transitórios podem ser gerados pelas ações dos elementos ativos do sistema. Estas ações ou manobras implicam variações das condições operacionais iniciais até se atingir o regime permanente final. As manobras de ligar/desligar bombas, abrir/fechar válvulas poderão ser simultâneas e também poderão ocorrer ações adicionais que provocam transitórios.

Estas ações adicionais podem incluir mudanças no nível de líquido num reservatório, a modulação do consumo em uma rede de distribuição e, também a ruptura de uma tubulação em um dado momento. Destas três ações, as duas primeiras são geralmente consideradas manobras lentas ou muito lentas, razão pela qual o transiente gerado é irrelevante. No entanto, a ruptura de um conduto pode causar uma transição rápida, especialmente quando a ruptura é significativa e ocorre em um intervalo de tempo relativamente curto.

Para o abastecimento de água tratada não será necessário o estudo de transiente, visto que trata-se de recalque entre reservatórios inferior e superior, com altura máxima de 10 m.

7. SISTEMA VIÁRIO

O município de Pariconha está localizado no extremo oeste do Estado de Alagoas, limitando-se a norte com Tacaratu (PE), a sul com Delmiro Gouveia, a leste com Água Branca e a oeste com Jatobá (PE).

O acesso, a partir de Maceió, é feito através das rodovias pavimentadas BR-423, AL-145 e trecho em piçarra (8 km), com percurso total em torno de 314 km.

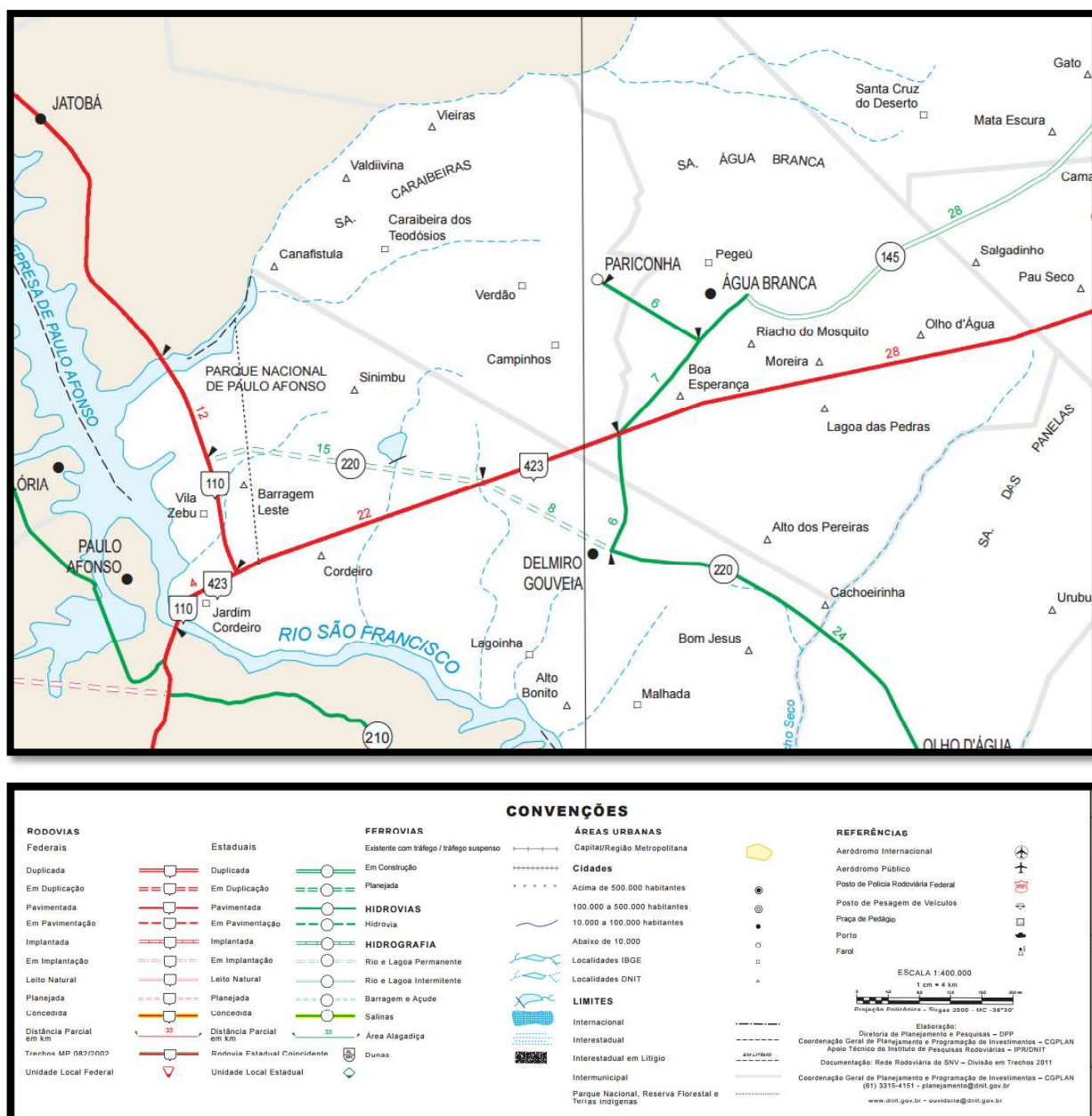


Figura 4 - Rota Pariconha. Fonte: COHIDRO – Consultoria, Estudos e Projetos.

7.1. ESTRADAS VICINAIS

As estradas vicinais de terra, também chamadas de estradas rurais ou agrovias, são vias locais, geralmente municipais, podem ser pavimentadas ou não, possuem pista única, tráfego reduzido e um padrão modesto de acabamento. Destinam-se a canalizar a produção para pólos com maior estrutura para armazenagem e comercialização.

A importância das vicinais nas áreas rurais está além do escoamento da produção e suprimento das cidades e comunidades locais. As vicinais possuem uma relevante função social, uma vez que proporcionam condições de acesso mais adequadas para as populações dessas áreas, bem como propiciam perspectivas de desenvolvimento econômico, por meio da conexão com outros meios de transporte.

Em visita realizada na região do projeto, foi verificado que apesar de não possuir pavimentação, a estrada vicinal se encontra em bom estado de conservação, não sendo necessária a implantação de uma nova estrada para o escoamento dos possíveis produtos gerados com a implantação deste projeto.

Vale ressaltar que na construção do Canal Adutor do Sertão Alagoano foram previstas estradas de circulação na área de sua abrangência, com o intuito de facilitar o fácil acesso das equipes responsáveis pelas obras a serem implantadas e ao tráfego de pessoas e o livre acesso as comunidades que circundam o canal.

Na Tabela 10 são apresentadas, resumidamente, a descrição das características das estradas de acesso e das estradas locais das comunidades.

Tabela 10 - Descrição das estradas de acesso e locais das comunidades de Delmiro Gouveia.

Núcleo Populacional	Município	Tipo	Descrição das estradas de acesso as comunidades	Estradas Locais
Araticum	Pariconha	Sítio	Fácil acesso por estrada sem pavimentação	Não possui pavimentação
Caldeirão	Pariconha	Sítio	Difícil acesso	Não possui pavimentação
Campinho	Pariconha	Distrito	Fácil acesso por estrada com pavimentação	Possui pavimentação
Caraibeiras do Teodosio	Pariconha	Povoado	Difícil acesso por estrada sem pavimentação	Possui pavimentação
Figueredo	Pariconha	Sítio	Fácil acesso por estrada sem pavimentação	Não possui pavimentação
Ouricuri	Pariconha	Aldeia	Fácil acesso por estrada sem pavimentação	Não possui pavimentação
Pé de serra	Pariconha	Sítio	Difícil acesso por estrada sem pavimentação	Não possui pavimentação
Piancó	Pariconha	Sítio	Difícil acesso por estrada sem pavimentação	Não possui pavimentação
Poço da Areia	Pariconha	Sítio	Difícil acesso por estrada sem pavimentação	Não possui pavimentação
Capim	Pariconha	Povoado	Fácil acesso por estrada sem pavimentação	Possui pavimentação
Queimadas	Pariconha	Sítio	Fácil acesso por estrada sem pavimentação	Não possui pavimentação
Rolas	Pariconha	Povoado	Fácil acesso por estrada sem pavimentação	Não possui pavimentação
Serra do Engenho	Pariconha	Sítio	Difícil acesso por estrada sem pavimentação	Não possui pavimentação
Serra da Jurema e Baixa Verde	Pariconha	Sítio	Difícil acesso por estrada sem pavimentação	Não possui pavimentação
Serrote dos Ovos	Pariconha	Sítio	Difícil acesso por estrada sem pavimentação	Não possui pavimentação
Serra dos Vitórios	Pariconha	Sítio	Difícil acesso por estrada sem pavimentação	Não possui pavimentação
Cachoeira	Pariconha	Sítio	Difícil acesso por estrada sem pavimentação	Não possui pavimentação
Tabuleiro	Pariconha	Sítio	Fácil acesso por estrada sem pavimentação	Não possui pavimentação
Tanque	Pariconha	Povoado	Difícil acesso por estrada sem pavimentação	Não possui pavimentação
Verdão	Pariconha	Povoado	Fácil acesso por estrada sem pavimentação	Não possui pavimentação
Vieira do moxotó	Pariconha	Sítio	Difícil acesso por estrada sem pavimentação	Não possui pavimentação

7.2. ACESSOS AOS POVOADOS DO SUBSISTEMA

O Subsistema XI contempla 21 (vinte e um) povoados os quais são: Rolas, Campinho, Tanque, Verdão, Capim, Caldeirão, Queimadas, Caraibeiras Do Teodosio, Araticum (Geripancó), Figueredo (Geripancó), Ouricuri (Geripancó), Tabuleiro, Piancó, Pé De Serra, Vieira Moxotó, Serrote Do Ovos, Cachoeira, Poço Da Areia, Serra Do Engenho, Serra Dos Vitórios, Serra Da Jurema E Da Baixa Verde, todos ficam próximos à BR-423 e AL-145, e todos próximos ao canal do sertão.

A seguir são apresentadas imagens do trajeto de acesso às comunidades contempladas no subsistema.

7.2.1. VIAS DOS POVOADOS

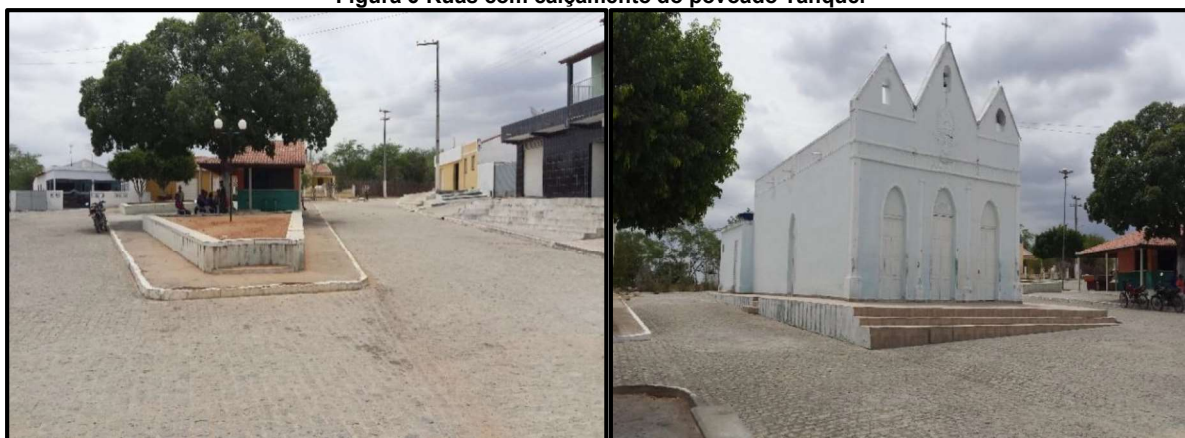
7.2.1.1. Povoado Tanque

O Povoado está localizado nas coordenadas UTM 24 606109E e 8972292N e é composto por 66 famílias. O acesso a este povoado é muito difícil e complicado e suas estradas locais possuem calçamento.

Figura 5- Acesso ao povoado Tanque.



Figura 6-Ruas com calçamento do povoado Tanque.



7.2.1.2. Povoado Caraibeiras do Teodosio

O Povoado está localizado nas coordenadas UTM 24 599516E e 8977709N e é composto por 230 famílias. O acesso a este povoado é muito difícil e complicado e suas estradas locais possuem calçamento.

Figura 7-Acesso ao povoado Caraibeiras do Teodosio.



Figura 8- Ruas com calçamento do povoado Caraibeiras do Teodosio.



7.2.1.3. Sítio Queimadas

Segundo consta no Termo de Referência o Sítio está localizado nas coordenadas UTM 24 604465E e 8977698N e é composto por 05 famílias. O acesso a este sítio é fácil e sem complicações, suas estradas locais não possuem calçamento.

Figura 9- Acesso ao sítio Queimadas.

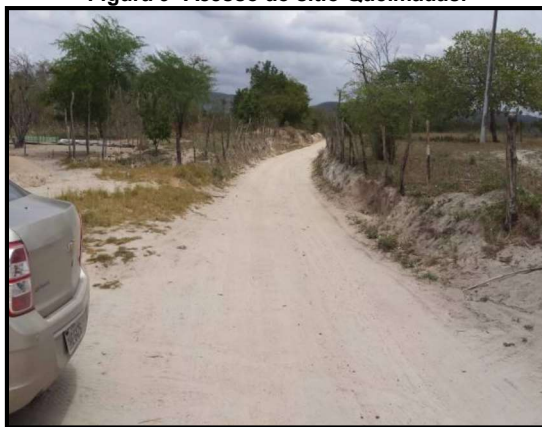


Figura 10- Ruas sem calçamento do sítio Queimadas.



7.2.1.4. Sítio Caldeirão

O sítio está localizado nas coordenadas UTM 24 604592E e 8977070N e é composto por 24 famílias. Este sítio não tem acesso veicular, a chegada até ele é muito complicada, havendo a necessidade de deixar o veículo muito distante e acessá-lo caminhando. Suas estradas locais não possuem calçamento. Trata-se de uma comunidade isolada.

Figura 11- Acesso ao sítio Caldeirão.



Figura 12- Ruas sem calçamento do sítio Caldeirão.



7.2.1.5. Povoado Capim

O Povoado está localizado nas coordenadas UTM 24 606596E e 8975908N e é composto por 132 famílias. O acesso a este povoado é fácil e suas estradas locais possuem calçamento.

Figura 13- Acesso ao povoado Capim.



Figura 14- Ruas sem pavimentação do povoado Capim.



7.2.1.6. Povoado Verdão

O Povoado está localizado nas coordenadas UTM 24 607504E e 8975568N e é composto por 108 famílias. O acesso a este povoado é fácil e suas estradas locais possuem calçamento.

Figura 15- Acesso ao povoado Verdão.



Figura 16- Ruas com calçamento do povoado Verdão.



7.2.1.7. Distrito Campinhos

O Distrito está localizado nas coordenadas UTM 24 608240E e 8973112N e é composto por 505 famílias. O acesso a este distrito é fácil e suas ruas possuem calçamento.

Figura 17- Acesso ao Distrito Campinhos.



Figura 18- Ruas com calçamento do Distrito Campinhos.



7.2.1.8. Sítio Araticum (Aldeia Geripancó)

O Sítio está localizado nas coordenadas UTM 24 606851E e 8978282N e é composto por 35 famílias. O acesso a este sítio é fácil e suas ruas não possuem calçamento.

Figura 19- Acesso ao Sítio Araticum (Aldeia Geripancó).



Figura 20- Ruas sem calçamento do Sítio Araticum (Aldeia Geripancó).



7.2.1.9. Sítio Figueredo (Aldeia Geripancó)

Segundo consta no Termo de Referência o Sítio está localizado nas coordenadas UTM 24 607113E e 8979077N e é composto por 103 famílias. O acesso a este sítio é fácil e suas ruas não possuem calçamento.

Figura 21- Acesso ao sítio Figueredo (Aldeia Geripancó).



Figura 22- Ruas sem calçamento do sítio Figueredo (Aldeia Geripancó).



7.2.1.10. Aldeia Ouricuri (Aldeia Geripancó)

A Aldeia está localizado nas coordenadas UTM 24 607099E e 8980378N e é composto por 119 famílias. O acesso a esta aldeia é fácil e suas ruas não possuem calçamento.

Figura 23- Acesso a Aldeia Ouricuri (Aldeia Geripancó).



Figura 24- Ruas sem calçamento da Aldeia Ouricuri (Aldeia Geripancó).



7.2.1.11. Sítio Tabuleiro

O Sítio está localizado nas coordenadas UTM 24 605944E e 8980597N e é composto por 30 famílias. O acesso a este sítio é fácil e suas ruas não possuem calçamento.

Figura 25- Acesso ao sítio Tabuleiro.



Figura 26- Ruas sem calçamento do sítio Tabuleiro.



7.2.1.12. Sítio Piancó

O Sítio está localizado nas coordenadas UTM 24 602549E e 8979393N e é composto por 04 famílias. O acesso a este sítio é muito difícil, muito isolado. quase sem acesso veicular e humano. Local inóspito, vazio e quase desabitado. Suas ruas não possuem calçamento.

Figura 27- Acesso ao sítio Piancó.



Figura 28- Ruas sem calçamento do sítio Piancó.



7.2.1.13. Sítio Poço da Areia

O sítio está localizado nas coordenadas UTM 24 597370E e 8979393N e é composto por 16 famílias. O acesso a este sítio é muito difícil e suas ruas não possuem calçamento.

Figura 29- Acesso ao sítio Poço da Areia.



Figura 30- Ruas sem calçamento do sítio Poço da Areia.



7.2.1.14. Povoado Rolas

O Povoado está localizado nas coordenadas UTM 24 608058E e 8969520N e é composto por 29 famílias. O acesso a este povoado é fácil e situa-se margiando o Canal do Sertão, com casas próximas, e suas ruas não possuem calçamento.

Figura 31- Acesso ao povoado Rolas.



Figura 32- Ruas sem calçamento do povoado Rolas.



7.2.1.15. Sítio Serra do Engenho

O sítio está localizado nas coordenadas UTM 24 610557E e 8978814N e é composto por 90 famílias. Possui um acesso muito difícil, com uma estrada muito íngreme, escorregadia ao sol do verão e com muito buraco. Suas ruas não possuem calçamento.

Figura 33- Acesso ao sítio Serra do Engenho.



Figura 34- Ruas sem calçamento do sítio Serra do Engenho.



7.2.1.16. Sítio Serra da Jurema

O Sítio está localizado nas coordenadas UTM 24 611939E e 8977530N e é composto por 93 famílias. O acesso a este sítio é muito difícil, com uma estrada muito íngreme, escorregadia ao sol do verão e com muito buraco. Suas ruas não possuem calçamento.

Figura 35- Acesso ao sítio Serra do Jurema.



Figura 36- Ruas sem calçamento do sítio Serra do Jurema.



7.2.1.17. Sítio Serra dos Vitórios

O Sítio está localizado nas coordenadas UTM 24 612689E e 8977739N e é composto por 71 famílias. O acesso a este sítio é muito difícil, com estrada muito escorregadia ao sol do verão. Suas ruas não possuem calçamento.

Figura 37- Acesso ao sítio Serra do Vitória.

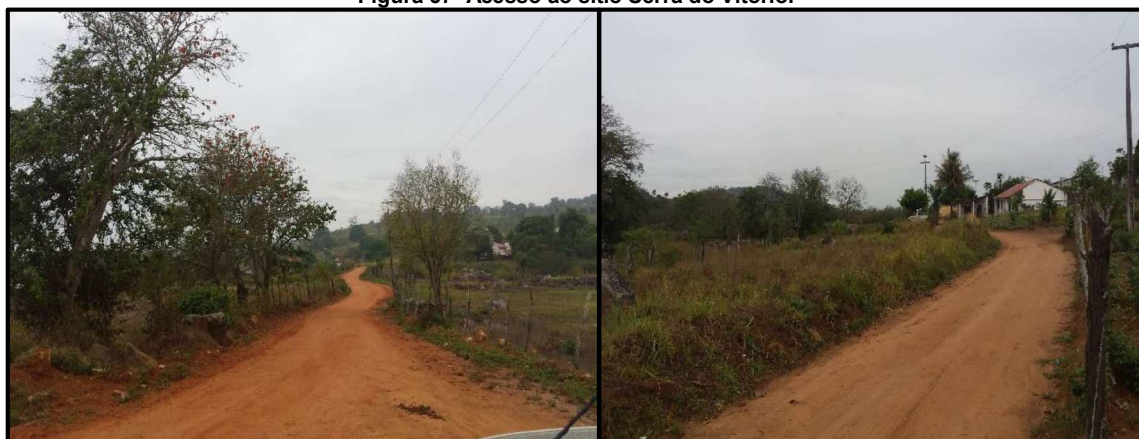


Figura 38- Ruas sem calçamento do sítio Serra do Vitória.



7.2.1.18. Sítio Pé da Serra

O Sítio está localizado nas coordenadas UTM 24 607854E e 8983439N e é composto por 05 famílias. O acesso a este sítio é muito difícil, sendo a estrada escorregadia ao sol do verão, e suas ruas não possuem calçamento.

Figura 39- Acesso ao sítio Pé da Serra.



Figura 40- Ruas sem calçamento do sítio Pé da Serra.



7.2.1.19. Sítio Vieira do Moxotó

O sítio está localizado nas coordenadas UTM 24 604316E e 8983439N e é composto por 22 famílias. O acesso a este sítio é muito difícil, com uma estrada muito escorregadia ao sol do verão, e suas ruas não possuem calçamento.

Figura 41- Acesso ao sítio Vieira Moxotó.



Figura 42- Ruas sem calçamento do sítio Vieira Moxotó.



7.2.1.20. Sítio Serrote dos Ovos

O Sítio está localizado nas coordenadas UTM 24 606768 E e 8986947N e é composto por 07 famílias. O acesso a este sítio é muito difícil e suas ruas não possuem calçamento.

Figura 43- Acesso ao sítio Serrote dos Ovos.



Figura 44- Ruas sem calçamento do sítio Serrote dos Ovos.



7.2.1.21. Sítio Cachoeira

O Sítio está localizado nas coordenadas UTM 24 607767 E e 8987480N e é composto por 15 famílias. O acesso a este sítio é muito difícil e suas ruas não possuem calçamento.

Figura 45- Acesso ao sítio Cachoeira.



Figura 46- Ruas sem pavimentação do sítio Cachoeira.



7.3. ACESSO AOS EQUIPAMENTOS URBANOS

Para a manutenção dos equipamentos do sistema não necessitarão de construção de novos acessos, visto que os mesmos estão localizados às margens das vias dos povoados. Isto também ocorre com a captação do sistema.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. Secretaria de Minas e Metalurgia; CPRM – Diagnostico do Município Delmiro Gouveia – 2007. Disponível www.cprm.gov.br/publique/media/geodiversidade_alagoas.pdf Acessado em: 05 de fevereiro de 2014.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. Secretaria de Minas e Metalurgia; CPRM – Diagnostico do Município Água Branca – 2007. Disponível www.cprm.gov.br/publique/media/geodiversidade_alagoas.pdf Acessado em: 10 de fevereiro de 2014.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. Secretaria de Minas e Metalurgia; CPRM – Diagnostico do Município Pariconha – 2007. Disponível www.cprm.gov.br/publique/media/geodiversidade_alagoas.pdf Acessado em: 18 de fevereiro de 2014.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: www.ibge.br. Acessado em: 11 de fevereiro de 2014. Enciclopédia Municípios de ALAGOAS – 3ª Edição

SEMARH BREENCOORP - Plano estadual de regionalização da gestão integrada de resíduos sólidos e plano de gestão integrada dos municípios inseridos na bacia do rio São Francisco –2011.

SEINFRA, 2011 - INTEGRAÇÃO DO CANAL DO SERTÃO COM O SISTEMA COLETIVO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUADO ALTO SERTÃO - RELATÓRIO DO PROJETO. Janeiro 2011.

Sydney Corrêa & Ruben F. de A. Bonfim: A Estrada de Ferro Paulo Afonso, 2001; Guia Geral das Estradas de Ferro do Brasil, 1960; Mapa - acervo R. M. Giesbrecht)

ÍNDICE GERAL

- VOLUME 1 - RELATÓRIO SÍNTESE DO PROJETO
- VOLUME 2 - SERVIÇOS DE CAMPO
 - TOMO I - CARTOGRAFIA
 - TOMO II - GEOTECNIA
 - TOMO III - PEDOLOGIA
- VOLUME 3 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS
 - TOMO I - OBRAS CIVIS
 - TOMO II - EQUIPAMENTOS HIDROMECAÑICOS
 - TOMO III - EQUIPAMENTOS ELETROMECAÑICOS
 - TOMO IV - EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS
 - TOMO V - SISTEMA DE AUTOMAÇÃO
- VOLUME 4 - PEÇAS GRÁFICAS
- VOLUME 5 - MEMORIAL DE CÁLCULO E DIMENSIONAMENTOS
- VOLUME 6 - ORÇAMENTO DO PROJETO
 - TOMO I - MEMORIAL DESCRITIVO E QUANTITATIVOS
 - TOMO II - COMPOSIÇÕES DE CUSTOS
 - TOMO III - PLANILHAS ORÇAMENTÁRIAS
 - TOMO IV – CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO DA OBRA
 - TOMO V- PROPOSTA DOS FORNECEDORES
- VOLUME 7 - ESTUDOS AMBIENTAIS
- VOLUME 8 - PROJETOS COMPLEMENTARES
 - TOMO I – PROJETO ELETRICO
 - TOMO II – PROJETO AUTOMAÇÃO/COMUNICAÇÃO
 - TOMO III – PROJETO ESTRUTURAL
 - TOMO IV – INSTALAÇÕES HIDROSANITARIA
- VOLUME 9 - RELATÓRIO DE DESAPROPIAÇÃO
- VOLUME 10 - MANUAL DE OPERAÇÃO DO SISTEMA

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	II
APRESENTAÇÃO	3
1. MEMORIAL DE CÁLCULO HIDRÁULICO	4
1.1 REDE DE DISTRIBUIÇÃO	4
1.2 SIMULAÇÃO HIDRÁULICA	6
1.3 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA	9
1.3.1 Aspectos gerais.....	9
1.3.2 Expressões utilizadas no dimensionamento	10
1.4 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA	12
1.4.1 Equipamentos.....	12
1.4.2 Dimensionamento das estruturas de concreto armado.....	22
ANEXO A	23
ANEXO B	24
ANEXO C	25
ANEXO D	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fórmulas para o cálculo da perda de carga contínua.....	7
Tabela 2 - Coeficientes das fórmulas de perda de carga para tubulações novas.....	7
Tabela 3 – Velocidade e vazões máximas em redes de abastecimento.....	9
Tabela 4 - Bombas dimensionadas do recalque	12

APRESENTAÇÃO

O Canal do Sertão Alagoano se consolida como a principal obra estruturante em andamento no estado, com objetivo de garantir o abastecimento de água aos municípios da bacia do rio São Francisco, zonas do sertão, transição e agreste alagoano, passando a viabilizar projetos tradicionais ligados à agricultura e pecuária, pois eliminará boa parte dos problemas que eram fatores limitantes na captação da calha do rio São Francisco.

Desta forma, as populações rurais difusas tradicionais, poderão ser atendidas em suas demandas de água. Principalmente as relativas ao abastecimento humano, pois sistemas de adução poderão agora ser propostos e efetivados e esta água então distribuída para as comunidades, através de subsistemas e redes de distribuição, além de possibilitar acesso aos perímetros irrigados, quintais, lotes e demais áreas rurais difusas.

Este sistema de distribuição de água para abastecimento, irrigação e dessedentação animal, além de promover o planejamento de ações territoriais para o desenvolvimento dos arranjos produtivos, demonstra também que poderá aliviar a sobrecarga de demanda e desperdícios de água tratada dos sistemas de abastecimento coletivos locais.

O objeto do Contrato de Prestação de Serviços nº5.045.000/2013 firmado entre a empresa COHIDRO Consultoria Estudos e Projetos, Ltda. e a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba - CODEVASF (doravante denominada CODEVASF) é o desenvolvimento dos serviços técnicos para elaboração do Projeto Básico de Sistemas de Abastecimento de Água para consumo humano e aproveitamento hidroagrícola em comunidades rurais difusas localizadas nos municípios de Pariconha, Delmiro Gouveia e Água Branca, no Estado de Alagoas, com suprimento hídrico pelo Canal do Sertão Alagoano.

O objetivo principal deste relatório é apresentar o Memorial de Cálculo e Dimensionamentos do Sistema de Água Tratada do SUBSISTEMA XII.

1. MEMORIAL DE CÁLCULO HIDRÁULICO

1.1 REDE DE DISTRIBUIÇÃO

Entende-se por rede de distribuição o conjunto de peças especiais destinadas a conduzir a água até os pontos de tomada das instalações prediais, ou os pontos de consumo público, sempre de forma contínua e segura.

O dimensionamento da rede foi realizado utilizando o Método do Seccionamento Fictício (MSF), considerando a altura do reservatório como carga de pressão de montante.

As redes foram projetadas como sendo do tipo ramificada, e quando necessário utilizando o MSF. O MSF é considerado ideal para comunidades de pequeno e médio porte e é usualmente utilizado no Brasil para este tipo de projeto. Esta forma de rede se adequa mais ao objetivo do projeto, que visa a menor perda de água por meio de ligações clandestinas.

As redes são consideradas pelo sentido de escoamento da água nas tubulações secundárias (ramificadas ou malhadas). Podem distribuir exclusivamente água potável (rede única) ou também água imprópria para beber (rede dupla). Podem situar-se em níveis diferentes nas cidades acidentadas, bem como possuir duas tubulações nas ruas largas ou tráfego intenso.

As profundidades das tubulações de distribuição foram determinadas de acordo com as condições de cada trecho projetado, levando-se em consideração o recobrimento mínimo da geratriz superior necessário (adotado 0,90 m).

A localização da rede de distribuição baseou-se nos seguintes princípios:

- a) **Topografia:** Utiliza-se para traçado da rede, planta baixa com levantamento planialtimétrico (curvas de nível de metro em metro) e semi-cadastral, com locação dos lotes e áreas de expansão, incluindo loteamentos aprovados ou previstos, indicação dos consumidores especiais e singulares, localização de estradas, estradas de ferro, e dos outros obstáculos naturais que necessitarão de obras especiais de travessia ou locação;

- b) **Zonas de pressão:** A rede de distribuição poderá ser subdividida em tantas zonas de pressão quanto for necessário para atender as condições de pressão impostas pela Norma;
- c) **Diâmetro das tubulações:** O diâmetro mínimo das tubulações principais das redes calculadas como malhada será em 50 mm;
- d) **Diâmetro dos condutos secundários:** O diâmetro interno mínimo dos condutos secundários da rede de distribuição será de 50 mm;
- e) **Análise do escoamento:** A análise do escoamento nas redes de distribuição, deverá ser feita com o emprego da fórmula universal da perda de carga:

$$J = f \cdot \frac{1}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Onde:

J = perda de carga uniformemente distribuída (m/m);

f = coeficiente de perda de carga distribuída (adimensional);

D = diâmetro hidráulico (m);

V = velocidade média na seção (m/s);

g = aceleração da gravidade (m/s²).

Uma vez estabelecido o consumo por lote, foram calculadas as tubulações de distribuição para funcionamento da rede de distribuição. Foi adotada como pressão mínima 6 m para garantir a eficácia do sistema.

A rede de distribuição pressurizada dimensionada tem como função conduzir a água de abastecimento desde a ETA até os lotes, com vazão e pressão adequadas ao perfeito funcionamento do sistema.

O "layout" da rede de distribuição obedeceu ao menor caminhamento possível, procurando evitar travessias de talwegues ou outros acidentes topográficos que implicassem em obras onerosas.

Nos pontos estratégicos da rede projetada, devem ser implantados registros de manobra de forma a seccionar o fluxo dos ramais avariados e efetuar eventuais reparos sem interromper o funcionamento do restante do sistema.

1.2 SIMULAÇÃO HIDRÁULICA

Para o cálculo de cada rede pressurizada observou-se o seguinte procedimento:

- a) A partir do "layout" otimizado concebido para a rede, estabeleceu-se uma subdivisão em trechos. Os trechos são segmentos limitados por nós, que, por sua vez, representam lotes ou derivações;
- b) Para cada nó, foi verificada a sua área de influência, definindo quais os lotes que cada nó abrangia. Feita essa divisão, calculou-se então o consumo de cada nó com o somatório dos consumos dos seus respectivos lotes;
- c) Em todos os nós são especificadas também as pressões necessárias ao atendimento otimizado do sistema. A pressão estabelecida considera a pressão mínima adotada para abastecer a casa de cada lote, levando em consideração a cota da propriedade mais desfavorável e as perdas, localizadas e distribuídas, em todo o sistema.

As tubulações são trechos que transportam água entre os vários pontos da rede. O EPANET é um software que considera que o escoamento ocorre sob pressão em todas as tubulações. O escoamento ocorre dos pontos com carga hidráulica mais elevada (energia interna por unidade de peso de fluido) para os pontos com carga hidráulica mais baixa.

O EPANET atribui como principais parâmetros a serem inseridos nas propriedades das tubulações:

- a) Nó inicial e final;
- b) Diâmetro;
- c) Comprimento;
- d) Coeficiente de rugosidade (para determinar a perda de carga);
- e) Estado (aberto, fechado ou contendo uma válvula de retenção).

A perda de carga hidráulica na tubulação, em consequência do trabalho realizado pelas forças resistentes, pode ser determinada de acordo com uma das seguintes fórmulas:

- a) Fórmula de Hazen-Williams;
- b) Fórmula de Darcy-Weisbach;
- c) Fórmula de Chezy-Manning.

As fórmulas para o cálculo da perda de carga contínua em escoamentos pressurizado e seus coeficientes podem ser vistas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1 - Fórmulas para o cálculo da perda de carga contínua.

Fórmula	Termo de Perda de Carga (A)	Expoente da Vazão (B)
Hazen-Williams	$10.674 \cdot C^{-1.852} \cdot d^{-4.871} \cdot L$	1.852
Darcy-Weisbach	$0.0827 \cdot f(\epsilon, d, q) \cdot d^{-5} \cdot L$	2
Chezy-Manning	$10.29 n^2 \cdot d^{-5.33} \cdot L$	2

Onde:

C = coeficiente da fórmula de Hazen-Williams

ϵ = rugosidade absoluta (ou rugosidade de Darcy-Weisbach) (mm)

f = fator de Darcy-Weisbach (depende de ϵ , d e q)

n = coeficiente de rugosidade de Manning

d = diâmetro da tubulação (m)

L = comprimento da tubulação (m)

q = vazão (m³/s).

Tabela 2 - Coeficientes das fórmulas de perda de carga para tubulações novas.

Material	C, Hazen-Williams (adimensional)	ϵ , Darcy-Weisbach (mm)	n, Manning (adimensional)
Ferrofundido	130–140	0.25	0.012–0.015
Concreto	120–140	0.3–3	0.012–0.017
Ferrog galvanizado	120	0.15	0.015–0.017
Plástico	140–150	0.0015	0.011–0.015
Aço	140–150	0.03	0.015–0.017
“Grés”	110	0.3	0.013–0.015

A análise hidráulica das redes está baseada na utilização da equação da continuidade, que estabelece, na condição de equilíbrio, ser nula a soma algébrica das vazões em cada nó da rede, e na aplicação de uma equação de resistência na

forma $\Delta H = KQ^n$ aos vários trechos. Como objetivo, deve-se determinar as vazões nos trechos de cotas piezométricas nos nós, a partir do conhecimento da vazão de distribuição para o sistema. Normalmente, as cargas cinéticas e as perdas de carga localizadas são negligenciadas no cálculo da rede.

Dois tipos de problemas podem ser analisados:

- a) Problema de verificação, que consiste em determinar as vazões nos trechos e as cotas piezométricas nos nós, para uma rede com diâmetros e comprimentos conhecidos. Este problema é determinado e tem solução única.
- b) Problema de determinação dos diâmetros, vazões nos trechos e cotas piezométricas nos nós, com condicionamento nas velocidades e pressões. Este problema admite várias soluções, podendo, porém, procurar-se a solução de mínimo custo.

Em relação às velocidades mínimas nos projetos, a NBR 12218/94 preconiza que devem ser de 0,6 m/s, e a máxima, de 3,5 m/s; estes limites referem-se às demandas máximas diárias no início e no final da etapa de execução da rede.

Existe uma tendência em aumentar os valores recomendados, baseados em critérios empíricos adquiridos através da experiência dos autores que os recomendam, no qual justificam que os limites são muito baixos e, objetivando compatibilizar o custo da tubulação com a segurança do sistema, estabelecem novos limites para as velocidades máximas do fluxo nas tubulações em função dos seus diâmetros, dos custos dos tubos e do risco de danos.

Em sistemas de distribuição de água, Granados (1990) admite valores de velocidades máximas até 2,0 m/s para diâmetros menores iguais a 250 mm, para os diâmetros entre 300 e 1000 mm recomenda velocidades entre 2,1 e 3,0 m/s e para diâmetros acima de 1000 mm ele propõem que $V_{\text{máx}} \text{ (m/s)} = 2 + D \text{ (m)}$ para $V_{\text{máx}} \geq 2,0$ m/s. e $D \geq 1000$

Esta relação é usada para o pré-dimensionamento dos diâmetros em redes ramificadas e malhadas. Considerando os estudos empíricos e, buscando otimizar o sistema, foram adotadas os seguintes limites de velocidade:

Tabela 3 – Velocidade e vazões máximas em redes de abastecimento.

D (mm)	V _{máx} (m/s)	Q _{máx} (l/s)
≤ 100	0,75	5,89
125	0,79	9,69
150	0,83	14,67
200	0,90	28,27
250	0,98	48,11
300	1,05	74,22
350	1,13	108,72
400	1,20	150,80
500	1,35	265,07
600	1,50	424,12
800	1,80	904,78

Na simulação hidráulica buscou-se atender as $V_{\text{máx}}$ referentes aos diâmetros correspondentes, entretanto, por diversas vezes foi necessário buscar uma otimização entre os diâmetros mínimos dos condutos, a velocidade mínima e a velocidade máxima dos tubos

Utilizando os critérios estabelecidos, simula-se o comportamento da rede verificando-se em cada nó o valor de pressão. Os resultados podem ser vistos no Anexo A.

1.3 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

1.3.1 Aspectos gerais

Na definição do tipo de instalação elevatória e na localização dos reservatórios e bombas hidráulicas, deve-se considerar o uso mais eficaz da pressão disponível, tendo em vista a conservação de energia.

Nas instalações elevatórias por recalque de água, deverá ser utilizado um comando liga/desliga automático, condicionado ao nível de água nos reservatórios. Neste caso, este comando deve permitir também o acionamento manual para operações de manutenção.

Padronizou-se também a escolha de bombas de um mesmo fabricante como referência, o que levou à definição do número de unidades em cada elevatória, considerando sempre uma unidade de reserva, com capacidade percentual de reserva variável dependendo do número de conjuntos moto-bomba selecionados.

1.3.2 Expressões utilizadas no dimensionamento

O dimensionamento hidráulico das estações elevatórias considerou as seguintes expressões:

a) Altura Manométrica de Recalque

$$H_{man} = H_g + h_b + h_a$$

Onde:

H_{man} = altura manométrica, em m;

H_g = desnível geométrico, em m;

h_b = perdas de carga no barrilete de recalque, em m;

h_a = perdas de carga na linha de recalque, em m;

b) Perdas de Carga no Barrilete de Recalque

$$J_i = \frac{\Delta G}{L}$$

Onde:

J = perda de carga, em m;

K = valor adimensional, característico de cada peça;

V = velocidade de escoamento, em m/s;

g = aceleração da gravidade, em m/s².

c) Perdas de Carga na Linha de Recalque (Fórmula de Hazen-Williams)

$$J = 10,643 C^{-1,852} Q^{1,852} D^{-4,87}$$

Onde:

J = perda de carga unitária, em m/m;

C = coeficiente característico da tubulação;

Q = vazão, em m³/s;

D = diâmetro, em m.

O diâmetro em cada linha de recalque foi determinado a partir da fórmula de Bresse.

- i. Para adução contínua: $D = 1,2.Q^{1/2}$ (fórmula de Bresse)
- ii. Para adução descontínua: $D = 1,3.(X/24)^{1/4}. Q^{1/2}$, sendo X menor que 24 horas (fórmula de Forchheimer)

Onde:

K = coeficiente que varia com os aspectos econômicos vigentes (adotado K=1);

D = diâmetro econômico em metros e Q a vazão em m³/s.

d) Curva Característica do Sistema de Recalque

A curva característica do sistema de recalque pode ser expressa por:

$$H_{\text{man}} = H_g + a Q^2 + b Q^{1,852}, \text{ onde:}$$

H_{man} = altura manométrica, em m;

H_g = desnível geométrico, em m;

aQ^2 = perdas de carga localizadas = h_1 , em m;

$bQ^{1,852} = \text{perdas de carga contínuas} = h_2, \text{ em m};$

$Q = \text{descarga, em m}^3/\text{h}.$

e) Potência dos Motores

$$P_B = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_{man}}{75 \cdot \eta_B}$$

Onde:

$P = \text{potência da bomba, em CV};$

$Q = \text{vazão, em m}^3/\text{s};$

$H_{man} = \text{altura manométrica total, em m};$

$\eta = \text{rendimento do conjunto moto-bomba, igual ao produto de:}$

$h_b = \text{rendimento da bomba}$

$h_m = \text{rendimento do motor}$

Tabela 4 - Bombas dimensionadas do recalque

Sistema	Potência (CV)	Vazão (m³/h)	Altura Manométrica (m.c.a)	Recalque DN (mm)
APOIADO/ELEVADO	3,0	20,00	28,17	100
RETROLAVAGEM	3,0	19,60	11,01	75

1.4 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

1.4.1 Equipamentos

No caso em questão, será implantada uma ETA com essa finalidade. Esta consistirá em:

- Medidor de vazão, tipo hidrômetro Woltmam;
- Kits de dosagem e soluções químicas:
- Câmara de carga;

- d) Filtro ascendente do tipo floco decantador vertical;
- e) Filtro descendente do tipo filtro de areia;
- f) Tanque de Contato de 10 m³;
- g) Tanque de sedimentação para reutilização das águas de lavagem de 20 m³;
- h) Leitos de secagem.

Vale ressaltar que a ETA terá um sistema de retrolavagem por inversão de fluxo, utilizando a água do reservatório elevado.

1.4.1.1 Capacidade das unidades

A ETA é apta para tratar a Demanda Máxima Diária ($Q_{\text{max,dia}} = 2,17 \text{ L/s}$).

Foi adotado, de acordo com os módulos existentes em diversos fabricantes, a estação de tratamento compacta de 2,5 L/s.

1.4.1.2 Medição de vazão

A vazão da água bruta afluyente à ETA será medida intercalando na adutora de água bruta, um equipamento de medição com intervalo de medição (hidrômetro Woltmam) para até 50 m³/h, antes da câmara de carga.

1.4.1.3 Kit de Dosagem e Soluções Químicas

Adição de Policloreto de Alumínio ou Coagulante Orgânico e Hipoclorito de Sódio como agentes coagulantes e desinfetantes, respectivamente, dosados antes do Clarificador de Contato, através de Kit de Preparação e Dosagem.

1.4.1.4 Kit de Preparação e Dosagem de Produtos Químicos

- a) 03 unid. - Bomba Dosadora do tipo Diafragma, com acionamento elétrico e caixa em ABS, 1 cabeçote, niples, válvulas e mangueiras em Polietileno, anéis de vedação em Viton, diafragma em Teflon e filtro em Polipropileno.
- i. Vazão Máxima Regulável/Cabeçote = 10 litros/h.
- ii. N.º de Cabeçotes = 01.

- iii. Pressão máxima de trabalho = 4,0 kgf /cm².
 - iv. Tensão de Alimentação = 220 VAC – 50/60 Hz.
 - v. Potência = 140 watts.
- b) 01 unid. - Bomba Dosadora do tipo Diafragma, com acionamento elétrico e caixa em ABS, 1 cabeçote, niples, válvulas e mangueiras em Polietileno, anéis de vedação em Viton, diafragma em Teflon e filtro em Polipropileno.

Vazão Máxima Regulável/Cabeçote = 0 a 20 litros/h.

- i. N.º de Cabeçotes = 01.
- ii. Pressão máxima de trabalho = 4,0 kgf /cm².
- iii. Tensão de Alimentação = 220 VAC – 50/60 Hz.
- iv. Potência = 140 watts.

O fabricante deverá fornecer ainda os seguintes acessórios:

- a) 04 unid. - Tanque de Preparação e Dosagem de Produtos Químicos com capacidade nominal de 100 litros, fabricado totalmente em Fibra de Vidro com resina específica para cada produto químico a ser dosado.
- b) 02 unid. - Agitador Rápido Vertical, destinado à dissolução e suspensão do Sulfato de Alumínio ou Coagulante Orgânico, com eixo, hélice e luva de acoplamento em aço inox AISI 304.

1.4.1.5 Mistura Rápida e Câmara de Carga

A câmara de carga é o dispositivo pelo qual a água bruta vai ter a ETA, nela o nível de água irá variar em função do grau de retenção de impurezas nos filtros. Da Câmara de Carga a água vai ao Filtro Ascendente.

Será instalado um medidor de nível na câmara de carga, para aferir a carga sobre o leito filtrante, carga hidráulica disponível e da perda de carga no processo. Sua principal função é indicar a posição do NA na câmara, com o uso o filtro vai retendo impurezas, e os vazios do meio poroso sofrem um estreitamento, aumentando assim

a resistência ao fluxo da água (perda de carga), ocasionando a elevação do NA no interior da câmara. A perda de carga será restrita a 1,0 m.

Na face externa da Câmara, se destaca uma faixa, na qual deve se fixar o nível limite, que ao ser atingido se tem o limite de tolerância máxima (onde é colocado um TÊ); a água verte pelo TÊ indicando a necessidade de efetuar a lavagem do Filtro. As características da câmara de carga são:

1.4.1.5.1 Sistema de Filtração

Cada filtro ascendente será composto de uma célula que terá forma cilíndrica vertical, com fundo formado por troncos cônicos e em cada tronco será instalado um difusor especial, que será interligado ao sistema tubular de distribuição de água de lavagem e coleta do lodo no momento da descarga de fundo. Internamente, cada filtro constará de tubulações em sistema de malha para introdução de água na interface areia/pedregulho, calhas coletoras providas de orifícios, destinadas à coleta de água filtrada e/ou de lavagem, que conduz à caixa coletora externa onde será distribuída a água de lavagem para o sistema de drenagem e a filtrada para o reservatório.

O meio filtrante será composto por três camadas de areia apoiadas em oito camadas de pedregulho, que funcionarão como leito de contato para floculação, dispostos sobre os troncos cônicos. Cada filtro descendente será composto de uma célula que terá forma cilíndrica vertical, com fundo plano. Internamente, cada filtro constará de sistema tubular de coleta de água filtrada (e distribuição de água de lavagem), calha coletora provida de orifícios, destinada à coleta de água filtrada (proveniente do filtro ascendente) e/ou de lavagem, que conduz à caixa coletora externa onde será distribuída a água de lavagem para o sistema de drenagem. Acompanhando o filtro descendente, temos a caixa niveladora.

A unidade de filtração rápida terá com taxa declinante variável e fluxo descendente com taxa média de filtração de $360 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$ em leito filtrante de areia suportado por camadas de seixos rolados e sistema de autolavagem onde um filtro é lavado utilizando-se a água filtrada.

1.4.1.5.2 Lavagem dos Filtros

A lavagem de um filtro qualquer da bateria, será efetuada quando o nível máximo de água for atingido na câmara de carga ou no piezômetro, com água proveniente do reservatório semienterrado, por meio de conjuntos moto-bombas.

Como existe apenas um conjunto filtrante que irá trabalhar apenas durante 12 horas, os filtros serão lavados quando a adução não estiver operando, ou seja, os filtros estiverem fora de operação.

a) Filtro Ascendente

A lavagem do filtro será realizada por meio da aplicação de água filtrada em contracorrente, com velocidade ascensional de 0,80 m/min durante 10 minutos. A água para lavagem será proveniente de reservatório com capacidade prevista para tal finalidade.

Serão também realizadas descargas de fundo intermediárias. Esta operação será realizada algumas vezes ao longo das carreiras de filtração, isto é, entre lavagens sucessivas em um mesmo filtro, consistindo basicamente em abrir-se a descarga de fundo do filtro.

Filtro Ascendente

N° de Filtros	1
Diâmetro do Filtro	1,5 m
Área de cada Filtro	1,77 m ²
Velocidade ascensional de lavagem	0,8 m/min
Duração da Lavagem	10 min
Vazão de lavagem	1,42 m ³ /min
Volume de lavagem	14,2 m ³
Volume total de lavagem	14,20 m³

b) Filtro Descendente

A lavagem de um meio filtrante deve ser feita por água em fluxo ascensional para se ter a expansão do meio poroso entre 30 e 50%.

Neste caso optou-se por lavagem do filtro descendente a ser realizada por aplicação de água filtrada em contracorrente, com velocidade ascensional de 0,65 m/min, durante 8 minutos.

Filtro Descendente

Nº de Filtros	2
Diâmetro do Filtro	0,8 m
Área de cada Filtro	0,5 m ²
Velocidade ascensional de lavagem	0,65 m/min
Duração da Lavagem	8 min
Vazão de lavagem	0,33 m ³ /min
Volume de lavagem	2,64 m ³
Volume total de lavagem	5,30 m³

Volume necessário para a lavagem dos filtros **19,50 m³**

1.4.1.6 Reservatório de Água para Lavagem

A água para a lavagem de cada filtro será proveniente do reservatório elevado existente.

1.4.1.7 Recuperação de Água de Lavagem dos Filtros

As águas de lavagem dos filtros são os resíduos gerados na ETA, formados a partir das impurezas retiradas das águas brutas e dos produtos químicos utilizados no processo de tratamento, representando cerca de 2% a 5% do total da água tratada na ETA. Esses resíduos são comumente chamados de “despejos líquidos” e sua composição é função das características da água bruta e dos produtos químicos empregados na ETA.

Após o tratamento na estação, há necessidade de dispor adequadamente os despejos gerados. Esta tarefa exige quase sempre um novo projeto de equipamentos ou sistemas capazes de remover a água excedente desse material para adequá-lo à disposição. Desta forma foi projetada um sistema de recuperação das águas de lavagem dos filtros composto de:

- a) Tanque de sedimentação dos despejos de lavagem com aplicação de polímero;

- b) Recalque do sobrenadante (água clarificada) para a câmara de carga;
- c) Descarte do lodo para sedimentado para leito de secagem, com posterior descarte do lodo seco para o sistema de limpeza urbana.

Neste sistema a água de lavagem dos filtros chegará ao tanque de sedimentação, com uma concentração média de SST da ordem de 1.200 mg/L (0,114%), onde receberá polímero e passará por um período de repouso para que os sólidos presentes sejam sedimentados.

Após o período de sedimentação, o lodo decantado no fundo do tanque de clarificação será removido por meio de descarga de fundo para o leito de secagem, e a água clarificada será bombeada retornando a caixa de chegada de água bruta. O lodo seco será removido e encaminhado ao sistema de limpeza urbana.

O volume de água de lavagem gerado durante o dia depende da duração da carreira de filtração a qual por sua vez é função da qualidade da água bruta.

Desta forma, foi considerada uma situação crítica de carreiras de filtração com duração de 24 horas. Para essa situação, ocorrerá a lavagem dos filtros em um dia.

Para o dimensionamento do tanque de sedimentação foi considerado o volume de despejo referente às descargas de fundo e a lavagem dos filtros, assim calculado:

TANQUE DE SEDIMENTAÇÃO

$$V_{asc} = 14,20 \text{ m}^3$$

$$V_{desc} = 5,30 \text{ m}^3$$

Descarga de fundo

$$VF_d = Q_d \times T_d \times N =$$

$$Q_d = \text{Vazão de descarga de fundo} = 80 \text{ l/s}$$

$$T_d = \text{tempo da descarga} = 30 \text{ s}$$

$$N = \text{número de descargas de fundo} = 4$$

$$VF_d = 9,6 \text{ m}^3$$

$$V_{sed} = V_{asc} + V_{desc} + VF_d = 29,10 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume adotado para a lavagem dos filtros} = 40,00 \text{ m}^3$$

Dimensões

$$\text{Altura: } 1,51 \text{ m}$$

$$\text{Comprimento: } 5,15 \text{ m}$$

$$\text{Largura: } 5,15 \text{ m}$$

d) Dimensões do tanque:

O tanque será construído dentro do reservatório existente com dimensões de:

Dimensões

$$\text{Altura: } 1,51 \text{ m}$$

$$\text{Comprimento: } 5,15 \text{ m}$$

$$\text{Largura: } 5,15 \text{ m}$$

O tanque de recuperação de água de lavagem, e inclinação do fundo (10%) para direcionar o escoamento do lodo.

Supondo-se que 2% do volume de água descartada sedimenta em forma de lodo, o volume destinado ao acúmulo de lodo dentro de tanque de recuperação deve ser de aproximadamente $0,80 \text{ m}^3$. A descarga de lodo, do tanque de recuperação aos leitos de secagem, se dará por meio de descarga hidráulica, utilizando-se tubulação perfurada colocada no fundo do tanque de recuperação, acionada por meio de registro manual. Considerando que as águas de lavagens decantarão durante 2,0 horas e que o resíduo clarificado (sobrenadante) retornará a câmara de carga por bombeamento durante 2,0 horas, a vazão de bombeamento será de:

CÁLCULO DO BOMBEAMENTO DA ÁGUA DA RETROLAVAGEM

® para adução contínua: $D = 1,2 \cdot Q^{1/2}$ (fórmula de Bresse)

® para adução descontinua: $D = 1,3 \cdot (X/24)^{1/4} \cdot Q^{1/2}$, X menor que 24 horas (fórmula de Forchheimer)

Tempo de funcionamento da bomba (X): 2,0 horas

Q requerida	19,60 m ³ /h	5,44 l/s
D calculado	0,052 m	
D adotado	0,075 m	

CÁLCULO DAS PERDAS DE CARGA

Cálculo da perdas de carga longitudinais (Hf) - Hazen Williams

Dado :

C= **130**

$$J = \frac{10,64}{D^{4,87}} \times \left(\frac{Q}{C} \right)^{1,852} \quad J = 0,0249664$$

CÁLCULO DA VELOCIDADE (v)

$$V = 0,355 \times C \times D^{0,63} \times J^{0,54} \quad V = 1,23 \quad \text{m/s}$$

DESNÍVEL GEOMÉTRICO (hg):

L =	14,00	m		
Hg =	Cma-Cme		Cmen =	524,00
Hg =	9,00	m	Cmaior =	515,00
HgT= Hg+Hr=	9,35	m		

CÁLCULO DE PERDAS DE CARGA LOCALIZADAS

Recalque		75	mm	0,075 m
Peças	k	D	V	(K*V)²/2g
Ligação de pressão	0,70	75	1,232	0,054
Ampliação gradual	0,30	75	1,232	0,023
Curva de 90o.	0,40	75	1,232	0,031
Registro gaveta	0,20	75	1,232	0,015
Válvula retenção	2,50	75	1,232	0,194
Barrilete				
Ampliação gradual	0,30	75	1,232	0,023
Registro de gaveta	0,20	75	1,232	0,015
Saída de canalização	1,00	75	1,232	0,077
Total - Hr(hlocalizada)				0,433
H sucção=		0,5	mca	

ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL :

hf =	0,35	
hg=	9,00	
hlocalizada=	0,433	
Hsucção=	0,20	
AMT = hf+hg+ND+hlocal+hfiltro+hreserv.		
AMT =	9,98	m.c.a

POTÊNCIA EXIGIDA NO EIXO DA BOMBA

$$P = \frac{Q(l/s) \times AMT}{75 \times \eta}$$

Nº de bombas:	1
Rendimento estimado	0,4992

Pot. bomba =	1,45 C.V.
Pot. motor =	2,18 C.V.
Potência comercial	3,00 C.V.

1.4.1.8 Leito de Secagem

As dimensões para o leito de secagem foram adotadas em função do volume de lodo descartado durante 10 dias, conforme cálculo abaixo:

Efluentes Gerados nos descartes do decantador

Dosagem do sulfato de alumínio: 40,00 mg/l (adotado)

Turbidez da água bruta 5,12 uT

Tempo e lavagem adotado: 10,00 m³/mim

Volume de água para lavagem de um filtro: 51,20 m³

Ts= 18,08 gSST/m³ água tratada

Para volume diário de água tratada: 216,00 m³/dia

Ts diária= 3905,28 gSST/m³**3,91 kgSST/dia**

SS retido nos filtros: 3,91 kgSST/dia

Estimativo volume de lodo descartado dos decantadores

Adota-se o valor de 5,00 kgSS/m³ para concentração dos lodos sedimentados

Volume diário de lodo descartado: 0,78 m³**DIMENSIONAMENTO DOS LEITOS DE SECAGEM**

Volume de lodo desaguado por ciclo 7,81 m³/ciclo

Duração do ciclo de operação do leito de secagem => $T = T_s + T_L = 10,00$ dias

Altura do leito de secagem: 0,35 m

Área necessária ao leito de secagem: 22,32 m²

iv) Geometria das células de secagem

Nº de células adotados 2

Área por célula 11,16 m²

Largura 3,00 m**Comprimento 4,00 m****1.4.2 Dimensionamento das estruturas de concreto armado**

As memórias de cálculo do dimensionamento das estruturas de concreto pertencentes a ETA está no Anexo C.

ANEXO A

-DIMENSIONAMENTO DAS BOMBAS E RETROLAVAGEM DOS FILTROS-

ANEXO B

-RESULTADOS DA SIMULAÇÃO HIDRÁULICA-

ANEXO C

-MEMORIAL DE CÁLCULO ESTRUTURAL-

ANEXO D

- MEMORIAL DE CÁLCULO E DESCRITIVO DO PROJETO ELÉTRICO/AUTOMAÇÃO -

ANEXO A

-DIMENSIONAMENTO DAS BOMBAS E RETROLAVAGEM DOS FILTROS-

MEMÓRIA DE CÁLCULO - SUBSISTEMA XII

DEMANDA HÍDRICA DO PROJETO

Os parâmetros adotados:

População Atual

1273 hab

Consumo diário per-capita =

120 l/dia/hab.

Coefficiente de atendimento p/ dia de maior consumo - K_1 =

1,2

Coefficiente de atendimento p/ hora de maior consumo - K_2 =

1,5

Coefficiente de atendimento considerando as perdas - K_3 =

1,2

Horizonte de projeto

20

Taxa de crescimento - IBGE

1,00%

ANO	HABITANTES
2015	1286
2016	1299
2017	1312
2018	1326
2019	1340
2020	1354
2021	1368
2022	1382
2023	1396
2024	1410

ANO	HABITANTES
2025	1425
2026	1440
2027	1455
2028	1470
2029	1485
2030	1500
2031	1515
2032	1531
2033	1547
2034	1563

VAZÕES DE PROJETO

	Vazão (l/s)			
	Média	Máxima Diária	Máxima Horária	Adotada
Início de plano	1,77	2,120	3,180	3,816
Fim de plano	2,17	2,600	3,900	4,680

	Vazão (m³/h)			
	Média	Máxima Diária	Máxima Horária	Adotada
Início de plano	6,372	7,632	11,448	13,7376
Fim de plano	7,812	9,36	14,04	16,848

RESERVAÇÃO

Vazão Máxima Horária	2,600 l/s
	9,360 m³/h

Volume diário de distribuição: 224,64 m³

Volume mínimo = $1 / ((k_2 - 1) / \pi) * 24 * k_1 * V =$ 35,81 m³

Volume de atendimento: **190 m³**

Reservatório Inferior: **150 m³** 78,95%

Reservatório Superior: **40 m³** 21,05%

TRECHO - RESERVATÓRIO APOIADO PARA ELEVADO

® para adução contínua: $D = 1,2 \cdot Q^{1/2}$ (fórmula de Bresse)

® para adução descontínua: $D = 1,3 \cdot (X/24)^{1/4} \cdot Q^{1/2}$, X menor que 24 horas (fórmula de Forchheimer)

Quantidade de bombeamentos no dia

3

Tempo de funcionamento da bomba (X):

2,0 horas

Q _{requerida}	20,00 m ³ /h	5,56 l/s
D _{calculado}	0,052 m	
D _{adotado}	0,100 m	100 mm

CÁLCULO DAS PERDAS DE CARGA

Cálculo da perdas de carga longitudinais (Hf) - Hazen Williams

Dado :

C= **130**

$$J = \frac{10,64}{D^{4,87}} x \left(\frac{Q}{C} \right)^{1,852}$$

J = 0,0063849 m/m

PERDAS DE CARGAS POR ATRITO E ACIDENTAIS

Profundidade de colocação da bomba(PC)

3

Comprimento do barrilete(L)

3

L_{total} = PC+L

L_{total} = 6

m Hf = JxL

Hf = 0,04

m.c.± Hfacid.=5%Hf

Hfacid.= 0,002

CÁLCULO DA VELOCIDADE (v)

$$V = 0,355 x C x D^{0,63} x J^{0,54}$$

V= 0,71 m/s

DESNÍVEL GEOMÉTRICO (hg):

Hg = Cma-Cme		Cma = Maior cota do perfil =	530,50
Hg =	27,50	m Mc = Menor cota do perfil=	503,00
HgT= Hg+Hr=	27,50	m	

CÁLCULO DE PERDAS DE CARGA LOCALIZADAS

Recalque	100	mm
----------	-----	----

0,100 m

Peças	k	D	V	(K*V)^2/2g
Ligação de pressão				0,087
Ampliação gradual	0,30	100	0,707	0,008
Curva de 90o.	0,40	100	0,707	0,010
Registro gaveta	0,20	100	0,707	0,005
Válvula retenção	2,50	100	0,707	0,064
Barrilete				0,038
Ampliação gradual	0,30	100	0,707	0,008
Registro de gaveta	0,20	100	0,707	0,005
Saída de canalização	1,00	100	0,707	0,026
Total - Hr(hlocalizada)				0,125
H sucção= 0,5 mca				

ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL :

hf =	0,04
hg=	27,50
hlocalizada=	0,125
hacidetal=	0,002
Hsução=	0,50

AMT = hf+hacid+hg+ND+hlocal+hfiltro+hreserv.

AMT = 28,17 m.c.a

POTÊNCIA EXIGIDA NO EIXO DA BOMBA

$$P = \frac{Q(l/s) \times AMT}{75 \times \eta}$$

N° de bombas: 1
Rendimento estimado 0,6132

Pot. bomba =	3,40 C.V.
Pot. motor =	4,42 C.V.
Potência comercial	5,00 C.V.



MEMÓRIA DE CÁLCULO - SUBSISTEMA XII

LAVAGEM DOS FILTROS

Vazão Nominal da ETA: **2,50 l/s**
216,00 m³/dia

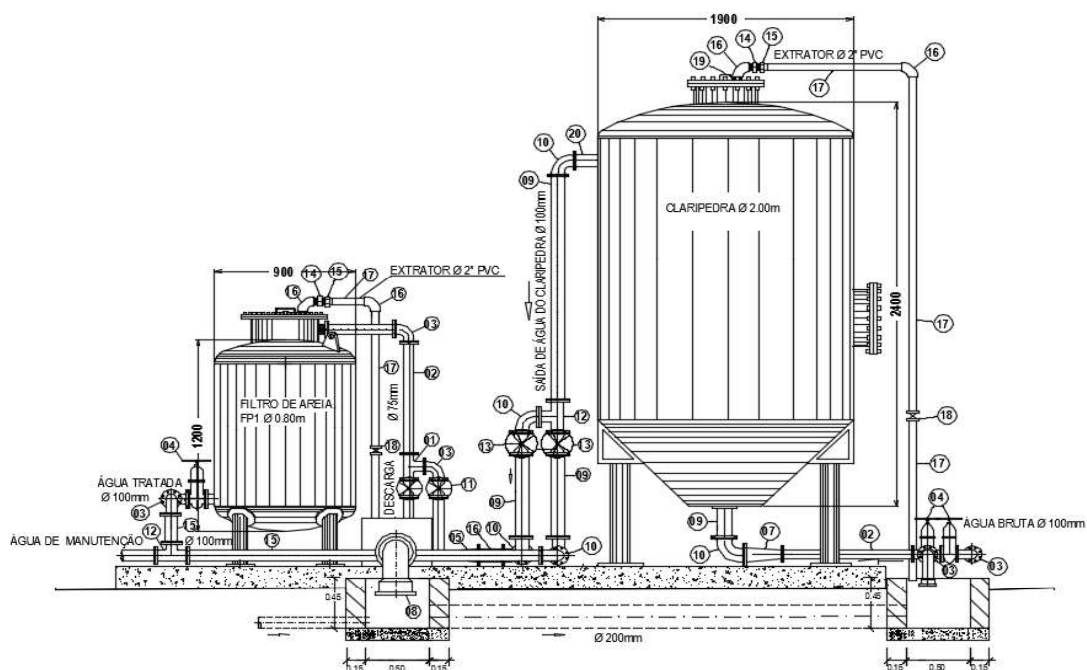
Filtro Ascendente

Nº de Filtros	1
Diâmetro do Filtro	1,5 m
Área de cada Filtro	1,77 m²
Velocidade ascensional de lavagem	0,8 m/min
Duração da Lavagem	10 min
Vazão de lavagem	1,42 m³/min
Volume de lavagem	14,2 m³
Volume total de lavagem	14,20 m³

Filtro Descendente

Nº de Filtros	2
Diâmetro do Filtro	0,8 m
Área de cada Filtro	0,5 m²
Velocidade ascensional de lavagem	0,65 m/min
Duração da Lavagem	8 min
Vazão de lavagem	0,33 m³/min
Volume de lavagem	2,64 m³
Volume total de lavagem	5,30 m³

Volume necessário para a lavagem dos filtros **19,50 m³**



Efluentes Gerados nos descartes do decantador

Dosagem do sulfato de alumínio: 40,00 mg/l (adotado)
Turbidez da água bruta 5,12 uT
Tempo e lavagem adotado: 10,00 m³/mim
Volume de água para lavagem de um filtro: 51,20 m³

Ts= 18,08 gSST/m³ água tratada

Para volume diário de água tratada: 216,00 m³/dia

Ts diária= 3905,28 gSST/m³

3,91 kgSST/dia

SS retido nos filtros: 3,91 kgSST/dia

Estimativado volume de lodo descartado dos decantadores

Adota-se o valor de 5,00 kgSS/m³ para concentração dos lodos sedimentados

Volume diário de lodo descartado: 0,78 m³

DIMENSIONAMENTO DOS LEITOS DE SECAGEM

Volume de lodo desaguado por ciclo 7,81 m³/ciclo
Duração do ciclo de operação do leito de secagem => $T = T_s + T_L = 10,00$ dias

Altura do leito de secagem: 0,35 m
Área necessária ao leito de secagem: 22,32 m²

iv) Geometria das células de secagem

Nº de células adotados 2
Área por célula 11,16 m²
Largura 3,00 m
Comprimento 4,00 m

RECUPERAÇÃO DE ÁGUA DE LAVAGEM DOS FILTROS

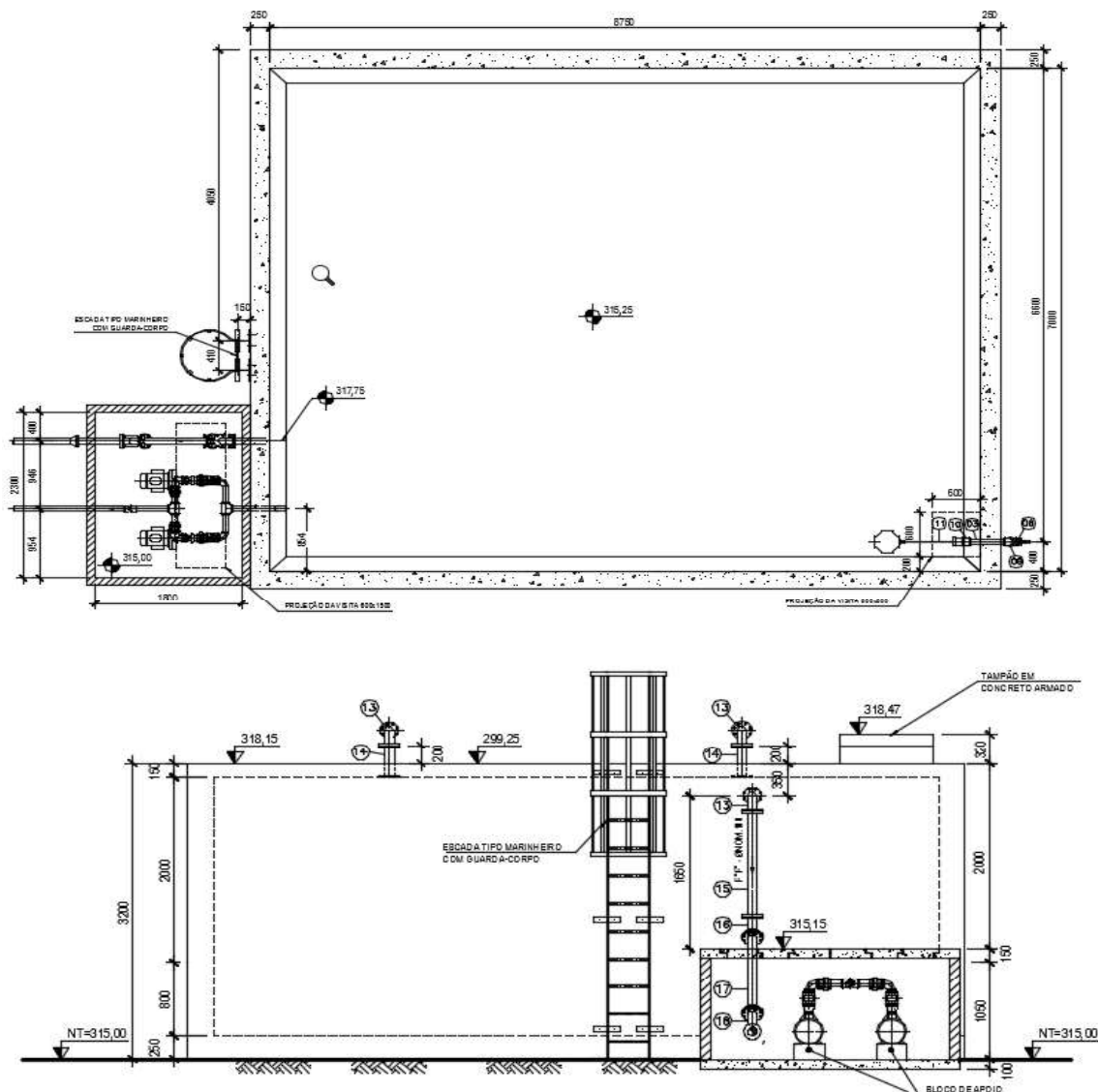
TANQUE DE SEDIMENTAÇÃO

$V_{asc} =$	14,20 m³
$V_{desc} =$	5,30 m³
Descarga de fundo	
$VF_d = Q_d \times T_d \times N =$	
$Q_d =$ Vazão de descarga de fundo =	80 l/s
$T_d =$ tempo da descarga =	30 s
$N =$ número de descargas de fundo	4
$VF_d =$	9,6 m³
$V_{sed} = V_{asc} + V_{desc} + V_{Fd} =$	29,10 m³

Volume adotado para a lavagem dos filtros 40,00 m³

Dimensões

Altura:	1,51 m
Comprimento	5,15 m
Largura:	5,15 m



CÁLCULO DO BOMBEAMENTO DA ÁGUA DA RETROLAVAGEM

- ® para adução contínua: $D = 1,2 \cdot Q^{1/2}$ (fórmula de Bresse)
- ® para adução descontínua: $D = 1,3 \cdot (X/24)^{1/4} \cdot Q^{1/2}$, X menor que 24 horas (fórmula de Forchheimer)

Tempo de funcionamento da bomba (X): **2,0 horas**

Q requerida	19,60 m ³ /h	5,44 l/s
D calculado	0,052 m	
D adotado	0,075 m	

CÁLCULO DAS PERDAS DE CARGA

Cálculo da perdas de carga longitudinais (Hf) - Hazen Williams

Dado :

C= **130**

$$J = \frac{10,64}{D^{4,87}} \times \left(\frac{Q}{C} \right)^{1,852}$$

J= 0,0249664

CÁLCULO DA VELOCIDADE (v)

$$V = 0,355 \times C \times D^{0,63} \times J^{0,54}$$

V= 1,23 m/s

DESNÍVEL GEOMÉTRICO (hg):

L = **15,00** m

Hg = Cma-Cme

Hg = **10,00** m

HgT= Hg+Hr= **10,37** m

C_{men} = **513,00**

C_{maior} = **503,00**

CÁLCULO DE PERDAS DE CARGA LOCALIZADAS

Recalque	75	mm	0,075
----------	-----------	----	-------

Peças	k	D	V	(K*V)^2/2g
Ligação de pressão	0,70	75	1,232	0,054
Ampliação gradual	0,30	75	1,232	0,023
Curva de 90o.	0,40	75	1,232	0,031
Registro gaveta	0,20	75	1,232	0,015
Válvula retenção	2,50	75	1,232	0,194
Barrilete				
Ampliação gradual	0,30	75	1,232	0,023
Registro de gaveta	0,20	75	1,232	0,015
Saída de canalização	1,00	75	1,232	0,077
Total - Hr(hlocalizada)				0,433

H sucção= **0,5** mca

ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL :

hf = 0,37

hg= 10,00

hlocalizada= 0,433

Hsucção= 0,20

AMT = hf+haacid+hg+ND+hlocal+hfiltro+hreserv.

AMT = **11,01** m.c.a

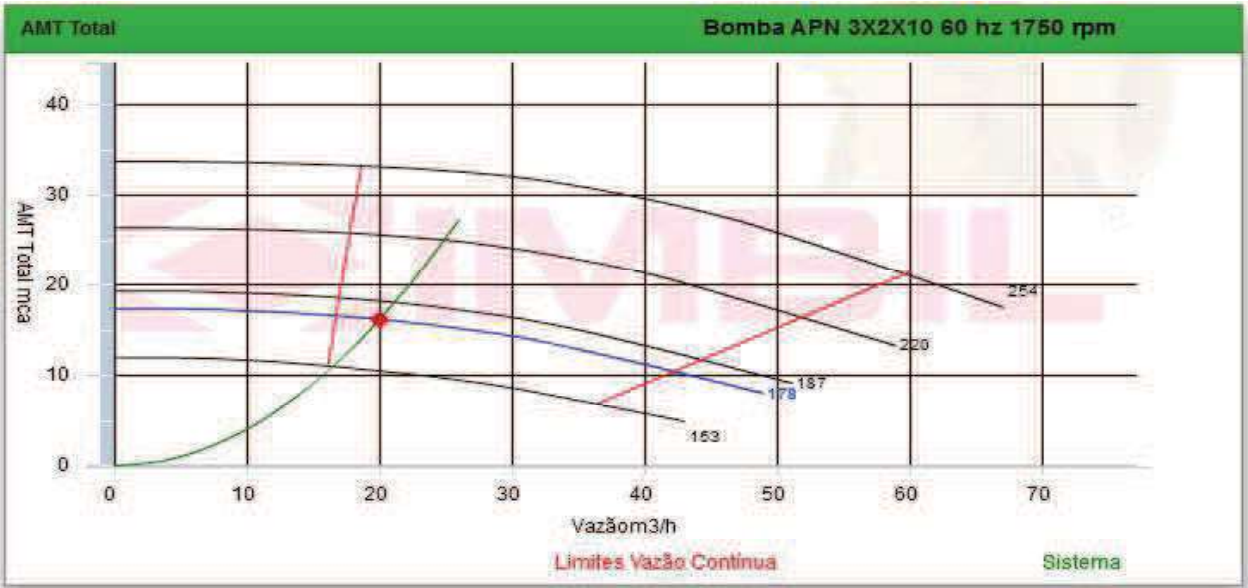
POTÊNCIA EXIGIDA NO EIXO DA BOMBA

$$P = \frac{Q(l / s) \times AMT}{75 \times \eta}$$

N° de bombas:
Rendimento estimado

1
0,4992

Pot. bomba =	1,60 C.V.
Pot. motor =	2,40 C.V.
Potência comercial	3,00 C.V.



ANEXO B

-RESULTADOS DA SIMULAÇÃO HIDRÁULICA-

```

*          EPANET 2.0 Brasil          *
*          Hidráulica e Qualidade da Água      *
*          Simulação da Rede          *
*          Versão 2.00.11              *
*****

```

Arquivo de Rede: sub xii- tratada-trecho a-COM VALVULA.net

prueba

Tabela de Trecho - Nó:

Trecho:	Início:	Fim:	Comprimento	Diâmetro
ID	Nó	Nó	m	mm
p1	n01	n2	505	50
p2	n2	n3	487.8	50
p4	n3	n4	510.3	50
p5	n4	n5	501	50
p6	n5	n6	494.9	50
p7	n6	n7	426.8	50
p8	n7	n8	351.2	50
p9	n7	n9	491	50
p10	n9	n10	670.9	50
p11	n10	n11	38.45	50
p12	n10	n12	490.6	50
p13	n12	n13	463.36	50
p14	n13	n15	299.35	50
p15	n15	n16	245.3	50
p16	n16	n17	172.4	50
p17	n16	n18	156.6	50
p18	n15	n19	496	50
p19	n19	n20	500.2	50
p20	n20	n21a	482	50
p21	n21	n22	481.9	50
p22	n22	n23	502.9	50
p23	n23	n24	495.4	50
p24	n24	n25	467.1	50
p25	n25	n26	481	50
p26	n26	n27	397.8	50
p27	n27	n28	512.9	50
p28	n28	n29	496.1	50
p29	n29	n30	488.4	50
p30	n30	n31	493.7	50
p31	n31	n32	415.9	50
p32	n27	n33	512.9	50
p33	n33	n34	502.3	50
p34	n34	n35	481.4	50
p35	n35	n36	234	50
p36	n36	n37	19.16	50
p37	n37	n38	290.4	50
p38	n38	n39	306.5	50

♀

Trecho:	Início:	Fim:	Comprimento		Diâmetro
ID	Nó	Nó	m	mm	
p39	n39	n40	516	50	
p40	n39	n41	127.1	50	
p41	n41	n42	479.5	50	
p42	n41	n43	330.3	50	
p43	n38	n44	501.1	50	
p44	n44	n45	489.3	50	
p45	n45	n46	496.7	50	
p46	n46	n47	492.8	50	
p47	n47	n48	446	50	
p48	n48	n49	501.1	50	
p49	n49	n50	494.2	50	
p50	n50	n51	529.2	50	
p51	n51	n52	489.5	50	
p52	n52	n53	497.8	50	
p53	n53	n54	498.7	50	
p54	n54	n55	488.27	50	
p55	VAL-2	n56	513.50	50	
p56	n56	n57	496.3	50	
p57	n57	n58	514.9	50	
p58	n58	n59	511	50	
p59	n59	n60	493.6	50	
p60	n60	n61	499.6	50	
p61	n61	n62	488.7	50	
p62	n62	n63	479.4	50	
p63	n63	n64	51.3	50	
p64	n63	n65	474.3	50	
p65	n36	n66	576.58	50	
p75	n66	n76	509.94	50	
p76	n76	n77	476.9	50	
p77	n77	n78	491.6	50	
p78	n78	n79	397	50	
p80	n79	n81	402.7	50	
p81	n81	n82	496.1	50	
p82	n82	n83	481.1	50	
p83	n83	n84	501.1	75	
p84	n84	n85	373.4	75	
p86	n85	n87	492.5	75	
p87	n87	n88	247.5	75	
p88	n88	n90	524.7	50	
p92	n90	n94	510.5	50	
p93	n94	n95	515.3	50	
p94	n95a	n96	568	50	
p95	n96	n97	515.4	50	
p96	n97	n98	314.6	50	
p97	n98	n99	489.6	50	
p98	n99	n100	211.3	50	
p99	n100	n101	517.9	50	

♀

Página 3 prueba
Tabela de Trecho - Nó: (continuação)

Trecho:	Início:	Fim:	Comprimento	Diâmetro
ID	Nó	Nó	m	mm

p100	n101	n102	506.8	50
p128	n88	n129	511.5	75
p129	n129	n130	494.05	75
p131	n130	n132	54.08	75
p135	n132	n136	338.6	100
p136	n130	n137	508.32	50
p137	n137	n138	505.2	50
p138	n138	n139	499.2	50
p139	n139	n140	510.4	50
p140	n140	n141	236.3	50
p142	n141	n144	115.2	50
p143	n144	n145	164.4	50
p144	n145	n146	44.83	50
p145	n146	n147	80.65	50
p155	n157	n158	61.68	50
p156	n158	n159	152.9	50
p157	n159	n160	200.1	50
p159	n147	n162	50.76	50
p160	n162	n157	92.08	50
p189	n160	n192	506.6	50
p190	n192	n193	116.7	50
p191	n193	n194	90.76	50
p192	n193	n195	519.9	50
p193	n195	n196	400	50
p194	n196	n197	505.8	50
p195	n197	n198	527	50
p196	n198	n199	501.3	50
p197	n199	n200	509.9	50
p198	n200	n201	499.3	50
p199	n201	n202	76.18	50
p200	n202	n203	28.42	50
p201	n202	n204	42.59	50
p202	n205	n206	502.4	100
p203	n206	val-10	508.14	100
p204	n207	n208	491.11	100
p205	n136	n209	441.9	100
p206	n209	n210	459.7	100
p207	n210	n211	501.3	100
p208	n211	n212	289	100
p209	n208	n213	454.95	100
p243	n212	n248	209.4	100
p244	n248	n249	493.9	100
p245	n249	n250	328.4	100
p246	n250	n251	135.1	100
p247	n251	n205	277.7	100
p248	n213	n252	55.344	100
p249	n252	n253	20.691	100

♀

Página 4 prueba
Tabela de Trecho - N°: (continuação)

Trecho:	Início:	Fim:	Comprimento	Diâmetro
ID	Nó	Nó	m	mm
p250	n253	n254	29.273	100
p251	n254	n255	16.601	100

sub xii- tratada-trecho a-COM VALVULA.TXT

p253	n256	n257	66.948	100
p254	n257	n258	80.874	100
p255	n258	n259	41.064	100
p256	n259	n260	53.629	100
p257	n261	n260	60.037	100
p259	n262	n263	48.894	100
p258	n262	n261	70.737	100
p260	n264	n263	59.487	100
p261	n264	n265	45.412	100
p262	n265	n266	13.943	100
p263	n266	n267	13.739	100
p264	n267	n268	38.206	150
p265	n268	n269	54	150
p252	n255	n256	118.202	100
4	2	n269	9	150
28	n55	VAL-2	#N/A	50 Válvula
2	n95	n95a	#N/A	100 Válvula
3	n21	n21a	#N/A	50 Válvula
1	n207	val-10	#N/A	100 Válvula

Resultados nos Nós:

Nó ID	Consumo LPS	Carga Hidráulica m	Pressão m	Qualidade
n01	0,09	335,99	38,94	0,00
n2	0,01	336,03	40,02	0,00
n3	0,09	336,07	38,65	0,00
n4	0,00	336,23	35,81	0,00
n5	0,03	336,39	34,06	0,00
n6	0,01	336,60	46,50	0,00
n7	0,00	336,79	50,41	0,00
n8	0,03	336,78	38,55	0,00
n9	0,00	337,07	39,69	0,00
n10	0,00	337,44	42,89	0,00
n11	0,01	337,44	44,70	0,00
n12	0,00	337,74	50,00	0,00
n13	0,00	338,02	47,38	0,00
n15	0,00	338,20	46,78	0,00
n16	0,11	338,09	38,52	0,00
n17	0,04	338,09	39,80	0,00
n18	0,08	338,08	46,11	0,00
n19	0,00	339,14	43,21	0,00
n20	0,00	340,09	24,65	0,00
n21	0,00	393,94	72,73	0,00

♀

Página 5 prueba
Resultados nos Nós: (continuação)

Nó ID	Consumo LPS	Carga Hidráulica m	Pressão m	Qualidade
n22	0,00	394,85	67,26	0,00
n23	0,00	395,80	68,20	0,00
n24	0,00	396,74	71,15	0,00
n25	0,00	397,63	67,62	0,00
n26	0,00	398,54	58,05	0,00

sub xii- tratada-trecho a-COM VALVULA.TXT

n27	0,00	399,29	58,27	0,00
n28	0,00	399,25	56,87	0,00
n29	0,00	399,21	67,59	0,00
n30	0,00	399,17	69,17	0,00
n31	0,00	399,13	69,47	0,00
n32	0,09	399,10	65,65	0,00
n33	0,00	400,61	50,27	0,00
n34	0,00	401,90	47,19	0,00
n35	0,00	403,14	39,66	0,00
n36	0,00	403,74	35,34	0,00
n37	0,00	403,70	35,96	0,00
n38	0,00	403,11	37,51	0,00
n39	0,08	402,78	26,67	0,00
n40	0,15	402,67	12,64	0,00
n41	0,01	402,76	25,89	0,00
n42	0,09	402,72	36,26	0,00
n43	0,04	402,75	24,53	0,00
n44	0,00	403,01	41,01	0,00
n45	0,00	402,91	51,64	0,00
n46	0,00	402,81	54,47	0,00
n47	0,00	402,71	54,91	0,00
n48	0,00	402,62	59,26	0,00
n49	0,00	402,52	45,68	0,00
n50	0,00	402,41	46,99	0,00
n51	0,00	402,31	18,45	0,00
n52	0,00	402,21	36,56	0,00
n53	0,00	402,11	57,19	0,00
n54	0,00	402,00	62,79	0,00
n55	0,00	401,90	73,03	0,00
n56	0,00	342,90	21,53	0,00
n57	0,00	342,79	27,63	0,00
n58	0,00	342,69	22,44	0,00
n59	0,00	342,59	35,45	0,00
n60	0,00	342,48	31,64	0,00
n61	0,00	342,38	41,91	0,00
n62	0,00	342,28	50,68	0,00
n63	0,00	342,19	67,02	0,00
n64	0,00	342,19	69,34	0,00
n65	0,15	342,09	68,27	0,00
n66	0,00	408,52	28,34	0,00
n76	0,00	412,75	20,55	0,00
n77	0,00	416,71	18,03	0,00

♀

Página 6
Resultados nos Nós: (continuação) prueba

Nó ID	Consumo LPS	Carga Hidráulica m	Pressão m	Qualidade
n78	0,01	420,78	34,78	0,00
n79	0,04	424,13	31,87	0,00
n81	0,00	427,75	43,55	0,00
n82	0,00	432,22	34,94	0,00
n83	0,00	436,55	16,55	0,00
n84	0,09	437,17	29,10	0,00
n85	0,28	437,71	40,15	0,00
n87	0,01	438,74	68,73	0,00

sub xii- tratada-trecho a-COM VALVULA.TXT

n88	0,01	439,26	66,38	0,00
n90	0,34	438,07	70,63	0,00
n94	0,00	437,88	55,19	0,00
n95	0,00	437,68	40,68	0,00
n96	0,00	411,78	36,08	0,00
n97	0,00	411,59	37,66	0,00
n98	0,04	411,47	44,45	0,00
n99	0,00	411,34	47,59	0,00
n100	0,01	411,29	51,16	0,00
n101	0,01	411,17	64,46	0,00
n102	0,15	411,07	68,07	0,00
n129	0,12	441,17	83,40	0,00
n130	0,01	443,23	94,33	0,00
n132	0,34	443,95	93,66	0,00
n136	0,00	445,24	83,24	0,00
n137	0,00	431,37	75,07	0,00
n138	0,00	419,59	78,81	0,00
n139	0,00	407,95	71,50	0,00
n140	0,00	396,05	69,05	0,00
n141	0,00	390,54	69,54	0,00
n144	0,00	387,85	66,85	0,00
n145	0,24	384,02	66,02	0,00
n146	0,14	383,20	65,68	0,00
n147	0,09	381,94	65,28	0,00
n157	0,15	380,01	66,50	0,00
n158	0,01	379,35	67,35	0,00
n159	0,15	377,72	71,62	0,00
n160	0,00	376,03	74,03	0,00
n162	0,04	381,23	65,87	0,00
n192	0,45	371,76	71,11	0,00
n193	0,01	371,38	68,10	0,00
n194	0,14	371,37	66,45	0,00
n195	0,08	370,32	68,36	0,00
n196	0,00	369,73	69,28	0,00
n197	0,00	368,97	64,97	0,00
n198	0,00	368,18	73,03	0,00
n199	0,03	367,43	73,03	0,00
n200	0,00	366,77	76,36	0,00
n201	0,15	366,11	81,31	0,00

♀

Página 7
Resultados nos Nós: (continuação)

prueba

Nó ID	Consumo LPS	Carga Hidráulica m	Pressão m	Qualidade
n202	0,04	366,07	83,57	0,00
n203	0,01	366,07	84,62	0,00
n204	0,21	366,05	83,25	0,00
n205	0,00	457,16	74,31	0,00
n206	0,00	459,07	64,27	0,00
n207	0,00	515,33	93,90	0,00
n208	0,00	517,20	64,93	0,00
n209	0,00	446,92	92,68	0,00
n210	0,00	448,66	109,66	0,00
n211	0,00	450,57	79,92	0,00
n212	0,00	451,67	75,68	0,00

sub xii- tratada-trecho a-COM VALVULA.TXT

n213	0,00	518,92	11,31	0,00
n248	0,00	452,46	76,44	0,00
n249	0,00	454,34	71,70	0,00
n250	0,00	455,59	75,49	0,00
n251	0,00	456,10	73,00	0,00
n252	0,00	519,14	8,99	0,00
n253	0,00	519,21	10,36	0,00
n254	0,00	519,33	13,58	0,00
n255	0,00	519,39	15,24	0,00
n256	0,00	519,84	28,14	0,00
n257	0,00	520,09	34,69	0,00
n258	0,00	520,40	41,60	0,00
n259	0,00	520,56	43,81	0,00
n260	0,00	520,76	44,76	0,00
n261	0,00	520,99	40,19	0,00
n262	0,00	521,26	31,66	0,00
n263	0,00	521,44	25,69	0,00
n264	0,00	521,67	24,47	0,00
n265	0,00	521,84	19,64	0,00
n266	0,00	521,89	19,69	0,00
n267	0,00	521,95	19,75	0,00
n268	0,00	521,97	19,77	0,00
n269	0,00	522,00	19,70	0,00
VAL-2	0,00	343,00	15,00	0,00
n95a	0,00	412,00	15,00	0,00
n21a	0,00	341,00	20,00	0,00
val-10	0,00	461,00	40,00	0,00
2	-4,51	522,00	0,00	0,00 RNF

♀

Página 8 prueba
Resultados nos Trechos:

Trecho: ID	Vazão LPS	Velocidade m/s	Perda de Carga m/km	Estado
p1	-0,09	0,05	0,08	Open
p2	-0,10	0,05	0,10	Open
p4	-0,19	0,10	0,32	Open
p5	-0,19	0,10	0,32	Open
p6	-0,22	0,11	0,41	Open
p7	-0,23	0,12	0,45	Open
p8	0,03	0,02	0,01	Open
p9	-0,26	0,13	0,56	Open
p10	-0,26	0,13	0,56	Open
p11	0,01	0,01	0,00	Open
p12	-0,27	0,14	0,60	Open
p13	-0,27	0,14	0,60	Open
p14	-0,27	0,14	0,60	Open
p15	0,23	0,12	0,45	Open
p16	0,04	0,02	0,02	Open
p17	0,08	0,04	0,06	Open
p18	-0,50	0,25	1,89	Open
p19	-0,50	0,25	1,89	Open
p20	-0,50	0,25	1,89	Open
p21	-0,50	0,25	1,89	Open
p22	-0,50	0,25	1,89	Open

sub xii- tratada-trecho a-COM VALVULA.TXT

p23	-0,50	0,25	1,89	Open
p24	-0,50	0,25	1,89	Open
p25	-0,50	0,25	1,89	Open
p26	-0,50	0,25	1,89	Open
p27	0,09	0,05	0,08	Open
p28	0,09	0,05	0,08	Open
p29	0,09	0,05	0,08	Open
p30	0,09	0,05	0,08	Open
p31	0,09	0,05	0,08	Open
p32	-0,59	0,30	2,57	Open
p33	-0,59	0,30	2,57	Open
p34	-0,59	0,30	2,57	Open
p35	-0,59	0,30	2,57	Open
p36	0,52	0,26	2,04	Open
p37	0,52	0,26	2,04	Open
p38	0,37	0,19	1,08	Open
p39	0,15	0,08	0,20	Open
p40	0,14	0,07	0,18	Open
p41	0,09	0,05	0,08	Open
p42	0,04	0,02	0,02	Open
p43	0,15	0,08	0,20	Open
p44	0,15	0,08	0,20	Open
p45	0,15	0,08	0,20	Open
p46	0,15	0,08	0,20	Open
p47	0,15	0,08	0,20	Open
p48	0,15	0,08	0,20	Open

♀

Página 9 prueba
Resultados nos Trechos: (continuação)

Trecho: ID	Vazão LPS	Velocidade m/s	Perda de Carga m/km	Estado
p49	0,15	0,08	0,20	Open
p50	0,15	0,08	0,20	Open
p51	0,15	0,08	0,20	Open
p52	0,15	0,08	0,20	Open
p53	0,15	0,08	0,20	Open
p54	0,15	0,08	0,20	Open
p55	0,15	0,08	0,20	Open
p56	0,15	0,08	0,20	Open
p57	0,15	0,08	0,20	Open
p58	0,15	0,08	0,20	Open
p59	0,15	0,08	0,20	Open
p60	0,15	0,08	0,20	Open
p61	0,15	0,08	0,20	Open
p62	0,15	0,08	0,20	Open
p63	0,00	0,00	0,00	Open
p64	0,15	0,08	0,20	Open
p65	-1,11	0,57	8,29	Open
p75	-1,11	0,57	8,29	Open
p76	-1,11	0,57	8,29	Open
p77	-1,11	0,57	8,29	Open
p78	-1,12	0,57	8,43	Open
p80	-1,16	0,59	9,00	Open
p81	-1,16	0,59	9,00	Open
p82	-1,16	0,59	9,00	Open

sub xii- tratada-trecho a-COM VALVULA.TXT

p83	-1,16	0,26	1,25	Open
p84	-1,25	0,28	1,43	Open
p86	-1,53	0,35	2,08	Open
p87	-1,54	0,35	2,11	Open
p88	0,55	0,28	2,26	Open
p92	0,21	0,11	0,38	Open
p93	0,21	0,11	0,38	Open
p94	0,21	0,11	0,38	Open
p95	0,21	0,11	0,38	Open
p96	0,21	0,11	0,38	Open
p97	0,17	0,09	0,26	Open
p98	0,17	0,09	0,26	Open
p99	0,16	0,08	0,23	Open
p100	0,15	0,08	0,20	Open
p128	-2,10	0,48	3,75	Open
p129	-2,22	0,50	4,15	Open
p131	-4,17	0,94	13,35	Open
p135	-4,51	0,57	3,80	Open
p136	1,94	0,99	23,32	Open
p137	1,94	0,99	23,32	Open
p138	1,94	0,99	23,32	Open
p139	1,94	0,99	23,32	Open
p140	1,94	0,99	23,32	Open

♀

Página 10 prueba
Resultados nos Trechos: (continuação)

Trecho: ID	Vazão LPS	Velocidade m/s	Perda de Carga m/km	Estado
p142	1,94	0,99	23,32	Open
p143	1,94	0,99	23,32	Open
p144	1,70	0,87	18,26	Open
p145	1,56	0,79	15,57	Open
p155	1,28	0,65	10,80	Open
p156	1,27	0,65	10,64	Open
p157	1,12	0,57	8,43	Open
p159	1,47	0,75	13,95	Open
p160	1,43	0,73	13,26	Open
p189	1,12	0,57	8,43	Open
p190	0,67	0,34	3,26	Open
p191	0,14	0,07	0,18	Open
p192	0,52	0,26	2,04	Open
p193	0,44	0,22	1,49	Open
p194	0,44	0,22	1,49	Open
p195	0,44	0,22	1,49	Open
p196	0,44	0,22	1,49	Open
p197	0,41	0,21	1,31	Open
p198	0,41	0,21	1,31	Open
p199	0,26	0,13	0,56	Open
p200	0,01	0,01	0,00	Open
p201	0,21	0,11	0,38	Open
p202	-4,51	0,57	3,80	Open
p203	-4,51	0,57	3,80	Open
p204	-4,51	0,57	3,80	Open
p205	-4,51	0,57	3,80	Open
p206	-4,51	0,57	3,80	Open

sub xii- tratada-trecho a-COM VALVULA.TXT

p207	-4,51	0,57	3,80	Open
p208	-4,51	0,57	3,80	Open
p209	-4,51	0,57	3,80	Open
p243	-4,51	0,57	3,80	Open
p244	-4,51	0,57	3,80	Open
p245	-4,51	0,57	3,80	Open
p246	-4,51	0,57	3,80	Open
p247	-4,51	0,57	3,80	Open
p248	-4,51	0,57	3,80	Open
p249	-4,51	0,57	3,80	Open
p250	-4,51	0,57	3,80	Open
p251	-4,51	0,57	3,80	Open
p253	-4,51	0,57	3,80	Open
p254	-4,51	0,57	3,80	Open
p255	-4,51	0,57	3,80	Open
p256	-4,51	0,57	3,80	Open
p257	4,51	0,57	3,80	Open
p259	-4,51	0,57	3,80	Open
p258	4,51	0,57	3,80	Open
p260	4,51	0,57	3,80	Open

♀

Página 11 prueba
Resultados nos Trechos: (continuação)

Trecho: ID	Vazão LPS	Velocidade m/s	Perda de Carga m/km	Estado
p261	-4,51	0,57	3,80	Open
p262	-4,51	0,57	3,80	Open
p263	-4,51	0,57	3,80	Open
p264	-4,51	0,26	0,53	Open
p265	-4,51	0,26	0,53	Open
p252	-4,51	0,57	3,80	Open
4	4,51	0,26	0,53	Open
28	0,15	0,08	58,90	Active Válvula
2	0,21	0,03	25,68	Active Válvula
3	0,50	0,25	52,94	Active Válvula
1	4,51	0,57	54,33	Active Válvula

ANEXO C

-MEMORIAL DE CÁLCULO ESTRUTURAL-

LEITO DE SECAGEM

Memória de Cálculo

1. INTRODUÇÃO

Este memorial de cálculo tem por objetivo o dimensionamento estrutural de um Leito de Secagem. Para fins de liberação das fundações, na cota de assentamento, o solo deverá apresentar uma taxa de 1,5 kgf/cm².

2. BIBLIOGRAFIA

NBR 6118/2014 (Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado)

3. MATERIAIS UTILIZADOS

Concreto fck = 25 MPa

Aço CA-50A

4. DETERMINAÇÃO DOS ESFORÇOS INTERNOS SOLICITANTES NAS PAREDES

Dimensões:

Altura de cálculo (soma da altura do leito com a metade da espessura da laje de fundo):

hr(altura do Tanque) = 0,98 m

A altura de água máxima considera o nível máximo de água no leito:

ha(altura da água) = 0,90 m

Dimensões do leito:

Comprimento de cálculo = 4,15 m

Largura de cálculo = 3,15 m

Espessura das Paredes = 0,15 m

Espessura da laje de fundo = 0,15 m

Cobrimento das armaduras = 4,00 cm

Pressões:

Coeficiente de empuxo (K): = 0,45

Peso Específico (γ_s): = 1,50 tf/m³

Pressão máxima na base devido ao terreno:

$P_s = K \cdot \gamma_s \cdot h_r = 0,66 \text{ tf/m}^2$

Peso Específico (γ_a): = 1,00 tf/m³

Pressão máxima na base devido a água:

$P_a = \gamma_a \cdot h_a = 0,90 \text{ tf/m}^2$

4.1 Reservatório Cheio

Momento máximo na base:

$M_{\max} = (P_a \cdot h_a^2) / 6 = 0,12 \text{ tf} \cdot \text{m/m}$

Momento horizontal nos cantos:

$M_h = 0,083 \cdot \gamma_a \cdot h_a^3 = 0,06 \text{ tf} \cdot \text{m/m}$

Força horizontal de tração nas paredes:

$$T = 0,30 \cdot Y_a \cdot h a^2 = 0,24 \text{ tf/m}$$

4.2 Reservatório Vazio

Momento máximo na base:

$$M_{\text{máx}} = (P_s \cdot h r^2) / 6 = 0,104 \text{ tf} \cdot \text{m/m}$$

Momento horizontal nos cantos:

$$M_h = 0,083 \cdot P_s \cdot h r^2 = 0,052 \text{ tf} \cdot \text{m/m}$$

Força horizontal de tração nas paredes:

$$T = 0,30 \cdot P_s \cdot h r = 0,19 \text{ tf/m}$$

5. CÁLCULO DAS ARMADURAS DAS PAREDES

5.1 Reservatório Cheio

Armadura Vertical

$$\begin{aligned} K_c &= (100 \cdot d^2) / (1,4 \cdot M_{\text{máx}}) = 71,13 \\ K_c &= 71,13 \rightarrow K_s = 0,023 \\ A_s &= K_s \cdot 1,40 \cdot M_{\text{máx}} / d = 0,36 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

Armadura Horizontal de Canto

$$\begin{aligned} K_c &= (100 \cdot d^2) / (1,4 \cdot M_h) = 142,84 \\ K_c &= 142,84 \rightarrow K_s = 0,023 \\ A_s &= K_s \cdot 1,40 \cdot M_h / d = 0,18 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

Adotar armadura mínima:

$$A_{s,\text{mín}} = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\varnothing 8.0 \text{ c}/15 \text{ cm})$$

5.1.1 Cálculo do comprimento da armadura horizontal de canto:

Distância do canto ao ponto de momento horizontal nulo

$$a = 0,8 \cdot T / P_a = 0,20 \text{ m} \quad 20 \text{ cm}$$

Comprimento de ancoragem:

$$\begin{aligned} f_{\text{ctd}} &= 1,282 \text{ MPa} \\ f_{\text{bd}} &= 2,886 \text{ MPa} \\ l_b &= 301,35 \text{ mm} \quad 30,13 \text{ cm} \end{aligned}$$

Comprimento da armadura horizontal de canto:

$$\begin{aligned} a_t &= a + l_b \\ a_t &= 50,07 \text{ cm} \quad \text{Adotar: } 0,50 \text{ m} \end{aligned}$$

5.2 Reservatório Vazio

Armadura Vertical

$$\begin{aligned} K_c &= (100 \cdot d^2) / (1,4 \cdot M_{\text{máx}}) = 82,89 \\ K_c &= 82,89 \rightarrow K_s = 0,023 \\ A_s &= K_s \cdot 1,40 \cdot M_{\text{máx}} / d = 0,31 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

Armadura Horizontal de Canto

$$\begin{aligned} K_c &= (100 \cdot d^2) / (1,4 \cdot M_h) = 166,44 \\ K_c &= 166,44 \rightarrow K_s = 0,023 \\ A_s &= K_s \cdot 1,40 \cdot M_h / d = 0,15 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

Adotar armadura mínima:

$$A_{s,mín} = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\varnothing 8.0 \text{ c}/15 \text{ cm})$$

5.2.1 Cálculo do comprimento da armadura horizontal de canto:

Distância do canto ao ponto de momento horizontal nulo

$$a = 0,8 \cdot T/P_s = 0,16 \text{ m} \quad 16 \text{ cm}$$

Comprimento de ancoragem:

$$f_{ctd} = 1,282 \text{ MPa}$$

$$f_{bd} = 2,886 \text{ MPa}$$

$$l_b = 301,35 \text{ mm} \quad 30,13 \text{ cm}$$

Comprimento da armadura horizontal de canto:

$$a_t = a + l_b$$

$$a_t = 45,93 \text{ cm} \quad \text{Adotar: } 0,50 \text{ m}$$

5.3 Cálculo do comprimento da armadura vertical:

Comprimento da armadura vertical:

$$\text{Tensão} = 1,28 \text{ tf}/\text{m}^2$$

$$b = 0,62 \text{ m} \quad \text{Adotar: } 0,70 \text{ m}$$

5.4 Cálculo da armadura horizontal:

Armadura horizontal das paredes:

$$A_{s,mín} = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\varnothing 8.0 \text{ c}/15 \text{ cm})$$

6. DIMENSIONAMENTO DA LAJE DE FUNDO

6.1 Tensão Máxima no Solo

$$\text{Comprimento da base: } 4,30 \text{ m}$$

$$\text{Largura da base: } 3,30 \text{ m}$$

Cálculo das cargas:

$$\text{Paredes: } 2,9 \text{ tf}$$

$$\text{Paredes: } 2,0 \text{ tf}$$

$$\text{TOTAL: } 4,9 \text{ tf}$$

$$\text{Laje de fundo: } 5,3 \text{ tf}$$

$$\text{Água: } 9,6 \text{ tf}$$

$$\text{Camada de brita: } 5,8 \text{ tf}$$

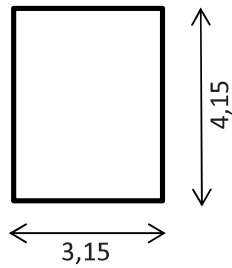
$$\text{TOTAL: } 20,7 \text{ tf}$$

$$\sigma_{\text{solo}} = 1,80 \text{ tf}/\text{m}^2 = 0,18 \text{ kgf}/\text{cm}^2 < 1,5 \text{ kgf}/\text{cm}^2 \quad \text{OK}$$

6.2 Cálculo das Armaduras:

$$l_y = 4,15 \text{ m}$$

$$l_x = 3,15 \text{ m}$$



Cargas:

$$q = 0,35 \text{ tf/m}^2 = 3,47 \text{ kN/m}^2$$

Esforços:

$$l_x = 3,15 \text{ m} \rightarrow \lambda = 1,32$$

$$\mu_x = 6,93$$

$$\mu_y = 4,37$$

$$m_x = (\mu_x \cdot q \cdot l_x^2) / 100 = 2,39 \text{ KN.m/m}$$

$$m_y = (\mu_y \cdot q \cdot l_x^2) / 100 = 1,51 \text{ KN.m/m}$$

Armadura na direção X:

$$K_c = (100 \cdot d^2) / (1,4 \cdot m_x \cdot 100) = 36,20$$

$$K_c = 36,20 \rightarrow K_s = 0,023$$

$$A_s = K_s \cdot 1,40 \cdot m_x / d = 0,70 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Adotar armadura mínima:

$$A_{s,\min} = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Adotar: **(Ø 8.0 c/15 cm)**

Armadura na direção Y:

$$K_c = (100 \cdot d^2) / (1,4 \cdot m_y \cdot 100) = 57,40$$

$$K_c = 57,40 \rightarrow K_s = 0,023$$

$$A_s = K_s \cdot 1,40 \cdot m_y / d = 0,44 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Adotar armadura mínima:

$$A_{s,\min} = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Adotar: **(Ø 8.0 c/15 cm)**

Laje dos Filtros

Memória de Cálculo

1. INTRODUÇÃO

Este memorial de cálculo tem por objetivo o dimensionamento estrutural da Laje de fundação dos filtros referente ao Projeto do sistema de abastecimento de água.

Para fins de liberação das fundações, na cota de assentamento, o solo deverá apresentar uma taxa de 1,5 kgf/cm².

2. BIBLIOGRAFIA

NBR 6118/2014 (Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado)

3. MATERIAIS UTILIZADOS

Concreto fck = 25 MPa
 Aço CA-50A

4. LAJE DE FUNDO

Espessura da laje de fundo = 0,20 m
 Comprimento = 1,20 m
 Largura = 1,20 m

4.1 Tensão Máxima no Solo

Área da base: 1,44 m²

Peso do Filtro: 1,8 tf

TOTAL: 1,8 tf

Laje de fundo: 0,7 tf

TOTAL: 0,7 tf

$\sigma_{\text{solo}} = 1,75 \text{ tf/m}^2 = 0,18 \text{ kgf/cm}^2 < 1,5 \text{ kgf/cm}^2$
OK

4.2 Cálculo das Armaduras Laje:

Cargas:

$q = 1,25 \text{ tf/m}^2 = 12,50 \text{ kN/m}^2$

$l_x = 1,20 \text{ m} \rightarrow \lambda = 1,00$

$\mu_x = 4,41$

$\mu_y = 4,41$

$m_x = (\mu_x \cdot q \cdot l_x^2) / 100 = 0,79 \text{ KN.m/m}$

$m_y = (\mu_y \cdot q \cdot l_x^2) / 100 = 0,79 \text{ KN.m/m}$

Armadura na direção X:

$K_c = (100 \cdot d^2) / (1,4 \cdot m_x \cdot 100) = 260,05$

$K_c = 260,05 \rightarrow K_s = 0,023$

$A_s = K_s \cdot 1,40 \cdot m_x / d = 0,15 \text{ cm}^2/\text{m}$

Armadura na direção Y:

$K_c = (100 \cdot d^2) / (1,4 \cdot m_y \cdot 100) = 260,05$

$K_c = 260,05 \rightarrow K_s = 0,023$

$A_s = K_s \cdot 1,40 \cdot m_y / d = 0,15 \text{ cm}^2/\text{m}$

Adotar armadura mínima:

$A_{s,\text{min}} = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

Adotar: (**Ø 8.0 c/12 cm**)

4.3 Verificação da punção:

Carga Aplicada:

$$F_d = 0,63 \text{ tf} \quad (\text{Carga aplicada por apoio})$$

$$d = 17,00 \text{ cm}$$

$$\text{Seção do Apoio: } 15,00 \text{ cm} \quad \times \quad 15,00 \text{ cm}$$

Perímetro da Superfície c':

$$\mu = 273,63 \text{ cm}$$

Tensão resistente na superfície c':

$$\tau_{sd} = 0,46 \text{ MPa} = 4,61 \text{ kgf/cm}^2$$

Tensão de cálculo atuante:

$$\tau_{sda} = 0,14 \text{ kgf/cm}^2 < \tau_{sd}$$

Ok (não precisa armar à punção)

5. CAIXA DE VÁLVULAS

Serão adotadas armaduras mínimas construtivas.

Armadura mínima:

$$A_{\min.} = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\varnothing 6.3 \text{ c}/12 \text{ cm})$$

Laje do Claripetra

Memória de Cálculo

1. INTRODUÇÃO

Este memorial de cálculo tem por objetivo o dimensionamento estrutural da Laje de fundação do decantador referente ao Projeto do sistema de abastecimento de água.

Para fins de liberação das fundações, na cota de assentamento, o solo deverá apresentar uma taxa de 1,5 kgf/cm².

2. BIBLIOGRAFIA

NBR 6118/2014 (Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado)

3. MATERIAIS UTILIZADOS

Concreto fck = 25 MPa
 Aço CA-50A

4. LAJE DE FUNDO

Dimensões:
 Espessura da laje de fundo = 0,20 m
 Comprimento = 2,00 m
 Largura = 2,00 m

4.1 Tensão Máxima no Solo

Área da base: 4,00 m²

Peso do Decantador: 7,5 tf

TOTAL: 7,5 tf

Laje de fundo: 2,0 tf

TOTAL: 2,0 tf

$\sigma_{\text{solo}} = 2,38 \text{ tf/m}^2 = 0,24 \text{ kgf/cm}^2 < 1,5 \text{ kgf/cm}^2$
OK

4.2 Cálculo das Armaduras Laje:

Cargas:

$q = 1,88 \text{ tf/m}^2 = 18,75 \text{ kN/m}^2$

$l_x = 2,00 \text{ m} \rightarrow \lambda = 1,00$

$\mu_x = 4,41$

$\mu_y = 4,41$

$m_x = (\mu_x \cdot q \cdot l_x^2) / 100 = 3,31 \text{ KN.m/m}$

$m_y = (\mu_y \cdot q \cdot l_x^2) / 100 = 3,31 \text{ KN.m/m}$

Armadura na direção X:

$K_c = (100 \cdot d^2) / (1,4 \cdot m_x \cdot 100) = 62,41$

$K_c = 62,41 \rightarrow K_s = 0,023$

$A_s = K_s \cdot 1,40 \cdot m_x / d = 0,63 \text{ cm}^2/\text{m}$

Armadura na direção Y:

$K_c = (100 \cdot d^2) / (1,4 \cdot m_y \cdot 100) = 62,41$

$K_c = 62,41 \rightarrow K_s = 0,023$

$A_s = K_s \cdot 1,40 \cdot m_y / d = 0,63 \text{ cm}^2/\text{m}$

Adotar armadura mínima:

$A_{s,\text{min}} = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

Adotar: (**Ø 8.0 c/12 cm**)

4.3 Verificação da punção:

Carga Aplicada:

$$F_d = 2,63 \text{ tf} \quad (\text{Carga aplicada por apoio})$$

$$d = 17,00 \text{ cm}$$

$$\text{Seção do apoio: } 15,00 \text{ cm} \quad X \quad 15,00 \text{ cm}$$

Perímetro da Superfície c':

$$\mu = 273,63 \text{ cm}$$

Tensão resistente na superfície c':

$$\tau_{sd} = 0,46 \text{ MPa} = 4,61 \text{ kgf/cm}^2$$

Tensão de cálculo atuante:

$$\tau_{sda} = 0,56 \text{ kgf/cm}^2 < \tau_{sd}$$

Ok (não precisa armar à punção)

5. CAIXA DE VÁLVULAS

Serão adotadas armaduras mínimas construtivas.

Armadura mínima:

$$A_{\min.} = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\varnothing 6.3 \text{ c}/12 \text{ cm})$$

Casa de Química
Memória de Cálculo

1. INTRODUÇÃO

Este memorial de cálculo tem por objetivo o dimensionamento estrutural da Casa de Química referente ao Projeto do sistema de abastecimento de água.

Para fins de liberação das fundações, na cota de assentamento, o solo deverá apresentar uma taxa de 1,5 kgf/cm².

2. BIBLIOGRAFIA

NBR 6118/2014 (Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado)

3. MATERIAIS UTILIZADOS

Concreto fck = 25 MPa
Aço CA-50A

4. PILARES

Dimensões: 20 cm X 20 cm

Serão adotadas armaduras mínimas construtivas.

$A_{s,min.} = 1,60 \text{ cm}^2$ Adotar: **(4 Ø 10.0)**

Estribos: Adotar: **Ø 6.3**

Espaçamento: Adotar: 15 cm

5. CINTAS

Serão adotadas armaduras mínimas construtivas.

Armadura Longitudinal: **(4 Ø 10.0)**
Estribos: **(Ø 6.3 c/ 15)**

RESERVATÓRIO DE RETROLAVAGEM (40 m³)

Memória de Cálculo

1. INTRODUÇÃO

Este memorial de cálculo tem por objetivo o dimensionamento estrutural de um Reservatório apoiado de 40 m³ para retrolavagem.

Para fins de liberação das fundações, na cota de assentamento, o solo deverá apresentar uma taxa de 1,5 kgf/cm².

2. BIBLIOGRAFIA

NBR 6118/2014 (Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado)

3. MATERIAIS UTILIZADOS

Concreto fck = 25 MPa

Aço CA-50A

4. DETERMINAÇÃO DOS ESFORÇOS INTERNOS SOLICITANTES NAS PAREDES

Dimensões:

Altura de cálculo (soma da altura do reservatório com a metade da espessura da laje de fundo):

hr(altura do reservatório) = 2,05 m

A altura de água máxima considera o nível máximo de água no reservatório:

ha(altura da água) = 1,50 m

Dimensões do reservatório:

Comprimento de cálculo = 5,30 m

Largura de cálculo = 5,30 m

Espessura das Paredes = 0,15 m

Espessura da laje de fundo = 0,15 m

Espessura da laje de tampa = 0,15 m

Cobrimento das armaduras = 4,00 cm

4.1 Reservatório Cheio

Pressão máxima na base devido a água:

Peso Específico (γ_a): = 1,00 tf/m³

$P_a = \gamma_a \cdot h_a$ = 1,50 tf/m²

Momento máximo na base:

$M_{\max} = (P_a \cdot h_r^2) / 15$ = 0,42 tf*m/m

Momento horizontal nos cantos:

$M_h = 0,083 \cdot \gamma_a \cdot h_a^3$ = 0,28 tf*m/m

Força horizontal de tração nas paredes:

$T = 0,30 \cdot \gamma_a \cdot h_a^2$ = 0,68 tf/m

5. CÁLCULO DAS ARMADURAS DAS PAREDES

5.1 Reservatório Cheio

Armadura Vertical

$K_c = (100 \cdot d^2) / (1,4 \cdot M_{\max})$ = 20,57

$$\begin{aligned} K_c &= 20,57 \rightarrow K_s = 0,024 \\ A_s &= K_s \cdot 1,40 \cdot M_{\text{máx}}/d = 1,28 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

Armadura Horizontal de Canto

$$\begin{aligned} K_c &= (100 \cdot d^2)/(1,4 \cdot M_h) = 30,85 \\ K_c &= 30,85 \rightarrow K_s = 0,024 \\ A_s &= K_s \cdot 1,40 \cdot M_h/d = 0,86 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

$$A_{s,\text{mín}} = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\text{Ø } 8.0 \text{ c}/15 \text{ cm})$$

5.1.1 Cálculo do comprimento da armadura horizontal de canto:

Distância do canto ao ponto de momento horizontal nulo

$$a = 0,8 \cdot T/1,00 \cdot h_r = 0,26 \text{ m} \quad 26 \text{ cm}$$

Comprimento de ancoragem:

$$\begin{aligned} f_{ctd} &= 1,282 \text{ MPa} \\ f_{bd} &= 2,886 \text{ MPa} \\ l_b &= 301,35 \text{ mm} \quad 30,13 \text{ cm} \end{aligned}$$

Comprimento total:

$$\begin{aligned} a_t &= a + l_b \\ a_t &= 56,48 \text{ cm} \quad \text{Adotar: } 0,80 \text{ m} \end{aligned}$$

5.2 Reservatório Vazio

Por se tratar de uma estrutura apoiada, para esse caso será adotada armadura mínima.

Armadura Vertical

Para essa situação será adotada armadura mínima.

$$A_{s,\text{mín}} = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\text{Ø } 8.0 \text{ c}/15 \text{ cm})$$

Armadura Horizontal de Canto:

$$A_{s,\text{mín}} = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\text{Ø } 6.3 \text{ c}/15 \text{ cm})$$

5.2.1 Cálculo do comprimento da armadura horizontal de canto:

Comprimento de armadura horizontal de canto:

$$a_t = 0,80 \text{ m}$$

5.3 Cálculo do comprimento da armadura vertical:

Comprimento da armadura vertical:

$$\begin{aligned} \text{Tensão} &= 1,88 \text{ tf}/\text{m}^2 \\ b &= 0,95 \text{ m} \quad \text{Adotar: } 1,30 \text{ m} \end{aligned}$$

Armadura horizontal das paredes:

$$A_{s,\text{mín}} = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\text{Ø } 8.0 \text{ c}/15 \text{ cm})$$

6. DIMENSIONAMENTO DA LAJE DE TAMPA

Cargas:

Peso Próprio:	3,75 kN/m ²
Revestimento:	0,57 kN/m ²
Sobrecarga:	2,00 kN/m ²
TOTAL:	6,32 kN/m²

Largura: 5,30 m
Comprimento: 5,30 m

Caso 1: $\alpha = 4,67$

Esforços:

$$l_x = 5,30 \text{ m} \rightarrow \lambda = 1,00$$

$$\mu_x = 4,41$$

$$\mu_y = 4,41$$

$$m_x = (\mu_x \cdot q \cdot l_x^2) / 100 = 7,83 \text{ KN.m/m}$$

$$m_y = (\mu_y \cdot q \cdot l_x^2) / 100 = 7,83 \text{ KN.m/m}$$

Armadura na direção X:

$$K_c = (100 \cdot d^2) / (1,4 \cdot m_x \cdot 100) = 11,04$$

$$K_c = 11,04 \rightarrow K_s = 0,024$$

$$A_s = K_s \cdot 1,40 \cdot m_x / d = 2,39 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\text{Ø } 8.0 \text{ c}/15 \text{ cm})$$

Armadura na direção Y:

$$K_c = (100 \cdot d^2) / (1,4 \cdot m_y \cdot 100) = 11,04$$

$$K_c = 11,04 \rightarrow K_s = 0,024$$

$$A_s = K_s \cdot 1,40 \cdot m_y / d = 2,39 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\text{Ø } 8.0 \text{ c}/15 \text{ cm})$$

Cálculo da flecha elástica:

$$E_{cs} = 23800 \text{ MPa} = 23800000 \text{ kN/m}^2$$

Flecha para carga total:

$$f_{g+q} = 0,0029 \text{ m} = 2,90 \text{ mm}$$

$$f_{lim} = 2,12 \text{ cm} = 21,20 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

Flecha para carga acidental:

$$f_q = 0,0009 \text{ m} = 0,92 \text{ mm}$$

$$f_{lim} = 1,51 \text{ cm} = 15,14 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

6.1 Dimensionamento da abertura para manutenção:

Dimensão da abertura:

$$a_x = 0,53 \text{ m} \quad \text{Adotar: } 60 \text{ cm}$$

Armadura da abertura:

$$f_{ctd} = 1,282 \text{ MPa}$$

$$f_{bd} = 2,886 \text{ MPa}$$

$$I_b = 237,31 \text{ mm} \quad \text{Adotar: } 30,00 \text{ cm}$$

Comprimento total da ancoragem da armadura:

$l =$ 60 cm Adotar: 65 cm

7. DIMENSIONAMENTO DA LAJE DE FUNDO

7.1 Tensão Máxima no Solo

Comprimento da base: 5,45 m
Largura da base: 5,45 m

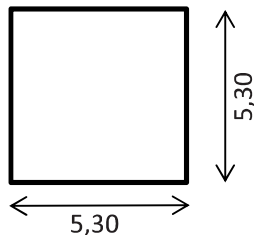
Laje de tampa: 11,1 tf
Sobrecarga: 7,6 tf
Paredes: 7,8 tf
Paredes: 7,3 tf
TOTAL: 33,9 tf

Laje de fundo: 11,1 tf
Água: 39,8 tf
TOTAL: 50,9 tf

$\sigma_{\text{solo}} =$ 2,85 tf/m² $=$ 0,29 kgf/cm² $<$ 1,5 kgf/cm²
OK

7.2 Cálculo das Armaduras:

$l_y =$ 5,30 m
 $l_x =$ 5,30 m



Cargas:

$q =$ 1,14 tf/m² $=$ 11,41 kN/m²

Esforços:

$l_x =$ 5,30 m $\rightarrow$ $\lambda =$ 1,00

$\mu_x = 4,41$
 $\mu_y = 4,41$

$m_x =$ $(\mu_x \cdot q \cdot l_x^2) / 100$ $=$ 14,13 KN.m/m
 $m_y =$ $(\mu_y \cdot q \cdot l_x^2) / 100$ $=$ 14,13 KN.m/m

Armadura na direção X:

$K_c =$ $(100 \cdot d^2) / (1,4 \cdot m_x \cdot 100)$ $=$ 6,12
 $K_c =$ 6,12 $\rightarrow$ $K_s =$ 0,024
 $A_s =$ $K_s \cdot 1,40 \cdot m_x / d$ $=$ 4,32 cm²/m **(Ø 10.0 c/15 cm)**

Armadura na direção Y:

$K_c =$ $(100 \cdot d^2) / (1,4 \cdot m_y \cdot 100)$ $=$ 6,12
 $K_c =$ 6,12 $\rightarrow$ $K_s =$ 0,024
 $A_s =$ $K_s \cdot 1,40 \cdot m_y / d$ $=$ 4,32 cm²/m **(Ø 10.0 c/15 cm)**

7.3 Verificação Quanto ao Cisalhamento:

$$V_{\text{máx.}} = 1,05 \text{ tf/m}$$

$$V_d = 1470,0 \text{ Kg/m}$$

$$f_{ct,m} = 0,3 * f_{ck}^{2/3} \quad f_{ct,m} = 2,56 \text{ MPa}$$

$$f_{ctk,inf} = 0,7 * f_{ct,m} \quad f_{ctk,inf} = 1,80 \text{ MPa}$$

Cálculo da resistência de projeto ao cisalhamento:

$$V_{Rd1} = [\tau_{Rd} * k * (1,2 + 40 * \rho_1) + 0,15 * \sigma_{cd}] * b_w * d$$

Onde:

$$\tau_{Rd} = 0,25 * f_{ctd} \quad \tau_{Rd} = 3,21 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk,inf}}{\gamma_c} \quad f_{ctd} = 12,82 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w * d} \quad \rho_1 = 0,0048 < 0,02 \quad \text{OK}$$

$$\sigma_{cd} = \frac{N_{sd}}{A_c} \quad \sigma_{cd} = 0,72 \text{ Kg/cm}^2$$

$$N_{sd} = 1076,25 \text{ Kgf}$$

$$k = 1,6 - d \quad k = 1,49$$

Logo,

$$V_{Rd1} = 7423,75 \text{ Kgf} > V_d$$

(Não há necessidade de armadura transversal)

8. PILARES

P1 = P3

$$\text{Dimensões:} \quad 20 \text{ cm} \quad \times \quad 20 \text{ cm}$$

Serão adotadas armaduras mínimas construtivas.

$$A_{s,\text{mín.}} = 1,60 \text{ cm}^2 \quad \text{Adotar: } (4 \text{ } \varnothing 10,0)$$

$$\text{Estritos:} \quad \text{Adotar: } \varnothing 6,3$$

$$\text{Espaçamento:} \quad \text{Adotar: } 15 \text{ cm}$$

P2 = P4

$$\text{Dimensões:} \quad 15 \text{ cm} \quad \times \quad 25 \text{ cm}$$

Serão adotadas armaduras mínimas construtivas.

$$A_{s,\text{mín.}} = 1,50 \text{ cm}^2 \quad \text{Adotar: } (4 \text{ } \varnothing 10,0)$$

$$\text{Estritos:} \quad \text{Adotar: } \varnothing 6,3$$

$$\text{Espaçamento:} \quad \text{Adotar: } 15 \text{ cm}$$

9. CINTAS

Serão adotadas armaduras mínimas construtivas.

Armadura Longitudinal: **(4 Ø 8.0)**
Estribos: **(Ø 6.3 c/ 15)**

RESERVATÓRIO APOIADO (150 m³)

Memória de Cálculo

1. INTRODUÇÃO

Este memorial de cálculo tem por objetivo o dimensionamento estrutural de um Reservatório apoiado de 150 m³.

Para fins de liberação das fundações, na cota de assentamento, o solo deverá apresentar uma taxa de 1,5 kgf/cm².

2. BIBLIOGRAFIA

NBR 6118/2014 (Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado)

3. MATERIAIS UTILIZADOS

Concreto fck = 25 MPa

Aço CA-50A

4. DETERMINAÇÃO DOS ESFORÇOS INTERNOS SOLICITANTES NAS PAREDES

Dimensões:

Altura de cálculo (soma da altura do reservatório com a metade da espessura da laje de fundo):

hr(altura do reservatório) = 3,00 m

A altura de água máxima considera o nível máximo de água no reservatório:

ha(altura da água) = 2,50 m

Dimensões do reservatório:

Comprimento de cálculo = 9,00 m

Largura de cálculo = 7,25 m

Espessura das Paredes = 0,25 m

Espessura da laje de fundo = 0,25 m

Espessura da laje de tampa = 0,15 m

Cobrimento das armaduras = 4,00 cm

4.1 Reservatório Cheio

Pressão máxima na base devido a água:

Peso Específico (γ_a): = 1,00 tf/m³

$P_a = \gamma_a \cdot h_a$ = 2,50 tf/m²

Momento máximo na base:

$M_{\max} = (P_a \cdot h_r^2) / 15$ = 1,20 tf*m/m

Momento horizontal nos cantos:

$M_h = 0,083 \cdot \gamma_a \cdot h_a^3$ = 1,30 tf*m/m

Força horizontal de tração nas paredes:

$T = 0,30 \cdot \gamma_a \cdot h_a^2$ = 1,88 tf/m

5. CÁLCULO DAS ARMADURAS DAS PAREDES

5.1 Reservatório Cheio

Armadura Vertical

$K_c = (100 \cdot d^2) / (1,4 \cdot M_{\max})$ = 26,25

$$\begin{aligned} K_c &= 26,25 \rightarrow K_s = 0,023 \\ A_s &= K_s \cdot 1,40 \cdot M_{\text{máx}}/d = 1,84 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

Armadura Horizontal de Canto

$$\begin{aligned} K_c &= (100 \cdot d^2)/(1,4 \cdot M_h) = 24,29 \\ K_c &= 24,29 \rightarrow K_s = 0,023 \\ A_s &= K_s \cdot 1,40 \cdot M_h/d = 1,99 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

$$A_{s,\text{mín}} = 3,75 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\varnothing 10.0 \text{ c}/15 \text{ cm})$$

5.1.1 Cálculo do comprimento da armadura horizontal de canto:

Distância do canto ao ponto de momento horizontal nulo

$$a = 0,8 \cdot T/1,00 \cdot h_r = 0,50 \text{ m} \quad 50 \text{ cm}$$

Comprimento de ancoragem:

$$\begin{aligned} f_{ctd} &= 1,282 \text{ MPa} \\ f_{bd} &= 2,886 \text{ MPa} \\ l_b &= 301,35 \text{ mm} \quad 30,13 \text{ cm} \end{aligned}$$

Comprimento total:

$$\begin{aligned} a_t &= a + l_b \\ a_t &= 80,13 \text{ cm} \quad \text{Adotar: } 0,90 \text{ m} \end{aligned}$$

5.2 Reservatório Vazio

Por se tratar de uma estrutura apoiada, para esse caso será adotada armadura mínima.

Armadura Vertical

Para essa situação será adotada armadura mínima.

$$A_{s,\text{mín}} = 3,75 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\varnothing 10.0 \text{ c}/15 \text{ cm})$$

Armadura Horizontal de Canto:

$$A_{s,\text{mín}} = 3,75 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\varnothing 10.0 \text{ c}/15 \text{ cm})$$

5.2.1 Cálculo do comprimento da armadura horizontal de canto:

Comprimento de armadura horizontal de canto:

$$a_t = 0,90 \text{ m}$$

5.3 Cálculo do comprimento da armadura vertical:

Comprimento da armadura vertical:

$$\begin{aligned} \text{Tensão} &= 3,13 \text{ tf}/\text{m}^2 \\ b &= 1,24 \text{ m} \quad \text{Adotar: } 1,40 \text{ m} \end{aligned}$$

Armadura horizontal das paredes:

$$A_{s,\text{mín}} = 3,75 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\varnothing 10.0 \text{ c}/15 \text{ cm})$$

6. DIMENSIONAMENTO DA LAJE DE TAMPA

Cargas:

Peso Próprio:	3,75 kN/m ²
Revestimento:	0,57 kN/m ²
Sobrecarga:	2,00 kN/m ²
TOTAL:	6,32 kN/m²

Largura: 7,25 m
 Comprimento: 9,00 m

Caso 1: $\alpha =$ 6,95

Esforços:

$$l_x = 7,25 \text{ m} \rightarrow \lambda = 1,24$$

$$\mu_x = 6,27$$

$$\mu_y = 4,45$$

$$m_x = (\mu_x \cdot q \cdot l_x^2) / 100 = 20,83 \text{ KN.m/m}$$

$$m_y = (\mu_y \cdot q \cdot l_x^2) / 100 = 14,78 \text{ KN.m/m}$$

Armadura na direção X:

$$K_c = (100 \cdot d^2) / (1,4 \cdot m_x \cdot 100) = 4,15$$

$$K_c = 4,15 \rightarrow K_s = 0,025$$

$$A_s = K_s \cdot 1,40 \cdot m_x / d = 6,63 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\text{Ø } 10.0 \text{ c}/10 \text{ cm})$$

Armadura na direção Y:

$$K_c = (100 \cdot d^2) / (1,4 \cdot m_y \cdot 100) = 5,85$$

$$K_c = 5,85 \rightarrow K_s = 0,025$$

$$A_s = K_s \cdot 1,40 \cdot m_y / d = 4,70 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\text{Ø } 10.0 \text{ c}/14 \text{ cm})$$

Cálculo da flecha elástica:

$$E_{cs} = 23800 \text{ MPa} = 23800000 \text{ kN/m}^2$$

Flecha para carga total:

$$f_{g+q} = 0,0151 \text{ m} = 15,11 \text{ mm}$$

$$f_{lim} = 2,9 \text{ cm} = 29,00 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

Flecha para carga acidental:

$$f_q = 0,0048 \text{ m} = 4,78 \text{ mm}$$

$$f_{lim} = 2,07 \text{ cm} = 20,71 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

6.1 Dimensionamento da abertura para manutenção:

Dimensão da abertura:

$$a_x = 0,80 \text{ m} \quad \text{Adotar: } 80 \text{ cm}$$

Armadura da abertura:

$$f_{ctd} = 1,282 \text{ MPa}$$

$$f_{bd} = 2,886 \text{ MPa}$$

$$l_b = 237,31 \text{ mm} \quad \text{Adotar: } 30,00 \text{ cm}$$

Comprimento total da ancoragem da armadura:

$l =$ 60 cm Adotar: 60 cm

7. DIMENSIONAMENTO DA LAJE DE FUNDO

7.1 Tensão Máxima no Solo

Comprimento da base: 9,25 m
Largura da base: 7,5 m

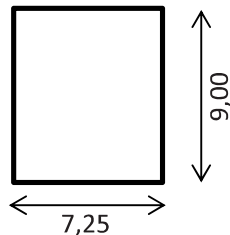
Laje de tampa: 26,0 tf
Sobrecarga: 17,8 tf
Paredes: 32,4 tf
Paredes: 24,5 tf
TOTAL: 100,7 tf

Laje de fundo: 43,4 tf
Água: 147,0 tf
TOTAL: 190,4 tf

$\sigma_{\text{solo}} =$ 4,20 tf/m² = 0,42 kgf/cm² < 1,5 kgf/cm²
OK

7.2 Cálculo das Armaduras:

$l_y =$ 9,00 m
 $l_x =$ 7,25 m



Cargas:

$q =$ 1,45 tf/m² = 14,52 kN/m²

Esforços:

$l_x =$ 7,25 m $\rightarrow$ $\lambda =$ 1,24

$\mu_x = 6,27$

$\mu_y = 4,45$

$m_x = (\mu_x \cdot q \cdot l_x^2) / 100 = 47,85 \text{ KN.m/m}$
 $m_y = (\mu_y \cdot q \cdot l_x^2) / 100 = 33,96 \text{ KN.m/m}$

Armadura na direção X:

$K_c = (100 \cdot d^2) / (1,4 \cdot m_x \cdot 100) = 6,58$
 $K_c = 6,58 \rightarrow K_s = 0,024$
 $A_s = K_s \cdot 1,40 \cdot m_x / d = 7,66 \text{ cm}^2/\text{m}$ (**Ø 12.5 c/14 cm**)

Armadura na direção Y:

$K_c = (100 \cdot d^2) / (1,4 \cdot m_y \cdot 100) = 9,28$
 $K_c = 9,28 \rightarrow K_s = 0,024$
 $A_s = K_s \cdot 1,40 \cdot m_y / d = 5,43 \text{ cm}^2/\text{m}$ (**Ø 10.0 c/12 cm**)

7.3 Verificação Quanto ao Cisalhamento:

$$V_{\text{máx.}} = 2,60 \text{ tf/m}$$

$$V_d = 3640,0 \text{ Kgf/m}$$

$$f_{ct,m} = 0,3 * f_{ck}^{2/3} \quad f_{ct,m} = 2,56 \text{ MPa}$$

$$f_{ctk,inf} = 0,7 * f_{ct,m} \quad f_{ctk,inf} = 1,80 \text{ MPa}$$

Cálculo da resistência de projeto ao cisalhamento:

$$V_{Rd1} = [\tau_{Rd} * k * (1,2 + 40 * \rho_1) + 0,15 * \sigma_{cd}] * b_w * d$$

Onde:

$$\tau_{Rd} = 0,25 * f_{ctd} \quad \tau_{Rd} = 3,21 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk,inf}}{\gamma_c} \quad f_{ctd} = 12,82 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w * d} \quad \rho_1 = 0,0025 < 0,02 \quad \text{OK}$$

$$\sigma_{cd} = \frac{N_{sd}}{A_c} \quad \sigma_{cd} = 1,05 \text{ Kg/cm}^2$$

$$N_{sd} = 2625 \text{ Kgf}$$

$$k = 1,6 - d \quad k = 1,39$$

Logo,

$$V_{Rd1} = 12493,77 \text{ Kgf} > V_d$$

(Não há necessidade de armadura transversal)

8. POÇO DE SUÇÃO

$$\text{Espessura: } 0,25 \text{ m}$$

Será adotada armadura mínima na referida estrutura:

$$A_{s,\text{mín}} = 3,75 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\varnothing 10.0 \text{ c/15 cm})$$

9. APOIO PARA O TELHADO

$$\text{Espessura média: } 0,18 \text{ m}$$

Será adotada armadura mínima na referida estrutura:

$$A_{s,\text{mín}} = 2,70 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\varnothing 8.0 \text{ c/15 cm})$$

10. PILARES

$$\text{Dimensões: } 20 \text{ cm} \quad \times \quad 20 \text{ cm}$$

Serão adotadas armaduras mínimas construtivas.

$$A_{s,\text{mín.}} = 1,60 \text{ cm}^2 \quad \text{Adotar: } (4 \varnothing 10.0)$$

Estribos: Adotar: **Ø 6.3**

Espaçamento: Adotar: 15 cm

11. CINTAS

Serão adotadas armaduras mínimas construtivas.

Armadura Longitudinal: **(4 Ø 8.0)**

Estribos: **(Ø 6.3 c/ 15)**

CÁLCULO LUMINOTÉCNICO

DADOS DO CLIENTE

Empresa: CODEVASF
Obra: CASA DE COMANDO CAPTAÇÃO
Dados adicionais:
Autor:
Data:
Revisão:

RESUMO

Ambiente	Luminária	Código	Qtde	$E_{mcz}(lx)$	$E_{med}(lx)$	$E_{max}(lx)$	$E_{min}(lx)$
CASA DE QUÍMICA	3530 2xT26 32W	3530.232.300	2	81	88	155	25

CÁLCULO LUMINOTÉCNICO

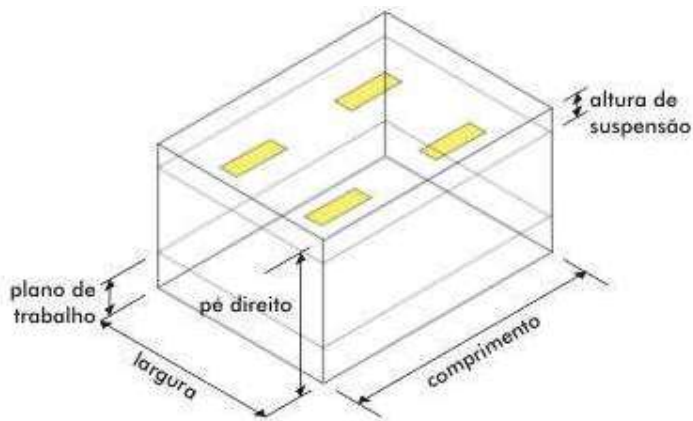
DADOS DO AMBIENTE

Ambiente: CASA DE QUÍMICA**Dimensões:**

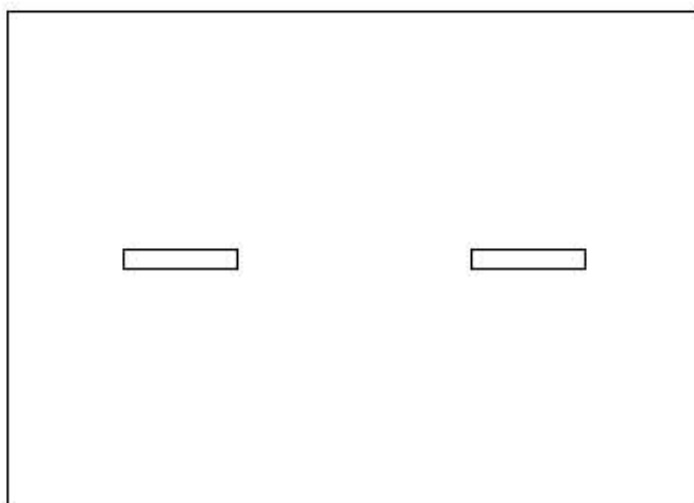
Comprimento:	7,00 m
Largura:	5,00 m
Pé direito:	3,00 m
Plano de trabalho:	0,75 m
Altura de suspensão:	0,00 m

Cores e refletância: Média

Teto:	50
Parede:	30
Piso:	10

Condições do ambiente: Sujo**Fator de perdas luminosas:** 0,6**Fluxo luminoso:** 2700 lm**Fator de reator:** 1,00**Tipo de atividade:** Indústria (Geral)

DISTRIBUIÇÃO DAS LUMINÁRIAS

Luminária: 3530 2xT26 32W**Código:** 3530.232.300**Iluminância solicitada:****Quantidade:** 2**Número de colunas:** 2**Número de linhas:** 1**Distância entre colunas:** 3,5 m**Distância entre linhas:****Distância parede-colunas:** 1,75 m**Distância parede-linhas:** 2,5 m

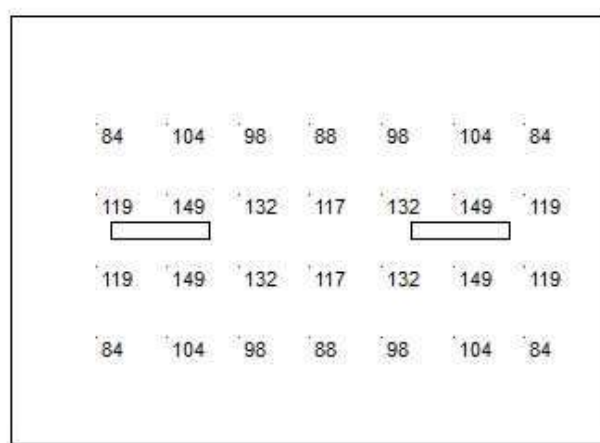
CÁLCULO LUMINOTÉCNICO

RESULTADOS

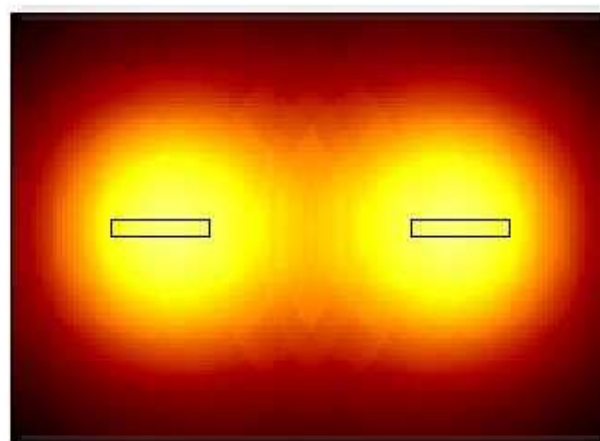
Ambiente: CASA DE QUÍMICA
Luminária: 3530 2xT26 32W
Código: 3530.232.300
Quantidade: 2

E médio: 88 lx
E máximo: 155 lx
E mínimo: 25 lx
E mcz: 81 lx

PONTO A PONTO



ILUMINÂNCIA



Cálculo realizado pelo método ponto a ponto, em função dos dados fotométricos da luminária. Não considera as reflexões no teto, paredes e piso.

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

3530 2XT26 32W



3530.232.300

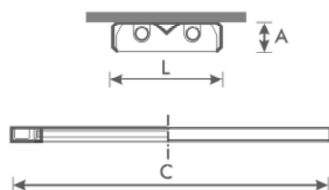
Especificação: Luminária de sobrepor para 2 lâmpadas fluorescentes tubulares de 32W. Corpo e refletor em chapa de aço tratada com acabamento em pintura eletrostática epóxi-pó na cor branca. Alojamento do reator na cabeceira. Equipada com porta-lâmpada antivibratório em policarbonato, com trava de segurança e proteção contra aquecimento nos contatos.

Aplicação: Uso geral, onde exerçam tarefas com requisitos visuais normais como loja de serviço, hospital, refeitório, sala de aula, banco, escritório, almoxarifado, etc.

Rendimento: 78%

Dimensões: A= 58 x L= 227 x C= 1326 mm.

DESENHO



FATOR DE UTILIZAÇÃO

TETO (%)	70			50			30			0
PAREDE (%)	50	30	10	50	30	10	30	10	0	0
PISO (%)	10			10			10			0
K _v	FATOR DE UTILIZAÇÃO (X 0.01)									
0.60	33	27	23	32	27	23	27	23	21	
0.80	41	35	30	40	34	30	33	30	28	
1.00	47	41	36	45	40	36	39	35	34	
1.25	52	47	42	51	46	42	45	41	39	
1.50	56	51	47	55	50	46	49	46	44	
2.00	63	58	54	61	57	53	56	53	51	
2.50	67	63	59	65	61	58	60	58	55	
3.00	70	66	63	68	65	62	63	61	59	
4.00	73	70	67	71	69	66	67	65	63	
5.00	75	73	70	73	71	69	70	68	66	

CURVA DE DISTRIBUIÇÃO LUMINOSA

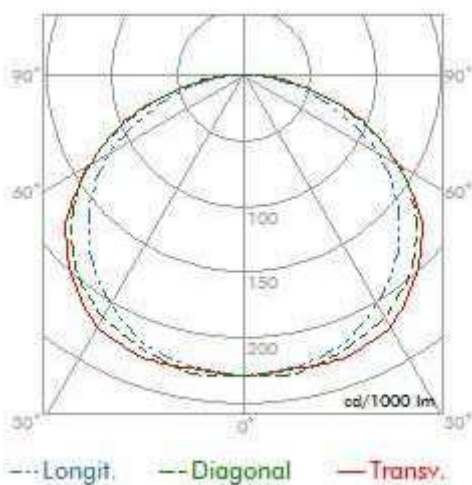
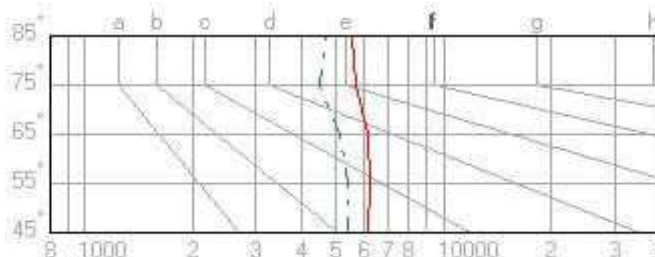


DIAGRAMA DE LUMINÂNCIA

CLASSE	ILUMINÂNCIA EM SERVIÇO (lx)			
A	2000	1000	500	≤ 300
B	2000	1000	500	≤ 300
C	2000	1000	500	≤ 300
D	2000	1000	500	≤ 300
E	2000	1000	500	≤ 300



Miralux Ind. e Com. de Aparelhos Elétricos Ltda.
 t | 11 4785 1010
 f | 11 4785 1034
 Rod Régis Bittencourt, km 276
 06818 300 Embu - SP
 www.itaим.ind.br



MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL – MI
COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E
DO PARNAÍBA
5ª SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL

SISTEMAS DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO E
APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA EM COMUNIDADES RURAIS
DIFUSAS, LOCALIZADAS NOS MUNICÍPIOS DE PARICONHA, DELMIRO
GOUVEIA E ÁGUA BRANCA, NO ESTADO DE ALAGOAS, COM
SUPRIMENTO HÍDRICO PELO CANAL DO SERTÃO ALAGOANO.

RELATÓRIO DO MEMORIAL DE CÁLCULO TRANSFORMADOR 112,5 kVA E
SPDA DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA TRATADA
- SUBSISTEMA XII – SUBSISTEMA XII - ROLAS, CAMPINHO, TANQUE,
VERDÃO, CAPIM, CALDEIRÃO, QUEIMADAS, CARAIBEIRAS DO
TEODOSIO, ARATICUM(GERIPANCÓ), FIGUEREDO(GERIPANCÓ),
OURICURI(GERIPANCÓ), TABULEIRO, PIANCÓ, PÉ DE SERRA, VIEIRA
MOXOTÓ, SERROTE DOS OVOS, CACHOEIRA, POÇO DA AREIA, SERRA
DO ENGENHO, SERRA DOS VITÓRIOS, SERRA DA JUREMA E DA BAIXA
VERDE E ALTO DA BOA VISTA.

VOLUME 8 – PROJETOS COMPLEMENTARES
TOMO I - PROJETO ELÉTRICO

Março/2016

ÍNDICE GERAL

- VOLUME 1 RELATÓRIO SÍNTESE DO PROJETO
- VOLUME 2 SERVIÇOS DE CAMPO
 - TOMO I - CARTOGRAFIA
 - TOMO II - GEOTECNIA
 - TOMO III - PEDOLOGIA
- VOLUME 3 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS
 - TOMO I - OBRAS CIVIS
 - TOMO II - EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS
 - TOMO III - EQUIPAMENTOS ELETROMECÂNICOS
 - TOMO IV - EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS
 - TOMO V - SISTEMA DE AUTOMAÇÃO
- VOLUME 4 PEÇAS GRÁFICAS
- VOLUME 5 MEMORIAL DE CÁLCULO E DIMENSIONAMENTOS
- VOLUME 6 ORÇAMENTO DO PROJETO
 - TOMO I - MEMORIAL DESCRITIVO E QUANTITATIVOS
 - TOMO II - COMPOSIÇÕES DE CUSTOS
 - TOMO III - PLANILHAS ORÇAMENTÁRIAS
 - TOMO IV – CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO DA OBRA
 - TOMO V- PROPOSTA DOS FORNECEDORES
- VOLUME 7 - ESTUDOS AMBIENTAIS
- VOLUME 8 – PROJETOS COMPLEMENTARES
 - TOMO I – PROJETO ELETRICO
 - TOMO II – PROJETO AUTOMAÇÃO/COMUNICAÇÃO
 - TOMO III – PROJETO ESTRUTURAL

- TOMO IV – INSTALAÇÕES HIDROSANITÁRIA
 - VOLUME 9 – RELATÓRIO DE DESAPROPIAÇÃO
 - VOLUME 10 – MANUAL DE OPERAÇÃO DO SISTEMA

APRESENTAÇÃO

O trabalho aqui apresentado é constituído pôr uma parte descritiva e de cálculo (Memorial Descritivo e Memorial de Cálculo) e pôr outra parte de Peças Gráficas (desenhos).

No memorial, consta além do objetivo do projeto, a relação completa dos materiais e equipamentos a serem empregados, outras informações técnicas, referentes ao ponto de entrega, circuito primário, circuito secundário, dados do transformador e diagrama unifilar, como também o dimensionamento do sistema elétrico.

Nas plantas, estão incluídas a localização e características de todas as estruturas de acordo com a nomenclatura e simbologia normalizadas pela EDAL para este tipo de projeto.

Ressalta-se que este relatório contempla as tarefas E17 - Relatório e Dimensionamento e Projeto Elétrico das Captações e Estações de Tratamento de Água e E19 - Relatório de Dimensionamento, Concepção e Lógicas de Funcionamento e Operação dos Sistemas de Regulação e Controle.

SUMÁRIO

ÍNDICE GERAL	2
1. OBJETIVO	6
2. DADOS DA OBRA	6
2. NORMAS	6
MEMORIAL DE CÁLCULO	9
3. DIMENSIONAMENTO	9
3.1. Sistema de Suprimento de Energia Elétrica para a QDG Casa de Química	9
3.2. Sistema de Suprimento de Energia Elétrica para a QDFL Casa de Química	11
3.3. Sistema de Suprimento de Energia Elétrica para a CCM - Casa de Química	13
3.4. Tipos de Partidas de Motores	19
3.2. Eletrodutos Alimentador	19
4. SUBESTAÇÃO	20
4.1. Dimensionamento da Subestação	20
4.2 Disjuntores e Proteção	21
4.2.1. Disjuntor Geral de Baixa Tensão	21
5. MEMÓRIA DE CÁLCULO SPDA	21
5.1. Avaliação do risco de proteção	21
5.2. Avaliação de Risco	24
5.3. Infraestrutura	44
5. 4. Anexo	48

1. OBJETIVO

Este projeto tem como objetivo definir critérios para o dimensionamento de uma subestação abaixadora de tensão do tipo aérea de **15 kVA 13800/380/220 V**, que se destina a atender as instalações elétricas da Captação e Bombeamento de Água Bruta do Sistema de Abastecimento de Água/Sub-Sistema XI – BARRAGEM LESTE, no município de Agua Branca, neste Estado.

2. DADOS DA OBRA

Nome do proprietário:	Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba
Endereço:	Assentamento BARRAGEM LESTE – Agua Branca/AL
Tipo de fornecimento (EEA):	Média Tensão
Tensão de alimentação Primária:	13.800 V
Tensão de alimentação Segundo:	220/380 V
Número da ART:	00027049017085011302

2. NORMAS

Além da NR 10 – Norma Regulamentada de Segurança em Serviços de Eletricidade, o presente projeto baseia-se nas seguintes normas técnicas e em caso de dúvida referente a aquelas as normas abaixo devem ser consultadas para eventuais dúvidas:

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas:

- NBR 5410-2004 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- NBR 14039:2005 – Instalações Elétricas de Média Tensão de 1,0 kV a 36,2 kV;

- NBR IEC 60947-2:2013 - Dispositivos de manobra e comando de baixa tensão - Parte 2: Disjuntores;
- NBR ISO/CIE 8995-1:2013 - Iluminâncias de interiores – procedimento;
- NBR 14136:12 - Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20 A/250 V em corrente alternada – Padronização;
- NBR 15465 - 2008 - Sistemas de eletrodutos plásticos para instalações elétricas de baixa tensão - Requisitos de desempenho
- NBR-5419-1/2015 Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas - Parte 1: Princípios Gerais.
- NBR-5419-1/2015 Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas - Parte 2: Gerenciamento de Risco
- NBR-5419-1/2015 Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas - Parte 3: Danos Físicos a Estrutura e Perigos a Vida.
- NBR-5419-1/2015 Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas – Parte 4: Sistema Elétrica e Eletrônicos Internos na Estrutura.

ELETROBRÁS – Distribuição Alagoas:

- Norma Técnica de Fornecimentos de Energia Elétrica em Média Tensão - NDEE01 Rev 00;
- Norma Técnica de Fornecimento de Energia Elétrica em Baixa Tensão (Edificações Individuais) - NDEE02 Rev 00;
- Norma Técnica de Fornecimento de Energia Elétrica em Baixa Tensão (Edificações Coletivas) - NDEE03 Rev 00.

As normas acima mencionadas atendem aos requisitos mínimos para instalação e montagem de equipamentos e estruturas pertencentes ao projeto elétrico das instalações. A contratante poderá exigir conforme as necessidades

específicas que a contratada utilize normas além das descritas acima para cada caso.

MEMORIAL DE CÁLCULO

3. DIMENSIONAMENTO

3.1. Sistema de Suprimento de Energia Elétrica para a QDG Casa de Química

O QDG da Casa de Química será suprido de energia elétrica através de uma subestação trifásica ao tempo. Sua potência nominal será de 112,5 kVA, em tensão primária de 13.800 V circuito delta, e em tensão secundária de 380/220 V nominais a quatro fios (3 fases e neutro) em circuito estrela aterrado.

A fiação formada por fios flexíveis de cobre unipolares, com isolação em PVC 750 V, na bitola de #6,0 mm² para os condutores de fase e neutro partirá da caixa M3 de proteção do disjuntor e medidor, em ramal subterrâneo, circuito trifásico (3F+N+T) até o quadro de distribuição geral (QDG), conforme mostrado nos desenhos de referência e em atendimento ao que prescreve a norma da concessionária. Os cabos do circuito alimentador serão condicionados em eletrodutos de diâmetro nominal 32 mm instalados sob piso.

Circuito C1 – CCM - Reservatórios com uma carga de 7360 W.

Proteção e Comando: Disjuntor termomagnético trifásico de 20 A

Alimentação: Fio sintenax 2,5 mm², isolado para 750 V.

isolamento de PVC

Fórmulas

$$P = V * I * \sqrt{3} * \cos\phi$$

$$1CV = 736W$$

$$\cos\phi = \text{Fator de Potência}$$

$$\sqrt{3} = 1,732$$

Corrente CCM - Reservatórios (Apoiado e Água de Lavagem Motores 5CV)

$$5 \text{ Cv} \times 736 \text{ W} = 3680 \text{ W} \times 2 = 7360 \text{ W}$$

Fator de potência($\cos\phi$) = 0,80

Tensão: 380 V

$$I = 7360/380 * \sqrt{3} * \cos 0,80$$

$$I = 13,97 \text{ A}$$

Conforme ABNT 5410/2004 Tabela 33 - Tipos de linhas elétricas, método de instalação número 61A - Cabos unipolares em eletroduto (de seção não-circular ou não) ou em canaleta não-ventilada enterrado(a), Método de referência D.

Tabela 36 – Capacidade de condução de corrente, condutores de cobre com isolamento em PVC, circuito com 3 (três) condutores carregados, método de referência D, coluna 13 (treze), seção nominal $2,5\text{mm}^2$ capacidade de condução de corrente 24 (vinte e quatro) A

Circuito C2 – QDFL - Casa de Química com uma carga de 2708 W.

Proteção e Comando: Disjuntor termomagnético trifásico de 10 A

Alimentação: Fio sintenax $2,5 \text{ mm}^2$, isolado para 750 V.

isolamento de PVC

Fórmulas

$$P = V * I * \sqrt{3} * \cos\phi$$

$\cos\phi$ = Fator de Potência

$$\sqrt{3} = 1,732$$

Corrente QDFL

$$\text{Carga} = 2708\text{W}$$

Fator de potência($\cos\phi$) = 0,80

Tensão: 380 V

$$I = 2708/380 * \sqrt{3} * \cos 0,80$$

$$I = 5,14 \text{ A}$$

Conforme ABNT 5410/2004 Tabela 33 - Tipos de linhas elétricas, método de instalação número 61A - Cabos unipolares em eletroduto (de seção não-circular ou não) ou em canaleta não-ventilada enterrado(a), Método de referência D.

Tabela 36 – Capacidade de condução de corrente, condutores de cobre com isolamento em PVC, circuito com 3 (três) condutores carregados, método de referência D, coluna 13 (treze), seção nominal 2,5mm² capacidade de condução de corrente 24 (vinte e quatro) A

3.2. Sistema de Suprimento de Energia Elétrica para a QDFL Casa de Química

Fiação formada por fios flexíveis de cobre unipolares, com isolamento em PVC 750 V, na bitola de #2,5 mm² para os condutores de fase e neutro partirá do quadro de distribuição geral (QDG), circuito trifásico (3F+N+T) até o quadro de distribuição força e luz (QDFL), conforme mostrado nos desenhos de referência e em atendimento ao que prescreve a norma da concessionária. Os cabos do circuito alimentador serão condicionados em eletrodutos de diâmetro nominal 32 mm instalados aparente sobre a parede.

Circuito C1 – Iluminação interna com uma carga de 60 W.

Proteção e Comando: Disjuntor termomagnético monofásico de 10 A

Alimentação: Fio sintenax 1,5 mm², isolado para 750 V.

isolamento de PVC

Fórmulas

$$P = V * I * \cos\phi$$

$\cos\phi$ = Fator de Potência

Corrente

Carga = 60W

Fator de potência($\cos\phi$) = 0,95

Tensão: 220 V

$I = 60 / 220 * \cos 0,95$

$I = 0,29 \text{ A}$

Circuito C2 –Tomadas com uma carga de 400 W.

Proteção e Comando: Disjuntor termomagnético monofásico de 10 A

Alimentação: Fio sintenax 2,5 mm², isolado para 750 V.

isolamento de PVC

Fórmulas

$P = V * I * \cos\phi$

$\cos\phi$ = Fator de Potência

Corrente

Carga = 400W

Fator de potência($\cos\phi$) = 0,8

Tensão: 220 V

$I = 400 / 220 * \cos 0,8$

$I = 2,27 \text{ A}$

Circuito C3 – Iluminação externa com uma carga de 120 W.

Proteção e Comando: Disjuntor termomagnético monofásico de 10 A

Alimentação: Fio sintenax 2,5 mm², isolado para 750 V.

isolamento de PVC

Fórmulas

$P = V * I * \cos\phi$

$\cos\phi$ = Fator de Potência

Corrente

Carga = 120W

Fator de potência($\cos\phi$) = 0,95

Tensão: 220 V

$I = 120 / 220 * \cos 0,95$

$I = 0,57 \text{ A}$

Circuito C4 – CCM - Casa de Química com uma carga de 2208 W.

Proteção e Comando: Disjuntor termomagnético trifásico de 15 A

Alimentação: Fio sintenax 2,5 mm², isolado para 750 V.

isolamento de PVC

Fórmulas

$P = V * I * \sqrt{3} * \cos\phi$

$\cos\phi$ = Fator de Potência

$\sqrt{3} = 1,732$

Corrente CCM

Carga = 2208W

Fator de potência($\cos\phi$) = 0,80

Tensão: 380 V

$I = 2208 / 380 * \sqrt{3} * \cos 0,80$

$I = 4,19 \text{ A}$

3.3. Sistema de Suprimento de Energia Elétrica para a CCM - Casa de Química

Fiação formada por fios flexíveis de cobre unipolares, com isolação em PVC 750 V, na bitola de #2,5 mm² para os condutores de fase e neutro partirá

do quadro de distribuição geral (QDG), circuito trifásico (3F+N+T) até o quadro de distribuição força e luz (QDFL), conforme mostrado nos desenhos de referência e em atendimento ao que prescreve a norma da concessionária. Os cabos do circuito alimentador serão condicionados em eletrodutos de diâmetro nominal 32 mm instalados aparente sobre a parede.

Circuito C1 – Floculador com uma carga de 1472 W.

Proteção e Comando: Disjuntor termomagnético monofásico de 15 A

Alimentação: Fio sintenax 2,5 mm², isolado para 750 V.

isolamento de PVC

Fórmulas

$$P = V * I * \cos\phi$$

$\cos\phi$ = Fator de Potência

$$1\text{CV} = 736\text{W}$$

Corrente Motor 2 CV

$$2\text{ Cv} \times 736\text{ W} = 1472\text{ W}$$

$$\text{Fator de potência}(\cos\phi) = 0,8$$

$$\text{Tensão: } 220\text{ V}$$

$$I = 1472 / 220 * \cos 0,8$$

$$I = 8,36\text{ A}$$

Circuito C2 – Dosador com uma carga de 736 W.

Proteção e Comando: Disjuntor termomagnético monofásico de 10 A

Alimentação: Fio sintenax 2,5 mm², isolado para 750 V.

isolamento de PVC

Fórmulas

$$P = V * I * \cos\phi$$

$\cos\phi$ = Fator de Potência

$$1\text{CV} = 736\text{W}$$

Corrente Motor 1 CV

$$1\text{ Cv} \times 736\text{ W} = 736\text{ W}$$

Fator de potência($\cos\phi$) = 0,8

Tensão: 220 V

$$I = 736 / 220 * \cos 0,8$$

$$I = 4,18 \text{ A}$$

Circuito C3 – Floculador com uma carga de 1472 W. **(RESERVA)**

Proteção e Comando: Disjuntor termomagnético monofásico de 15 A

Alimentação: Fio sintenax 2,5 mm², isolado para 750 V.

isolamento de PVC

Fórmulas

$$P = V * I * \cos\phi$$

$\cos\phi$ = Fator de Potência

$$1\text{CV} = 736\text{W}$$

Corrente Motor 2 CV

$$2 \text{ Cv} \times 736 \text{ W} = 1472 \text{ W}$$

Fator de potência($\cos\phi$) = 0,8

Tensão: 220 V

$$I = 1472 / 220 * \cos 0,8$$

$$I = 8,36 \text{ A}$$

Circuito C4 – Dosador com uma carga de 736 W. **(RESERVA)**

Proteção e Comando: Disjuntor termomagnético monofásico de 10 A

Alimentação: Fio sintenax 2,5 mm², isolado para 750 V.

isolamento de PVC

Fórmulas

$$P = V * I * \cos\phi$$

$\cos\phi$ = Fator de Potência

$$1\text{CV} = 736\text{W}$$

Corrente Motor 1 CV

$$1 \text{ Cv} \times 736 \text{ W} = 736 \text{ W}$$

Fator de potência($\cos\phi$) = 0,8

Tensão: 220 V

$$I = 736 / 220 * \cos 0,8$$

$$I = 4,18 \text{ A}$$

3.4. Sistema de Suprimento de Energia Elétrica para o CCM BOOSTER (ETA)

A fiação formada por fios flexíveis de cobre unipolares, com isolação em PVC 750 V, na bitola de #70 mm² para os condutores de fase e neutro e de #35 mm² para proteção, quadro de distribuição geral (QDG), circuito trifásico (3F+N+T) até o CCM, em eletroduto aparente, circuito trifásico (3F+N+T), conforme mostrado nos desenhos de referência e em atendimento ao que prescreve a norma da concessionária. Os cabos do circuito alimentador serão condicionados em eletrodutos de diâmetro nominal 110 mm.

Circuito C1 – Motor 75 CV => 55,2 kW => 62,73 kVA.

Proteção e Comando: Disjuntor termomagnético trifásico de 120 A

Alimentação: Fio sintenax 70 mm², isolado para 750 V.

$$\text{Corrente} = I_m = 55200 / 380 \times 1,732 \times 0,93 \times 0,85 = \mathbf{106,19 \text{ A}}$$

isolamento de PVC

Correção de temperatura ambiente (35°C) → Corrente 106,19 / 0,94 = **112,73 A**

Conforme ABNT-NBR 5410/2004.

Correção de temperatura Solo (35°C) → Corrente 150,50 / 0,84 = **134,73 A**

Conforme ABNT-NBR 5410/2004.

Fórmulas

$$P = V * I * \sqrt{3} * \cos\phi * \eta$$

$$1CV = 736W$$

$\cos\phi$ = Fator de Potência

$$\sqrt{3} = 1,732$$

η = Redimento do Motor

$$S(kVA) = P(W) / \cos\phi \times \eta$$

$$S = (75 \times 736) / (0,85 \times 0,93)$$

$$S = 63,18 \text{ kVA}$$

Tabela 33 - Tipos de linhas elétricas, método de instalação número 33 - Cabos unipolares em eletroduto(de seção não-circular ou não) ou em canaleta não-ventilada enterrado(a), Método de referência D.

Tabela 36 – Capacidade de condução de corrente, condutores de cobre com isolamento em PVC, circuito com 3 (três) condutores carregados, método de referência D, coluna 13 (treze), seção nominal 70mm² capacidade de condução de corrente 151 A (CENTO E CINQUENTA E UM), um condutor para fase.

Queda de tensão : máxima = 2% de 380V => 7,6 V Distância do quadro a carga em Km = 40 metros ou 0,040km.

$$\text{Queda de Tensão Unitária ---K= } 1,33 \text{ V/Axkm} \quad \cos\phi = 0,8$$

(K = Constante encontrada na tabela da pirelle)

$$\text{Queda de tensão (DV)} = 0,36 \times 179,65 \times 0,040 = \mathbf{2,58 \text{ V}} \ll 7,6 \text{ V}$$

Circuito C2 – Motor 75 CV => 55,2 kW => 62,73 kVA. **(RESERVA)**

Proteção e Comando: Disjuntor termomagnético trifásico de 120 A

Alimentação: Fio sintenax 70 mm², isolado para 750 V.

$$\text{Corrente} = I_m = 55200 / 380 \times 1,732 \times 0,93 \times 0,85 = \mathbf{106,19 \text{ A}}$$

isolamento de PVC

$$\text{Correção de temperatura ambiente (35°C)} \rightarrow \text{Corrente } 106,19 / 0,94 = \mathbf{112,73 \text{ A}}$$

Conforme ABNT-NBR 5410/2004.

$$\text{Correção de temperatura Solo (35°C)} \rightarrow \text{Corrente } 150,50 / 0,84 = \mathbf{134,73 \text{ A}}$$

Conforme ABNT-NBR 5410/2004.

Fórmulas

$$P = V \times I \times \sqrt{3} \times \cos\phi \times \eta$$

$$1\text{CV} = 736\text{W}$$

$\cos\phi$ = Fator de Potência

$$\sqrt{3} = 1,732$$

η = Redimento do Motor

$$S(\text{kVA}) = P(W) / \cos\phi \times \eta$$

$$S = (75 \times 736) / (0,85 \times 0,93)$$

$$S = 63,18 \text{ kVA}$$

Tabela 33 - Tipos de linhas elétricas, método de instalação número 33 - Cabos unipolares em eletroduto(de seção não-circular ou não) ou em canaleta não-ventilada enterrado(a), Método de referência D.

Tabela 36 – Capacidade de condução de corrente, condutores de cobre com isolação em PVC, circuito com 3 (três) condutores carregados, método de referência D, coluna 13 (treze), seção nominal 70mm² capacidade de condução de corrente 151 A (CENTO E CINQUENTA E UM), um condutor para fase.

Queda de tensão : máxima = 2% de 380V => 7,6 V Distância do quadro a carga em Km = 40 metros ou 0,040km.

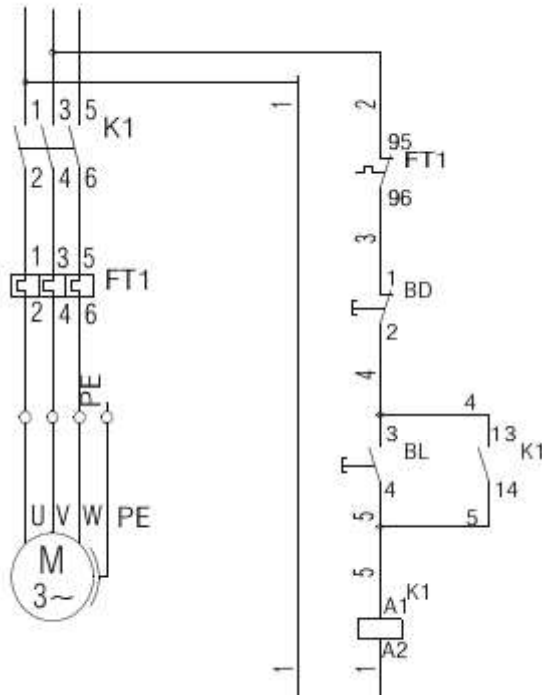
Queda de Tensão Unitária ---K= 1,33 V/Axkm $\cos\phi = 0,8$

(K = Constante encontrada na tabela da pirelle)

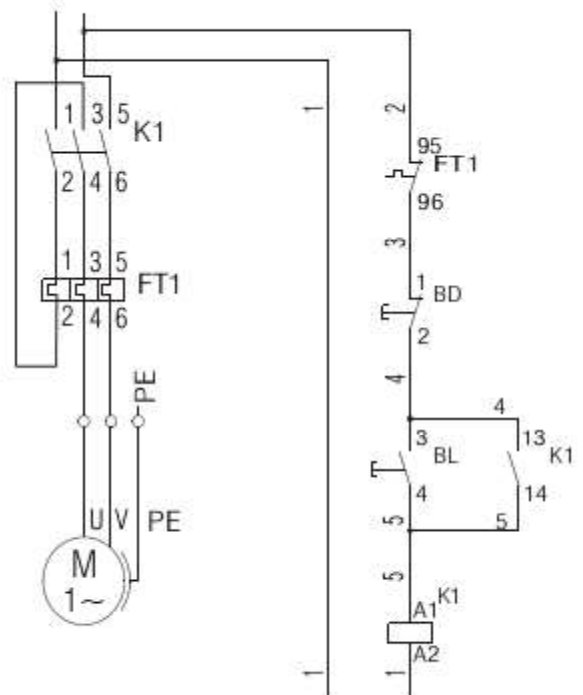
Queda de tensão (DV) = 0,36 x 179,65 x 0,040 = **2,58 V** << 7,6 V

3.5. Tipos de Partidas de Motores

Partida Direta Trifásica



Partida Direta Monofásica



3.6. Eletrodutos Alimentador

A taxa de utilização segundo norma NBR 5410 é de 40%, esse valor somado a as áreas dos condutores e diâmetro interno do eletroduto nos conduz aos seguintes valores específicos para os eletrodutos para o circuito alimentador.

$$D = \sqrt{\frac{4xA}{Tx\pi}} \text{ Onde, A = área total dos condutores; T = taxa de ocupação.}$$

$$D = \sqrt{4 \times 300 / 0,4 \times 3,14} = 30,90 \Rightarrow 32\text{mm}$$

Como a distância é de cerca de 50 metros para o eletroduto sem caixas intermediárias de passagem, então deve-se subir um nível de medida para os eletrodutos como afirma a norma NBR 5410-2004.

4. SUBESTAÇÃO

4.1. Dimensionamento da Subestação

Carga total = 70,73 kW

Fator de Potência = 0,83

Fator de Demanda Adotado = 1,00

Demanda Total = 80,56 kVA

Será adotada subestação de 112,5kVA.

Reserva:

$$R = (1 - 80,56 / 112,5) \times 100 = 71,06 \%$$

Transformador adotado: 112,5 kVA.

a) Corrente de Curto Circuito

Corrente de Curto Circuito (I_{cc})

$$Z = 3,5\%$$

I_T – corrente nominal do transformador, em A;

$Z\%$ – impedância percentual do transformador.

$$I_T = 112,5 \times 1000 / 380 \times 1,732 = 170,79A$$

$$I_{cc} = (170 / 3,5) \times 100 = 4,881 \text{ kA}$$

Será adotado ICC = 30 kA

$$\text{Potência de curto-circuito: } S_{cc} = \sqrt{3} \times 380 \times 0,651 \times 1000 = 0,33MVA$$

b) Dimensionamento dos Cabos e Disjuntores

Alimentação do transformador:

$$IT = 170,79 \text{ A}$$

$$U = 380 \text{ V } L = 25,0\text{m}$$

Cabo estimado: 95 mm²

Pela Queda de Tensão:

$$\Delta U = 22,79 \times 1,732 \times 25 \times 0,83 / 56 \times 10 = 1,46 \text{ V}$$

$$\Delta\% = \Delta U \times 100 / 380 = 0,27 \text{ V}$$

Logo será adotado condutor de 95mm² para fase e de 95mm² para neutro. Proteção do Transformador:

Será adotado disjuntor termomagnético tripolar de 175A/380V/30kA.

4.2 Disjuntores e Proteção

4.2.1. Disjuntor Geral de Baixa Tensão

A partir do valor de corrente nominal do circuito alimentador que é de 170,79 A, o valor do disjuntor será de 175 A com capacidade de interrupção mínima de 30 kA conforme norma da Eletrobras Distribuição Alagoas.

Será adotado disjuntor termomagnético tripolar de 175A/380V/30kA.

5. MEMÓRIA DE CÁLCULO SPDA

5.1. Avaliação do risco de proteção

A área de exposição equivalente (Ae) corresponde à área do plano da estrutura prolongada em todas as direções, de modo a levar em conta sua

altura. Os limites da área de exposição equivalente estão afastados do perímetro da estrutura por uma distância correspondente à altura da estrutura no ponto considerado.

$$Ae = LW + 2LH + 2WH + \pi \cdot H^2 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$Ae = 128,35 \text{ (m}^2\text{)}$$

COMPRIMENTO L(m)

LARGURA W(m)

ALTURA H(m)

5.1.1. Densidade de descargas para a terra

A densidade de descargas atmosféricas para a terra (N_g) é o número de raios para a terra por km^2 por ano.

$N_g = 5,31 \text{ km}^2/\text{ano}$, para o município de Delmiro Gouveia, conforme o site do INPE, que podemos verificar através do endereço eletrônico.

<http://www.inpe.br/webelat/homepage/>

5.1.2. Frequência média anual previsível de descargas

Frequência média anual previsível (N_d) de descargas atmosféricas sobre uma estrutura.

$$N_d = N_g \cdot Ae \cdot 10^{-6}$$

$$N_d = 6,82 \times 10^{-4}$$

5.1.3. Fatores de ponderação

Os fatores de ponderação denotam a importância relativa do risco em cada caso.

Tabela B.1 - Fator A: Tipo de ocupação da estrutura	
Tipo de ocupação	Fator A
Fábricas, oficinas e laboratórios	1

Tabela B.2 - Fator B: Tipo de construção da estrutura	
Tipo de ocupação	Fator B
Estrutura de alvenaria ou concreto simples, com qualquer cobertura, exceto metálica ou de palha	1

Tabela B.3 - Fator C: Conteúdo da estrutura e efeitos indiretos das descargas atmosféricas	
Tipo de ocupação	Fator C
Escolas, hospitais, creches e outras instituições, locais de afluência de público	1,7

Tabela B.4 - Fator D: Localização da estrutura	
Tipo de ocupação	Fator D
Estrutura completamente isolada, ou que ultrapassa, no mínimo, duas vezes a altura de estruturas ou árvores próximas	2

Tabela B.5 - Fator E: Topografia da região	
Tipo de ocupação	Fator D
Planície	0,3

5.1.4. Frequência provável (Ndc) de descargas atmosféricas

Frequência média anual previsível de descargas atmosféricas sobre uma estrutura, após aplicados os fatores de ponderação.

$$N_{dc} = N_d \times A \times B \times C \times D \times E$$

$$N_{dc} = 6,95 \times 10^{-04} \text{ descargas/ano}$$

5.1.5. Parâmetros normativos

- Se $N_{dc} \geq 10^{-3}$, uso de SPDA é obrigatório.
- Se $10^{-5} < N_{dc} < 10^{-3}$, uso do SPDA deve ser tecnicamente justificado.
- Se $N_{dc} \leq 10^{-5}$, uso de SPDA é dispensável.

5.1.6. Conclusão de cálculo

Apenas para critério de comparação entre o que era solicitado anteriormente pela NBR 5419:2001 e a mesma NBR 5419, atualizada no ano de 2015, percebemos que, pelos critérios adotados anteriormente, **o uso de SPDA não era obrigatório**, porém, devemos agora analisar os riscos de perdas de vidas humanas e de serviços públicos, para aí sim, definir a necessidade do uso ou não do SPDA, como veremos no item 5.2.

5.2. Avaliação de Risco

5.2.1 Risco de perda de vida humana (R1)

Os resultados para risco de perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes) levam em consideração os componentes de risco de descargas na estrutura e próximo desta, e descargas em uma linha conectada à estrutura e próximo desta.

A determinação do Risco de Perdas de Vida Humana, se dá pela seguinte fórmula:

$$R1 = Ra + Rb + Rc + Rm + Ru + Rv + Rw + Rz$$

5.2.1.1 Componente Ra (risco de ferimentos a seres vivos causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a ferimentos aos seres vivos, causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura e fora, nas zonas até 3m ao redor dos condutores de descidas.

A determinação da componente Ra, se dá pela seguinte fórmula:

$$Ra = Nd \times Pa \times La$$

$$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$$

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

$$Pa = Pta \times Pb$$

Pa (probabilidade de uma descarga na estrutura causar ferimentos a seres vivos por choque elétrico)

Pta (Probabilidade de uma descarga a uma estrutura causar choque a seres vivos devido a tensões de toque e de passo)

Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)

$$La = rt \times Lt \times (nz/nt) \times (tz/8760)$$

La (valores de perda na zona considerada)

rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)

Lt (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso)

nz (Número de pessoas na zona considerada)

nt (Número total de pessoas na estrutura)

tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)
8760 h/ano

5.2.1.2 Componente Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a danos físicos, causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente.

A determinação da componente Rb, se dá pela seguinte fórmula:

$$Rb = Nd \times Pb \times Lb$$

$$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$$

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)

$$Lb = rp \times rf \times hz \times Lf \times (nz/nt) \times (tz/8760)$$

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)

rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)

hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)

Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)

nz (Número de pessoas na zona considerada)

nt (Número total de pessoas na estrutura)

tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)
8760 h/ano

5.2.1.3 Componente Rc (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

A determinação da componente Rb, se dá pela seguinte fórmula:

$$R_c = N_d \times P_c \times L_c$$

$$N_d = N_g \times A_d \times C_d \times 10^{-6}$$

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

$$P_c = 1 - [(1 - P_{c.E}) \times (1 - P_{c.T})]$$

$$P_{c.E} = P_{spd.E} \times C_{ld.E}, P_{c.T} = P_{spd.T} \times C_{ld.T}$$

Pc (probabilidade de uma descarga na estrutura causar falha a sistemas internos)

Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)

Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)

$$L_c = L_o \times (n_z/n_t) \times (t_z/8760)$$

Lc (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)

nz (Número de pessoas na zona considerada)

nt (Número total de pessoas na estrutura)

tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)
8760 h/ano

5.2.1.4 Componente Rm (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perdas de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

A determinação da componente Rm, se dá pela seguinte fórmula:

$$R_m = N_m \times P_m \times L_m$$

$$N_m = N_g \times A_m \times 10^{-6}$$

Nm (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da estrutura)

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)

Pm (probabilidade de uma descarga perto da estrutura causar falha de sistemas internos)

$$P_{ms} = (K_{s1} \times K_{s2} \times K_{s3} \times K_{s4})^2$$

$$P_{m.E} = P_{spd.E} \times P_{ms.E}, P_{m.T} = P_{spd.T} \times P_{ms.T}$$

$$P_m = 1 - [(1 - P_{m.E}) \times (1 - P_{m.T})]$$

Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)

Ks1 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha de uma estrutura)

Ks2 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha dos campos internos de uma estrutura)

Ks3 (Fator relevante às características do cabeamento interno)

Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema)

Uw (Tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido) (kV)

$$L_m = L_o \times (n_z/n_t) \times (t_z/8760)$$

Lm (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)

nz (Número de pessoas na zona considerada)

nt (Número total de pessoas na estrutura)

tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)
8760 h/ano

5.2.1.5 Componente Ru (risco de ferimentos a seres vivos causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a ferimentos aos seres vivos, causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura.

A determinação da componente R_u , se dá pela seguinte fórmula:

$$R_u = R_{u.E} + R_{u.T}$$

$$R_u = [(N_{L.E} + N_{d,j.E}) \times P_{u.E} \times L_u] + [(N_{L.T} + N_{d,j.T}) \times P_{u.T} \times L_u]$$

AL (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

LL (Comprimento da seção de linha)

$$AL = 40 \times LL$$

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

NL (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

C_i (Fator de instalação da linha)

C_t (Fator do tipo de linha)

C_e (Fator ambiental)

$$NL = Ng \times AL \times C_i \times C_e \times C_t \times 10^{-6}$$

$N_{d,j}$ (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)

$C_{d,j}$ (Fator de localização da estrutura adjacente)

$$N_{d,j} = Ng \times Adj \times C_{d,j} \times C_t \times 10^{-6}$$

P_u (probabilidade de uma descarga em uma linha causar ferimentos a seres vivos por choque elétrico)

$$P_u = P_{tu} \times P_{eb} \times P_{ld} \times C_{ld}$$

P_{tu} (Probabilidade de uma estrutura em uma linha que adentre a estrutura causar choques a seres vivos devidos a tensões de toque perigosas)

Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)

PId (Probabilidade dependendo da resistência R_s da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso U_w do equipamento)

CId (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)

$$Lu = r_t \times L_t \times (n_z / n_t) \times (t_z / 8760)$$

Lu (valores de perda na zona considerada)

r_t (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)

L_t (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso)

n_z (Número de pessoas na zona considerada)

n_t (Número total de pessoas na estrutura)

t_z (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)
8760 h/ano

5.2.1.6 Componente R_v (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas, geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura), devido à corrente da descarga atmosférica transmitida, ou ao longo das linhas.

A determinação da componente R_v , se dá pela seguinte fórmula:

$$R_v = R_{v.E} + R_{v.T}$$

$$R_v = [(NL.E + Ndj.E) \times Pv.E \times Lv] + [(NL.T + Ndj.T) \times Pv.T \times Lv]$$

$$AL = 40 \times LL$$

AL (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

LL (Comprimento da seção de linha)

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

$$NL = Ng \times AL \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$$

NL (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

Ci (Fator de instalação da linha)

Ct (Fator do tipo de linha)

Ce (Fator ambiental)

$$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$$

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)

Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)

$$Pv = Peb \times Pld \times Cld$$

Pv (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos físicos)

Pld (Probabilidade dependendo da resistência R_s da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso U_w do equipamento)

Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)

Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)

$$Lv = rp \times rf \times hz \times Lf \times (nz/nt) \times (tz/8760)$$

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)

rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)

hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)

Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)

nz (Número de pessoas na zona considerada)

nt (Número total de pessoas na estrutura)

tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)
8760 h/ano

5.2.1.7 Componente R_w (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

$$NL = Ng \times AL \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$$

NL (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

Ci (Fator de instalação da linha)

Ct (Fator do tipo de linha)

Ce (Fator ambiental)

$$AL = 40 \times LL$$

AL (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

LL (Comprimento da seção de linha)

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

$$N_{dj} = N_g \times A_{dj} \times C_{dj} \times C_t \times 10^{-6}$$

N_{dj} (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

A_{dj} (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)

C_{dj} (Fator de localização da estrutura adjacente)

$$P_w = P_{spd} \times P_{ld} \times C_{ld}$$

P_w (probabilidade de uma descarga em uma linha causar falha a sistemas internos)

P_{spd} (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)

P_{ld} (Probabilidade dependendo da resistência R_s da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso U_w do equipamento)

C_{ld} (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)

$$L_w = L_o \times (n_z/n_t) \times (t_z/8760)$$

L_w (valores de perda na zona considerada)

L_o (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)

n_z (Número de pessoas na zona considerada)

n_t (Número total de pessoas na estrutura)

t_z (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)
8760 h/ano

5.2.1.8 Componente R_z (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da linha)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a

perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

$$P_z = P_{spd} \times P_{li} \times C_{li}$$

P_z (probabilidade de uma descarga perto da linha conectada à estrutura causar falha de sistemas internos)

P_{spd} (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)

P_{li} (Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga perto da linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos)

C_{li} (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolamento da linha)

$$L_z = L_o \times (n_z/n_t) \times (t_z/8760)$$

L_z (valores de perda na zona considerada)

L_o (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)

n_z (Número de pessoas na zona considerada)

n_t (Número total de pessoas na estrutura)

t_z (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)
8760 h/ano

5.2.3 Risco de perdas de serviço ao público (R2)

Os resultados para risco de perda de serviço ao público levam em consideração os componentes de risco de descargas na estrutura e próximo desta, e descargas em uma linha conectada à estrutura e próximo desta.

A determinação do Risco de Perdas de Serviço Público, se dá pela seguinte fórmula:

$$R2 = Rb + Rc + Rm + Rv + Rw + Rz$$

5.2.3.1 Componente Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a danos físicos, causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente.

A determinação da componente Rb, se dá pela seguinte fórmula:

$$Rb = Nd \times Pb \times Lb$$

$$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$$

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)

$$Lb = rp \times rf \times hz \times Lf \times (nz/nt) \times (tz/8760)$$

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)

rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)

hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)

Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)

nz (Número de pessoas na zona considerada)

nt (Número total de pessoas na estrutura)

tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)
8760 h/ano

5.2.3.2 Componente Rc (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

A determinação da componente Rb, se dá pela seguinte fórmula:

$$R_c = N_d \times P_c \times L_c$$

$$N_d = N_g \times A_d \times C_d \times 10^{-6}$$

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

$$P_c = 1 - [(1 - P_{c.E}) \times (1 - P_{c.T})]$$

$$P_{c.E} = P_{spd.E} \times C_{ld.E}, P_{c.T} = P_{spd.T} \times C_{ld.T}$$

Pc (probabilidade de uma descarga na estrutura causar falha a sistemas internos)

Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)

Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)

$$L_c = L_o \times (n_z/n_t) \times (t_z/8760)$$

L_c (valores de perda na zona considerada)

L_o (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)

n_z (Número de pessoas na zona considerada)

n_t (Número total de pessoas na estrutura)

t_z (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)
8760 h/ano

5.2.3.3 Componente R_m (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perdas de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

A determinação da componente R_m , se dá pela seguinte fórmula:

$$R_m = N_m \times P_m \times L_m$$

$$N_m = N_g \times A_m \times 10^{-6}$$

N_m (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da estrutura)

N_g (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

A_m (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)

Pm (probabilidade de uma descarga perto da estrutura causar falha de sistemas internos)

$$Pms = (Ks1 \times Ks2 \times Ks3 \times Ks4)^2$$

$$Pm.E = Pspd.E \times Pms.E, Pm.T = Pspd.T \times Pms.T$$

$$Pm = 1 - [(1 - Pm.E) \times (1 - Pm.T)]$$

Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)

Ks1 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha de uma estrutura)

Ks2 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha dos campos internos de uma estrutura)

Ks3 (Fator relevante às características do cabeamento interno)

Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema)

Uw (Tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido) (kV)

$$Lm = Lo \times (nz/nt) \times (tz/8760)$$

Lm (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)

nz (Número de pessoas na zona considerada)

nt (Número total de pessoas na estrutura)

tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)
8760 h/ano

5.2.3.4 Componente Rv (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas, geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura), devido à corrente da descarga atmosférica transmitida, ou ao longo das linhas.

A determinação da componente R_v , se dá pela seguinte fórmula:

$$R_v = R_{v.E} + R_{v.T}$$

$$R_v = [(NL.E + Ndj.E) \times P_{v.E} \times L_v] + [(NL.T + Ndj.T) \times P_{v.T} \times L_v]$$

$$AL = 40 \times LL$$

AL (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

LL (Comprimento da seção de linha)

N_g (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

$$NL = N_g \times AL \times C_i \times C_e \times C_t \times 10^{-6}$$

NL (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

C_i (Fator de instalação da linha)

C_t (Fator do tipo de linha)

C_e (Fator ambiental)

$$Ndj = N_g \times Adj \times Cdj \times C_t \times 10^{-6}$$

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)

Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)

$$P_v = P_{eb} \times P_{ld} \times C_{ld}$$

P_v (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos físicos)

P_{ld} (Probabilidade dependendo da resistência R_s da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso U_w do equipamento)

C_{ld} (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)

Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)

$$Lv = rp \times rf \times hz \times Lf \times (nz/nt) \times (tz/8760)$$

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)

rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)

hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)

Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)

nz (Número de pessoas na zona considerada)

nt (Número total de pessoas na estrutura)

tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)
8760 h/ano

5.2.3.5 Componente Rw (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

$$NL = Ng \times AL \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$$

NL (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

Ci (Fator de instalação da linha)

Ct (Fator do tipo de linha)

Ce (Fator ambiental)

$$AL = 40 \times LL$$

AL (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

LL (Comprimento da seção de linha)

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

$$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$$

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)

Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)

$$Pw = Pspd \times Pld \times Cld$$

Pw (probabilidade de uma descarga em uma linha causar falha a sistemas internos)

Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)

Pld (Probabilidade dependendo da resistência R_s da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso U_w do equipamento)

Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)

$$Lw = Lo \times (nz/nt) \times (tz/8760)$$

Lw (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)

nz (Número de pessoas na zona considerada)

nt (Número total de pessoas na estrutura)

tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)
8760 h/ano

5.2.3.6 Componente Rz (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da linha)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

$$P_z = P_{spd} \times P_{li} \times C_{li}$$

P_z (probabilidade de uma descarga perto da linha conectada à estrutura causar falha de sistemas internos)

P_{spd} (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)

P_{li} (Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga perto da linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos)

C_{li} (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolamento da linha)

$$L_z = L_o \times (n_z/n_t) \times (t_z/8760)$$

L_z (valores de perda na zona considerada)

L_o (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)

n_z (Número de pessoas na zona considerada)

n_t (Número total de pessoas na estrutura)

t_z (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)
8760 h/ano

5.2.3.7 Avaliação final do risco

O risco é um valor relativo a uma provável perda anual média. Para cada tipo de perda que pode ocorrer na estrutura, o risco resultante deve ser avaliado.

Foram avaliados os seguintes riscos (R1) e (R2) e como podemos avaliar a memória de cálculo do Anexo 1, veremos que segundo a NBR 5919:2015, o Risco (R1) perda de vidas humanas é "tolerável", porém o Risco (R2) que trata da perda de serviços público, TORNA NECESSÁRIA a utilização do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosférica – SPDA.

5.3. Infraestrutura

Deverá ser executada um SPDA que atenda a revisão da norma 5419/2015, conforme consta no projeto existente.

5.3.1 Malha Captora:

O Sistema de captação é destinado a interceptar as descargas atmosféricas, sendo o sistema adotado no Prédio do tipo Gaiola da Faraday, onde teremos condutores de descida preso ao telhado, e interligando com o anel de aterramento.

A malha captora será do tipo cabo de cobre nú seguindo a tabela 2 da norma 5919-3 indicando que a malha para classe de SPDA tipo I deve ser de 5x5m.

Tabela 2 – Valores máximos dos raios da esfera rolante, tamanho da malha e ângulo de proteção correspondentes a classe do SPDA

— Classe do SPDA	Método de proteção		
	Raio da esfera rolante - R m	Máximo afastamento dos condutores da malha m	Ângulo de proteção α°
I	20	5 × 5	Ver Figura 1
II	30	10 × 10	
III	45	15 × 15	
IV	60	20 × 20	

O material utilizado para malha captora deve seguir a tabela 6, onde foram adotados cabo de cobre nu de 35mm², como malha captora.

Tabela 6 – Material, configuração e área de seção mínima dos condutores de captação, hastes captoras e condutores de descidas

Material	Configuração	Área da seção mínima mm ²	Comentários ^d
Cobre	Fita maciça	35	Espessura 1,75 mm
	Arredondado maciço ^d	35	Diâmetro 6 mm
	Encordado	35	Diâmetro de cada fio da cordoalha 2,5 mm
	Arredondado maciço ^b	200	Diâmetro 16 mm
Alumínio	Fita maciça	70	Espessura 3 mm
	Arredondado maciço	70	Diâmetro 9,5 mm
	Encordado	70	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3,5 mm
	Arredondado maciço ^b	200	Diâmetro 16 mm
Aço cobreado IACS 30 % ^e	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8 mm
	Encordado	50	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3 mm
Alumínio cobreado IACS 64 %	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8 mm
	Encordado	70	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3,6 mm
Aço galvanizado a quente ^a	Fita maciça	50	Espessura mínima 2,5 mm
	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8 mm
	Encordado	50	Diâmetro de cada fio cordoalha 1,7 mm
	Arredondado maciço ^b	200	Diâmetro 16 mm
Aço inoxidável ^c	Fita maciça	50	Espessura 2 mm
	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8 mm
	Encordado	70	Diâmetro de cada fio cordoalha 1,7 mm
	Arredondado maciço ^b	200	Diâmetro 16 mm
^a O recobrimento a quente (fogo) deve ser conforme ABNT NBR 6323 [1]. ^b Aplicável somente a minicaptoras. Para aplicações onde esforços mecânicos, por exemplo, força do vento, não forem críticos, é permitida a utilização de elementos com diâmetro mínimo de 10 mm e comprimento máximo de 1 m. ^c Composição mínima AISI 304 ou composto por: cromo 16 %, níquel 8 %, carbono 0,07 %. ^d Espessura, comprimento e diâmetro indicados na tabela refere-se aos valores mínimos, sendo admitida uma tolerância de 5 %, exceto para o diâmetro dos fios das cordoalhas cuja tolerância é de 2 %. ^e A cordoalha cobreada deve ter uma condutividade mínima de 30 % IACS (<i>International Annealed Copper Standard</i>).			
NOTA 1 Sempre que os condutores desta tabela estiverem em contato direto com o solo é importante que as prescrições da Tabela 7 sejam atendidas. NOTA 2 Esta tabela não se aplica aos materiais utilizados como elementos naturais de um SPDA.			

5.3.2 Sistema de Descida:

O sistema de descida é destinado a conduzir a corrente de descargas atmosféricas desde o sistema captor até ao sistema de malha de aterramento.

O sistema de descida adotado para a Prédio foi com condutor de cobre nu preso a parede, descendo pela lateral da edificação.

De acordo com a tabela 4 da NBR 5419-2015, o espaçamento médio dos condutores de descidas para o nível de proteção I passou para 10 metros.

Tabela 4 – Valores típicos de distância entre os condutores de descida e entre os anéis condutores de acordo com a classe de SPDA

Classe do SPDA	Distâncias m
I	10
II	10
III	15
IV	20
NOTA: É aceitável que o espaçamento dos condutores de descidas tenha no máximo 20 % além dos valores acima.	

Para descida do SPDA deverá, como já foi dito deverá ser utilizados cabo de cobre nu de 35mm² onde serão interligados a haste de aterramento tipo copperweld de Ø5/8"x2500mm através de conectores de medição e cabos #50mm² de cobre nu.

5.3.3 Sistema de Aterramento:

Do ponto de vista da proteção contra o raio, um subsistema de aterramento único integrado à estrutura é preferível e adequado para todas as finalidades.

Para assegurar a dispersão da corrente de descarga atmosférica na terra sem causar sobretensões perigosas, o arranjo e as dimensões do subsistema de aterramento são mais importantes que o próprio valor da resistência de aterramento.

Como forma de reduzir o gradiente de potencial no solo e a probabilidade de centelhamento perigoso recomenda-se uma resistência de aterramento 10Ω.

Para este arranjo, está sendo adotados na descida, uma haste de aterramento tipo copperweld de Ø5/8"x2400mm, interligando no anel de aterramento que deverá ser executado com cabos #50mm² conforme tabela 7 e todas as conexões devem ser feitas com soldas exotérmicas.

Não há necessidade de utilizar caixas de inspeção no solo, pois as descidas interligadas ao anel podem ser desconectadas através de conectores

de medição dentro de caixas de passagens tipo condutele fixadas na parede do prédio à uma altura 30 cm da calçada, facilitando assim a medição do SPDA.

Após a execução dos aterramentos, deverá ser feita uma mediação para assegurar que o aterramento seja inferior a 10 Ω .

Tabela 7 – Material, configuração e dimensões mínimas de eletrodo de aterramento

Material	Configuração	Dimensões mínimas ^f		Comentários ^f
		Eletrodo cravado (Diâmetro)	Eletrodo não cravado	
Cobre	Encordadoo ^c	–	50 mm ²	Diâmetro de cada fio cordoalha 3 mm
	Arredondado maciço ^c	–	50 mm ²	Diâmetro 8 mm
	Fita maciça ^c	–	50 mm ²	Espessura 2 mm
	Arredondado maciço	15 mm	–	
	Tubo	20 mm	–	Espessura da parede 2 mm
Aço galvanizado à quente	Arredondado maciço ^{a, b}	16 mm	Diâmetro 10 mm	–
	Tubo ^{a, b}	25 mm	–	Espessura da parede 2 mm
	Fita maciça ^a	–	90 mm ²	Espessura 3 mm
	Encordadoo	–	70 mm ²	–
Aço cobreado	Arredondado Maciço ^d Encordadoo ^g	12,7 mm	70 mm ²	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3,45 mm
Aço inoxidável ^e	Arredondado maciço	15 mm	Diâmetro 10 mm	Espessura mínima 2 mm
	Fita maciça		100 mm ²	

^a O recobrimento a quente (fogo) deve ser conforme a ABNT NBR 6323 [1].

^b Aplicável somente a mini captores. Para aplicações onde esforços mecânicos, por exemplo: força do vento, não forem críticos, é permitida a utilização de elementos com diâmetro mínimo de 10 mm e comprimento máximo de 1 m.

^c Composição mínima AISI 304 ou composto por: cromo 16 %, níquel 8 %, carbono 0,07 %.

^d Espessura, comprimento e diâmetro indicados na tabela refere-se aos valores mínimos sendo admitida uma tolerância de 5 %, exceto para o diâmetro dos fios das cordoalhas cuja tolerância é de 2 %.

^e Sempre que os condutores desta tabela estiverem em contato direto com o solo devem atender as prescrições desta tabela.

^f A cordoalha cobreada deve ter uma condutividade mínima de 30 % IACS (*International Annealed Copper Standard*).

^g Esta tabela não se aplica aos materiais utilizados como elementos naturais de um SPDA.

5.3.4. Conclusão

Adotando as medidas previstas na NBR 5419:2015, o Risco de Perdas de Vidas Humanas e Serviços Públicos, estão dentro dos limites toleráveis da norma.

5. 4. Anexo

Cálculo de Risco de Descarga Atmosférica

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL – MI
COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E
DO PARNAÍBA
5ª SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL

SISTEMAS DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO E
APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA EM COMUNIDADES RURAIS
DIFUSAS, LOCALIZADAS NOS MUNICÍPIOS DE PARICONHA, DELMIRO
GOUVEIA E ÁGUA BRANCA, NO ESTADO DE ALAGOAS, COM
SUPRIMENTO HÍDRICO PELO CANAL DO SERTÃO ALAGOANO.

RELATÓRIO DO MEMORIAL DESCRITIVO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO
13,8 kV E TRANSFORMADOR 225 kVA
SUBSISTEMA XII - ROLAS, CAMPINHO, TANQUE, VERDÃO, CAPIM,
CALDEIRÃO, QUEIMADAS, CARAIBEIRAS DO TEODOSIO,
ARATICUM(GERIPANCÓ), FIGUEREDO(GERIPANCÓ),
OURICURI(GERIPANCÓ), TABULEIRO, PIANCÓ, PÉ DE SERRA, VIEIRA
MOXOTÓ, SERROTE DOS OVOS, CACHOEIRA, POÇO DA AREIA, SERRA
DO ENGENHO, SERRA DOS VITÓRIOS, SERRA DA JUREMA E DA BAIXA
VERDE E ALTO DA BOA VISTA.

VOLUME 8 – PROJETOS COMPLEMENTARES
TOMO I - PROJETO ELÉTRICO

Março/2016

ÍNDICE GERAL

- VOLUME 1 RELATÓRIO SÍNTESE DO PROJETO
- VOLUME 2 SERVIÇOS DE CAMPO
 - TOMO I - CARTOGRAFIA
 - TOMO II - GEOTECNIA
 - TOMO III - PEDOLOGIA
- VOLUME 3 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS
 - TOMO I - OBRAS CIVIS
 - TOMO II - EQUIPAMENTOS HIDROMECAÑICOS
 - TOMO III - EQUIPAMENTOS ELETROMECAÑICOS
 - TOMO IV - EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS
 - TOMO V - SISTEMA DE AUTOMAÇÃO
- VOLUME 4 PEÇAS GRÁFICAS
- VOLUME 5 MEMORIAL DE CÁLCULO E DIMENSIONAMENTOS
- VOLUME 6 ORÇAMENTO DO PROJETO
 - TOMO I - MEMORIAL DESCRITIVO E QUANTITATIVOS
 - TOMO II - COMPOSIÇÕES DE CUSTOS
 - TOMO III - PLANILHAS ORÇAMENTÁRIAS
 - TOMO IV – CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO DA OBRA
 - TOMO V- PROPOSTA DOS FORNECEDORES
- VOLUME 7 - ESTUDOS AMBIENTAIS
- VOLUME 8 – PROJETOS COMPLEMENTARES
 - TOMO I – PROJETO ELETRICO
 - TOMO II – PROJETO AUTOMAÇÃO/COMUNICAÇÃO
 - TOMO III – PROJETO ESTRUTURAL
 - TOMO IV – INSTALAÇÕES HIDROSANITARIA
- VOLUME 9 – RELATÓRIO DE DESAPROPIAÇÃO
- VOLUME 10 – MANUAL DE OPERAÇÃO DO SISTEMA

APRESENTAÇÃO

Em concordância com os padrões e normas estabelecidas pela Eletrobrás Distribuição Alagoas - EDAL foi elaborado este projeto, que se destina a atender as Instalações Elétrica do Projeto de Complementação da Estação de Tratamento de Água do Sistema de Abastecimento de Água / - SUBSISTEMA IX – Comunidades de Anun, Barro Preto, Boqueirão, Conceição, Distrito Tabuleiro, Lagoa do Padre, Malhada das Pedras, Mercador, Moreira de Cima e Pendência - no município de Delmiro Gouveia, Estado de Alagoas.

O trabalho aqui apresentado é constituído pôr uma parte descritiva e de cálculo (Memorial Descritivo e Memorial de Cálculo) e pôr outra parte de Peças Gráficas (desenhos).

No memorial, consta além do objetivo do projeto, a relação completa dos materiais e equipamentos a serem empregados, outras informações técnicas, referentes ao ponto de entrega, circuito primário, circuito secundário, dados do transformador e diagrama unifilar, como também o dimensionamento do sistema elétrico.

Nas plantas, estão incluídas a localização e características de todas as estruturas de acordo com a nomenclatura e simbologia normalizadas pela EDAL para este tipo de projeto.

Ressalta-se que este relatório contempla as tarefas E17 - Relatório e Dimensionamento e Projeto Elétrico das Captações e Estações de Tratamento de Água e E19 - Relatório de Dimensionamento, Concepção e Lógicas de Funcionamento e Operação dos Sistemas de Regulação e Controle.

SUMÁRIO

ÍNDICE GERAL	2
1. OBJETIVO	6
2. DADOS DA OBRA	6
2. NORMAS	6
MEMORIAL DE CÁLCULO	9
3. DIMENSIONAMENTO.....	9
3.1. Sistema de Suprimento de Energia Elétrica para a QDG Casa de Bombas	9
3.2. Eletrodutos Alimentador	15
4. SUBESTAÇÃO	15
4.1. Dimensionamento da Subestação	15
4.2 Disjuntores e Proteção.....	17
4.2.1. Disjuntor Geral de Baixa Tensão	17
5. MEMÓRIA DE CÁLCULO SPDA	17
5.1. Avaliação do risco de proteção	17
5.2. Avaliação de Risco	20
5.3. Infraestrutura	40
5.3.4. Conclusão	44
5. 4. Anexo.....	45

1. OBJETIVO

Este projeto tem como objetivo definir critérios para o dimensionamento de uma subestação abaixadora de tensão do tipo aérea de **225 kVA 13800/380/220 V**, que se destina a atender as instalações elétricas da Captação e Bombeamento de Água/Sub-Sistema XII – ROLAS, no município de Delmiro Gouveia, neste Estado.

2. DADOS DA OBRA

Nome do proprietário:	Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba
Endereço:	Povoado Rolas – Água Branca/AL
Tipo de fornecimento (EEA):	Média Tensão
Tensão de alimentação Primária:	13.800 V
Tensão de alimentação Segundo:	220/380 V
Número da ART:	00027049017085011302

2. NORMAS

Além da NR 10 – Norma Regulamentada de Segurança em Serviços de Eletricidade, o presente projeto baseia-se nas seguintes normas técnicas e em caso de dúvida referente a aquelas as normas abaixo devem ser consultadas para eventuais dúvidas:

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas:

- NBR 5410-2004 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- NBR 14039:2005 – Instalações Elétricas de Média Tensão de 1,0 kV a 36,2 kV;

- NBR IEC 60947-2:2013 - Dispositivos de manobra e comando de baixa tensão - Parte 2: Disjuntores;
- NBR ISO/CIE 8995-1:2013 - Iluminâncias de interiores – procedimento;
- NBR 14136:12 - Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20 A/250 V em corrente alternada – Padronização;
- NBR 15465 - 2008 - Sistemas de eletrodutos plásticos para instalações elétricas de baixa tensão - Requisitos de desempenho
- NBR-5419-1/2015 Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas - Parte 1: Princípios Gerais.
- NBR-5419-1/2015 Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas - Parte 2: Gerenciamento de Risco
- NBR-5419-1/2015 Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas - Parte 3: Danos Físicos a Estrutura e Perigos a Vida.
- NBR-5419-1/2015 Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas – Parte 4: Sistema Elétrica e Eletrônicos Internos na Estrutura.

ELETROBRÁS – Distribuição Alagoas:

- Norma Técnica de Fornecimentos de Energia Elétrica em Média Tensão - NDEE01 Rev 00;
- Norma Técnica de Fornecimento de Energia Elétrica em Baixa Tensão (Edificações Individuais) - NDEE02 Rev 00;
- Norma Técnica de Fornecimento de Energia Elétrica em Baixa Tensão (Edificações Coletivas) - NDEE03 Rev 00.

As normas acima mencionadas atendem aos requisitos mínimos para instalação e montagem de equipamentos e estruturas pertencentes ao projeto elétrico das instalações. A contratante poderá exigir conforme as necessidades

específicas que a contratada utilize normas além das descritas acima para cada caso.

MEMORIAL DE CÁLCULO

3. DIMENSIONAMENTO

3.1. Sistema de Suprimento de Energia Elétrica para a QDG Casa de Bombas

O QDG da Casa de Bombas será suprido de energia elétrica através de uma subestação trifásica ao tempo. Sua potência nominal será de 225 kVA, em tensão primária de 13.800 V circuito delta, e em tensão secundária de 380/220 V nominais a quatro fios (3 fases e neutro) em circuito estrela aterrado.

A fiação formada por fios flexíveis de cobre unipolares, com isolamento em PVC 750 V, na bitola de #2x150 mm² para os condutores de fase e neutro e de #2x95 mm² para proteção, partirá da caixa M5 de proteção do disjuntor e medidor, em ramal subterrâneo, circuito trifásico (3F+N+T) até o quadro de distribuição geral (QDG), conforme mostrado nos desenhos de referência e em atendimento ao que prescreve a norma da concessionária. Os cabos do circuito alimentador serão condicionados em eletrodutos de diâmetro nominal 2x75 mm instalados sob solo.

Circuito C1 – Iluminação interna e Tomadas com uma carga de 432 W.

Proteção e Comando: Disjuntor termomagnético trifásico de 10 A

Alimentação: Fio sintenax 2,5 mm², isolado para 750 V.

Corrente = $432 / 220 \text{ V} = 1,96 \text{ A}$

isolamento de PVC

Correção de temperatura ambiente (35°C) → Corrente $6,36 / 0,94 = 2,00 \text{ A}$

Correção de Agrupamento → Corrente $6,77 / 0,80 = 2,61 \text{ A}$

Conforme ABNT-NBR 5410/2004 **Tabela 33** - Tipos de linhas elétricas, método de instalação número 7 - condutores isolados em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria, Método de referência B1.

Tabela 36 – Capacidade de condução de corrente, condutores de cobre com isolamento em PVC, circuito com 2 (dois) condutores carregados, método de referência B1, coluna 6 (seis), seção nominal 2,5mm² capacidade de condução

de corrente 24 A (vinte e quatro). um condutor para fase e neutro.

Queda de tensão : máxima = 2% de 220V => 4,4 V Distância do quadro a carga em Km = 30 metros ou 0,030km.

Queda de Tensão Unitária ---K= 14,3 V/Axkm $\cos\phi = 0,8$

(K = Constante encontrada na tabela da pirelle)

Queda de tensão (DV) = 14,3 x 2,61 x 0,030 = **1,12 V** << 4,4 V

Circuito C2 – Iluminação externa com uma carga de 140 W.

Proteção e Comando: Disjuntor termomagnético trifásico de 10 A

Alimentação: Fio sintenax 2,5 mm², isolado para 750 V.

Corrente = 140 kVA / 220 V = **0,63 A**

isolamento de PVC

Correção de temperatura ambiente (35°C) → Corrente 0,63 / 0,94 = **0,67 A**

Correção de Agrupamento → Corrente 0,67 / 0,80 = **0,72 A**

Conforme ABNT-NBR 5410/2004

Tabela 33 - Tipos de linhas elétricas, método de instalação número 7 - condutores isolados em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria, Método de referência B1.

Tabela 36 – Capacidade de condução de corrente, condutores de cobre com isolamento em PVC, circuito com 2 (dois) condutores carregados, método de referência B1, coluna 6 (seis), seção nominal 2,5mm² capacidade de condução de corrente 24 A (vinte e quatro). um condutor para fase e neutro.

Queda de tensão : máxima = 2% de 220V => 4,4 V Distância do quadro a carga em Km = 30 metros ou 0,030km.

Queda de Tensão Unitária ---K= 14,3 V/Axkm $\cos\phi = 0,8$

(K = Constante encontrada na tabela da pirelle)

Queda de tensão (DV) = 14,3 x 0,72 x 0,030 = **0,78 V** << 4,4 V

Circuito C3 – Motor 200 CV => 147,2 kW => 198,18 kVA.

Proteção e Comando: Disjuntor termomagnético trifásico de 350 A

Alimentação: Fio sintenax 120 mm², isolado para 750 V.

Corrente = Im = 147200 / 380 x 1,732 x 0,93 x 0,85 = **312,19 A**

isolamento de PVC

Correção de temperatura ambiente (35°C) → Corrente 312,19 / 0,94 = **330,73 A**

Conforme ABNT-NBR 5410/2004.

Correção de temperatura Solo (35°C) → Corrente 150,50 / 0,84 = **393,73 A**

Conforme ABNT-NBR 5410/2004.

Fórmulas

$$P = V * I * \sqrt{3} * \cos\phi * \eta$$

$$1CV = 736W$$

$\cos\phi$ = Fator de Potência

$$\sqrt{3} = 1,732$$

η = Redimento do Motor

$$S(kVA) = P(W) / \cos\phi \times \eta$$

$$S = (200 \times 736) / (0,85 \times 0,93)$$

$$S = 198,18 \text{ kVA}$$

Tabela 33 - Tipos de linhas elétricas, método de instalação número 33 - Cabos unipolares em eletroduto(de seção não-circular ou não) ou em canaleta não-ventilada enterrado(a), Método de referência D.

Tabela 36 – Capacidade de condução de corrente, condutores de cobre com isolação em PVC, circuito com 3 (três) condutores carregados, método de referência D, coluna 13 (treze), seção nominal 150mm² capacidade de condução de corrente 230 A (duzentos e trinta), DOIS condutor para fase.

Queda de tensão : máxima = 2% de 380V => 7,6 V Distância do quadro a carga em Km = 40 metros ou 0,040km.

Queda de Tensão Unitária ---K= 1,33 V/Axkm $\cos\phi = 0,8$

(K = Constante encontrada na tabela da pirelle)

Queda de tensão (DV) = 0,36 x 179,65 x 0,040 = **2,58 V** << 7,6 V

Circuito C4 – Motor 200 CV => 147,2 kW => 198,18 kVA. **(RESERVA)**

Proteção e Comando: Disjuntor termomagnético trifásico de 350 A

Alimentação: Fio sintenax 120 mm², isolado para 750 V.

Corrente = $I_m = 147200 / 380 \times 1,732 \times 0,93 \times 0,85 = \mathbf{312,19 \text{ A}}$

isolamento de PVC

Correção de temperatura ambiente (35°C) → Corrente 312,19 / 0,94 = **330,73 A**
Conforme ABNT-NBR 5410/2004.

Correção de temperatura Solo (35°C) → Corrente 150,50 / 0,84 = **393,73 A**
Conforme ABNT-NBR 5410/2004.

Fórmulas

$$P = V * I * \sqrt{3} * \cos\phi * \eta$$

$$1CV = 736W$$

$\cos\phi$ = Fator de Potência

$$\sqrt{3} = 1,732$$

η = Redimento do Motor

$$S(kVA) = P(W) / \cos\phi * \eta$$

$$S = (200 * 736) / (0,85 * 0,93)$$

$$S = 198,18 \text{ kVA}$$

Tabela 33 - Tipos de linhas elétricas, método de instalação número 33 - Cabos unipolares em eletroduto(de seção não-circular ou não) ou em canaleta não-ventilada enterrado(a), Método de referência D.

Tabela 36 – Capacidade de condução de corrente, condutores de cobre com isolação em PVC, circuito com 3 (três) condutores carregados, método de referência D, coluna 13 (treze), seção nominal 150mm² capacidade de condução de corrente 230 A (duzentos e trinta), DOIS condutor para fase.

Queda de tensão : máxima = 2% de 380V => 7,6 V Distância do quadro a carga em Km = 40 metros ou 0,040km.

Queda de Tensão Unitária ---K= 1,33 V/Axkm $\cos\phi = 0,8$

(K = Constante encontrada na tabela da pirelle)

Queda de tensão (DV) = 0,36 x 179,65 x 0,040 = **2,58 V** << 7,6 V

3.2. Sistema de Suprimento de Energia Elétrica para o CCM Casa de Bombas

A fiação formada por fios flexíveis de cobre unipolares, com isolação em PVC 750 V, na bitola de #2x150 mm² para os condutores de fase e neutro e de

#2x95 mm² para proteção, quadro de distribuição geral (QDG), circuito trifásico (3F+N+T) até o CCM, em eletroduto aparente, circuito trifásico (3F+N+T), conforme mostrado nos desenhos de referência e em atendimento ao que prescreve a norma da concessionária. Os cabos do circuito alimentador serão condicionados em eletrodutos de diâmetro nominal 75 mm.

Circuito C1 – Motor 200 CV => 147,2 kW => 198,18 kVA.

Proteção e Comando: Disjuntor termomagnético trifásico de 350 A

Alimentação: Fio sintenax 120 mm², isolado para 750 V.

Corrente = $I_m = 147200 / 380 \times 1,732 \times 0,93 \times 0,85 = 312,19 \text{ A}$

isolamento de PVC

Correção de temperatura ambiente (35°C) → Corrente 312,19 / 0,94 = **330,73 A**

Conforme ABNT-NBR 5410/2004.

Correção de temperatura Solo (35°C) → Corrente 150,50 / 0,84 = **393,73 A**

Conforme ABNT-NBR 5410/2004.

Fórmulas

$$P = V \times I \times \sqrt{3} \times \cos\phi \times \eta$$

$$1\text{CV} = 736\text{W}$$

$$\cos\phi = \text{Fator de Potência}$$

$$\sqrt{3} = 1,732$$

$$\eta = \text{Redimento do Motor}$$

$$S(\text{kVA}) = P(\text{W}) / \cos\phi \times \eta$$

$$S = (200 \times 736) / (0,85 \times 0,93)$$

$$S = 198,18 \text{ kVA}$$

Tabela 33 - Tipos de linhas elétricas, método de instalação número 33 - Cabos unipolares em eletroduto(de seção não-circular ou não) ou em canaleta não-ventilada enterrado(a), Método de referência D.

Tabela 36 – Capacidade de condução de corrente, condutores de cobre com isolação em PVC, circuito com 3 (três) condutores carregados, método de referência D, coluna 13 (treze), seção nominal 150mm² capacidade de condução de corrente 230 A (duzentos e trinta), DOIS condutor para fase.

Queda de tensão : máxima = 2% de 380V => 7,6 V Distância do quadro

a carga em Km = 40 metros ou 0,040km.

Queda de Tensão Unitária ---K= 1,33 V/Axkm $\cos\phi = 0,8$

(K = Constante encontrada na tabela da pirelle)

Queda de tensão (DV) = $0,36 \times 179,65 \times 0,040 = 2,58 \text{ V} \ll 7,6 \text{ V}$

Circuito C2 – Motor 200 CV => 147,2 kW => 198,18 kVA. **(RESERVA)**

Proteção e Comando: Disjuntor termomagnético trifásico de 350 A

Alimentação: Fio sintenax 120 mm², isolado para 750 V.

Corrente = $I_m = 147200 / 380 \times 1,732 \times 0,93 \times 0,85 = 312,19 \text{ A}$

isolamento de PVC

Correção de temperatura ambiente (35°C) → Corrente 312,19 / 0,94 = **330,73 A**

Conforme ABNT-NBR 5410/2004.

Correção de temperatura Solo (35°C) → Corrente 150,50 / 0,84 = **393,73 A**

Conforme ABNT-NBR 5410/2004.

Fórmulas

$$P = V \times I \times \sqrt{3} \times \cos\phi \times \eta$$

$$1\text{CV} = 736\text{W}$$

$$\cos\phi = \text{Fator de Potência}$$

$$\sqrt{3} = 1,732$$

$$\eta = \text{Redimento do Motor}$$

$$S(\text{kVA}) = P(\text{W}) / \cos\phi \times \eta$$

$$S = (200 \times 736) / (0,85 \times 0,93)$$

$$S = 198,18 \text{ kVA}$$

Tabela 33 - Tipos de linhas elétricas, método de instalação número 33 - Cabos unipolares em eletroduto(de seção não-circular ou não) ou em canaleta não-ventilada enterrado(a), Método de referência D.

Tabela 36 – Capacidade de condução de corrente, condutores de cobre com isolamento em PVC, circuito com 3 (três) condutores carregados, método de referência D, coluna 13 (treze), seção nominal 150mm² capacidade de condução de corrente 230 A (duzentos e trinta), DOIS condutor para fase.

Queda de tensão : máxima = 2% de 380V => 7,6 V Distância do quadro

a carga em Km = 40 metros ou 0,040km.

Queda de Tensão Unitária ---K= 1,33 V/Axkm $\cos\phi = 0,8$

(K = Constante encontrada na tabela da pirelle)

Queda de tensão (DV) = $0,36 \times 179,65 \times 0,040 = 2,58 \text{ V} \ll 7,6 \text{ V}$

3.2. Eletrodutos Alimentador

A taxa de utilização segundo norma NBR 5410 é de 40%, esse valor somado a as áreas dos condutores e diâmetro interno do eletroduto nos conduz aos seguintes valores específicos para os eletrodutos para o circuito alimentador.

$$D = \sqrt{\frac{4xA}{Tx\pi}} \text{ Onde, A = área total dos condutores; T = taxa de ocupação.}$$

$$D = \sqrt{4 \times 1500 / 0,4 \times 3,14} = 69,38 \Rightarrow 110\text{mm}$$

Como a distância é de cerca de 50 metros para o eletroduto sem caixas intermediárias de passagem, então deve-se subir um nível de medida para os eletrodutos como afirma a norma NBR 5410-2004.

4. SUBESTAÇÃO

4.1. Dimensionamento da Subestação

Carga total = 147,20 kW

Fator de Potência = 0,83

Fator de Demanda Adotado = 1,00

Demanda Total = 198,84 kVA

Será adotada subestação de 225kVA.

Reserva:

$$R = (1 - 198,84 / 225) \times 100 = 84,89 \%$$

Transformador adotado: 225 kVA.

a) Corrente de Curto Circuito

Corrente de Curto Circuito (I_{cc})

$$Z = 3,5\%$$

I_T – corrente nominal do transformador, em A;

$Z\%$ – impedância percentual do transformador.

$$I_T = 225 \times 1000 / 380 \times 1,732 = 341 \text{ A}$$

$$I_{cc} = (341 / 3,5) \times 100 = 9,76 \text{ kA}$$

Será adotado ICC = 30 kA

$$\text{Potência de curto-circuito: } S_{cc} = \sqrt{3} \times 380 \times 9,76 \times 1000 = 19,64 \text{ MVA}$$

b) Dimensionamento dos Cabos e Disjuntores

Alimentação do transformador:

$$I_T = 341 \text{ A}$$

$$U = 380 \text{ V } L = 25,0 \text{ m}$$

Cabo estimado: $2 \times 120 \text{ mm}^2$

Pela Queda de Tensão:

$$\Delta U = 36 \times 1,732 \times 179 \times 0,83 / 56 \times 95 = 1,74 \text{ V}$$

$$\Delta\% = \Delta U \times 100 / 380 = 0,45 \text{ V}$$

Logo será adotado condutor de $2 \times 120 \text{ mm}^2$ para fase e para neutro.

Proteção do Transformador:

4.2 Disjuntores e Proteção

4.2.1. Disjuntor Geral de Baixa Tensão

A partir do valor de corrente nominal do circuito alimentador que é de 341 A, o valor do disjuntor será de 350 A com capacidade de interrupção mínima de 30 kA conforme norma da Eletrobras Distribuição Alagoas.

5. MEMÓRIA DE CÁLCULO SPDA

5.1. Avaliação do risco de proteção

A área de exposição equivalente (A_e) corresponde à área do plano da estrutura prolongada em todas as direções, de modo a levar em conta sua altura. Os limites da área de exposição equivalente estão afastados do perímetro da estrutura por uma distância correspondente à altura da estrutura no ponto considerado.

$$A_e = LW + 2LH + 2WH + \pi \cdot H^2 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$A_e = 128,35 \text{ (m}^2\text{)}$$

COMPRIMENTO L(m)

LARGURA W(m)

ALTURA H(m)

5.1.1. Densidade de descargas para a terra

A densidade de descargas atmosféricas para a terra (N_g) é o número de raios para a terra por km^2 por ano.

$N_g = 5,31 \text{ km}^2/\text{ano}$, para o município de Delmiro Gouveia, conforme o site do INPE, que podemos verificar através do endereço eletrônico.

<http://www.inpe.br/webelat/homepage/>

5.1.2. Frequência média anual previsível de descargas

Frequência média anual previsível (N_d) de descargas atmosféricas sobre uma estrutura.

$$N_d = N_g \cdot A_e \cdot 10^{-6}$$

$$N_d = 6,82 \times 10^{-4}$$

5.1.3. Fatores de ponderação

Os fatores de ponderação denotam a importância relativa do risco em cada caso.

Tabela B.1 - Fator A: Tipo de ocupação da estrutura	
Tipo de ocupação	Fator A
Fábricas, oficinas e laboratórios	1

Tabela B.2 - Fator B: Tipo de construção da estrutura	
Tipo de ocupação	
Tipo de ocupação	Fator B

Estrutura de alvenaria ou concreto simples, com qualquer cobertura, exceto metálica ou de palha	1
---	---

Tabela B.3 - Fator C: Conteúdo da estrutura e efeitos indiretos das descargas atmosféricas Tipo de ocupação	
Conteúdo da estrutura ou efeitos indiretos	Fator C
Escolas, hospitais, creches e outras instituições, locais de afluência de público	1,7

Tabela B.4 - Fator D: Localização da estrutura Tipo de ocupação	
Localização	Fator D
Estrutura completamente isolada, ou que ultrapassa, no mínimo, duas vezes a altura de estruturas ou árvores próximas	2

Tabela B.5 - Fator E: Topografia da região Tipo de ocupação	
Topografia	Fator D
Planície	0,3

5.1.4. Frequência provável (Ndc) de descargas atmosféricas

Frequência média anual previsível de descargas atmosféricas sobre uma estrutura, após aplicados os fatores de ponderação.

$$N_{dc} = N_d \times A \times B \times C \times D \times E$$

$$N_{dc} = 6,95 \times 10^{-04} \text{ descargas/ano}$$

5.1.5. Parâmetros normativos

- Se $N_{dc} \geq 10^{-3}$, uso de SPDA é obrigatório.
- Se $10^{-5} < N_{dc} < 10^{-3}$, uso do SPDA deve ser tecnicamente justificado.
- Se $N_{dc} \leq 10^{-5}$, uso de SPDA é dispensável.

5.1.6. Conclusão de cálculo

Apenas para critério de comparação entre o que era solicitado anteriormente pela NBR 5419:2001 e a mesma NBR 5419, atualizada no ano de 2015, percebemos que o pelos critérios adotados anteriormente, **o uso de SPDA não era obrigatório**, porém, devemos agora analisar os riscos de perdas de vidas humanas e de serviços públicos, para aí sim, definir a necessidade do uso ou não do SPDA, como veremos no item 5.

5.2. Avaliação de Risco

5.2.1 Risco de perda de vida humana (R1)

Os resultados para risco de perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes) levam em consideração os componentes de risco de descargas na estrutura e próximo desta, e descargas em uma linha conectada à estrutura e próximo desta.

A determinação do Risco de Perdas de Vida Humana, se dá pela seguinte fórmula:

$$R1 = Ra + Rb + Rc + Rm + Ru + Rv + Rw + Rz$$

5.2.1.1 Componente Ra (risco de ferimentos a seres vivos causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a ferimentos aos seres vivos, causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura e fora, nas zonas até 3m ao redor dos condutores de descidas.

A determinação da componente Ra, se dá pela seguinte fórmula:

$$Ra = Nd \times Pa \times La$$

$$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$$

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

$$Pa = Pta \times Pb$$

Pa (probabilidade de uma descarga na estrutura causar ferimentos a seres vivos por choque elétrico)

Pta (Probabilidade de uma descarga a uma estrutura causar choque a seres vivos devido a tensões de toque e de passo)

Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)

$$La = rt \times Lt \times (nz/nt) \times (tz/8760)$$

La (valores de perda na zona considerada)

rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)

Lt (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso)

nz (Número de pessoas na zona considerada)

nt (Número total de pessoas na estrutura)

tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)
8760 h/ano

5.2.1.2 Componente Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a danos físicos, causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente.

A determinação da componente Rb, se dá pela seguinte fórmula:

$$Rb = Nd \times Pb \times Lb$$

$$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$$

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)

$$Lb = rp \times rf \times hz \times Lf \times (nz/nt) \times (tz/8760)$$

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)

rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)

hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)

Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)

nz (Número de pessoas na zona considerada)

nt (Número total de pessoas na estrutura)

tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)
8760 h/ano

5.2.1.3 Componente Rc (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

A determinação da componente Rb, se dá pela seguinte fórmula:

$$R_c = N_d \times P_c \times L_c$$

$$N_d = N_g \times A_d \times C_d \times 10^{-6}$$

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

$$P_c = 1 - [(1 - P_{c.E}) \times (1 - P_{c.T})]$$

$$P_{c.E} = P_{spd.E} \times C_{ld.E}, P_{c.T} = P_{spd.T} \times C_{ld.T}$$

Pc (probabilidade de uma descarga na estrutura causar falha a sistemas internos)

Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)

Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)

$$L_c = L_o \times (n_z/n_t) \times (t_z/8760)$$

Lc (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)

n_z (Número de pessoas na zona considerada)

n_t (Número total de pessoas na estrutura)

t_z (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)
8760 h/ano

5.2.1.4 Componente R_m (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perdas de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

A determinação da componente R_m, se dá pela seguinte fórmula:

$$R_m = N_m \times P_m \times L_m$$

$$N_m = N_g \times A_m \times 10^{-6}$$

N_m (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da estrutura)

N_g (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)

Pm (probabilidade de uma descarga perto da estrutura causar falha de sistemas internos)

$$P_{ms} = (K_{s1} \times K_{s2} \times K_{s3} \times K_{s4})^2$$

$$P_{m.E} = P_{spd.E} \times P_{ms.E}, P_{m.T} = P_{spd.T} \times P_{ms.T}$$

$$P_m = 1 - [(1 - P_{m.E}) \times (1 - P_{m.T})]$$

Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)

Ks1 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha de uma estrutura)

Ks2 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha dos campos internos de uma estrutura)

Ks3 (Fator relevante às características do cabeamento interno)

Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema)

Uw (Tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido) (kV)

$$L_m = L_o \times (n_z/n_t) \times (t_z/8760)$$

Lm (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)

nz (Número de pessoas na zona considerada)

nt (Número total de pessoas na estrutura)

tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)
8760 h/ano

5.2.1.5 Componente Ru (risco de ferimentos a seres vivos causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a ferimentos aos seres vivos, causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura.

A determinação da componente Ru, se dá pela seguinte fórmula:

$$Ru = Ru.E + Ru.T$$

$$Ru = [(NL.E + Ndj.E) \times Pu.E \times Lu] + [(NL.T + Ndj.T) \times Pu.T \times Lu]$$

AL (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

LL (Comprimento da seção de linha)

$$AL = 40 \times LL$$

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

NL (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

Ci (Fator de instalação da linha)

Ct (Fator do tipo de linha)

Ce (Fator ambiental)

$$NL = Ng \times AL \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$$

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)

Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)

$$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$$

Pu (probabilidade de uma descarga em uma linha causar ferimentos a seres vivos por choque elétrico)

$$P_u = P_{tu} \times P_{eb} \times P_{ld} \times C_{ld}$$

P_{tu} (Probabilidade de uma estrutura em uma linha que adentre a estrutura causar choques a seres vivos devidos a tensões de toque perigosas)

P_{eb} (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)

P_{ld} (Probabilidade dependendo da resistência R_s da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso U_w do equipamento)

C_{ld} (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)

$$L_u = r_t \times L_t \times (n_z / n_t) \times (t_z / 8760)$$

L_u (valores de perda na zona considerada)

r_t (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)

L_t (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso)

n_z (Número de pessoas na zona considerada)

n_t (Número total de pessoas na estrutura)

t_z (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)
8760 h/ano

5.2.1.6 Componente R_v (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas, geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura), devido à corrente da descarga atmosférica transmitida, ou ao longo das linhas.

A determinação da componente R_v , se dá pela seguinte fórmula:

$$R_v = R_{v.E} + R_{v.T}$$

$$R_v = [(NL.E + Ndj.E) \times P_{v.E} \times L_v] + [(NL.T + Ndj.T) \times P_{v.T} \times L_v]$$

$$AL = 40 \times LL$$

AL (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

LL (Comprimento da seção de linha)

N_g (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

$$NL = N_g \times AL \times C_i \times C_e \times C_t \times 10^{-6}$$

NL (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

C_i (Fator de instalação da linha)

C_t (Fator do tipo de linha)

C_e (Fator ambiental)

$$Ndj = N_g \times Adj \times Cdj \times C_t \times 10^{-6}$$

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)

Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)

$$P_v = P_{eb} \times P_{ld} \times C_{ld}$$

P_v (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos físicos)

P_{ld} (Probabilidade dependendo da resistência R_s da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso U_w do equipamento)

C_{ld} (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)

Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)

$$Lv = rp \times rf \times hz \times Lf \times (nz/nt) \times (tz/8760)$$

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)

rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)

hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)

Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)

nz (Número de pessoas na zona considerada)

nt (Número total de pessoas na estrutura)

tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)
8760 h/ano

5.2.1.7 Componente R_w (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

$$NL = Ng \times AL \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$$

NL (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

Ci (Fator de instalação da linha)

Ct (Fator do tipo de linha)

Ce (Fator ambiental)

$$AL = 40 \times LL$$

AL (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

LL (Comprimento da seção de linha)

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

$$N_{dj} = N_g \times A_{dj} \times C_{dj} \times C_t \times 10^{-6}$$

N_{dj} (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

A_{dj} (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)

C_{dj} (Fator de localização da estrutura adjacente)

$$P_w = P_{spd} \times P_{ld} \times C_{ld}$$

P_w (probabilidade de uma descarga em uma linha causar falha a sistemas internos)

P_{spd} (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)

P_{ld} (Probabilidade dependendo da resistência R_s da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso U_w do equipamento)

C_{ld} (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)

$$L_w = L_o \times (n_z/n_t) \times (t_z/8760)$$

L_w (valores de perda na zona considerada)

L_o (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)

n_z (Número de pessoas na zona considerada)

nt (Número total de pessoas na estrutura)

tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)
8760 h/ano

5.2.1.8 Componente Rz (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da linha)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

$$P_z = P_{spd} \times P_{li} \times C_{li}$$

P_z (probabilidade de uma descarga perto da linha conectada à estrutura causar falha de sistemas internos)

P_{spd} (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)

P_{li} (Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga perto da linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos)

C_{li} (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha)

$$L_z = L_o \times (n_z/n_t) \times (t_z/8760)$$

L_z (valores de perda na zona considerada)

L_o (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)

n_z (Número de pessoas na zona considerada)

n_t (Número total de pessoas na estrutura)

tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)
8760 h/ano

5.2.3 Risco de perdas de serviço ao público (R2)

Os resultados para risco de perda de serviço ao público levam em consideração os componentes de risco de descargas na estrutura e próximo desta, e descargas em uma linha conectada à estrutura e próximo desta.

A determinação do Risco de Perdas de Serviço Público, se dá pela seguinte fórmula:

$$R2 = Rb + Rc + Rm + Rv + Rw + Rz$$

5.2.3.1 Componente Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a danos físicos, causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente.

A determinação da componente Rb, se dá pela seguinte fórmula:

$$Rb = Nd \times Pb \times Lb$$

$$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$$

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)

$$L_b = r_p \times r_f \times h_z \times L_f \times (n_z/n_t) \times (t_z/8760)$$

L_b (valores de perda na zona considerada)

r_p (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)

r_f (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)

h_z (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)

L_f (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)

n_z (Número de pessoas na zona considerada)

n_t (Número total de pessoas na estrutura)

t_z (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)
8760 h/ano

5.2.3.2 Componente R_c (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

A determinação da componente R_b , se dá pela seguinte fórmula:

$$R_c = N_d \times P_c \times L_c$$

$$N_d = N_g \times A_d \times C_d \times 10^{-6}$$

N_d (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

$$P_c = 1 - [(1 - P_{c.E}) \times (1 - P_{c.T})]$$

$$P_{c.E} = P_{spd.E} \times C_{ld.E}, P_{c.T} = P_{spd.T} \times C_{ld.T}$$

P_c (probabilidade de uma descarga na estrutura causar falha a sistemas internos)

P_{spd} (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)

C_{ld} (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)

$$L_c = L_o \times (n_z/n_t) \times (t_z/8760)$$

L_c (valores de perda na zona considerada)

L_o (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)

n_z (Número de pessoas na zona considerada)

n_t (Número total de pessoas na estrutura)

t_z (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)
8760 h/ano

5.2.3.3 Componente R_m (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perdas de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

A determinação da componente R_m , se dá pela seguinte fórmula:

$$R_m = N_m \times P_m \times L_m$$

$$N_m = N_g \times A_m \times 10^{-6}$$

N_m (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da estrutura)

N_g (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

A_m (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)

P_m (probabilidade de uma descarga perto da estrutura causar falha de sistemas internos)

$$P_{ms} = (K_{s1} \times K_{s2} \times K_{s3} \times K_{s4})^2$$

$$P_{m.E} = P_{spd.E} \times P_{ms.E}, P_{m.T} = P_{spd.T} \times P_{ms.T}$$

$$P_m = 1 - [(1 - P_{m.E}) \times (1 - P_{m.T})]$$

P_{spd} (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)

K_{s1} (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha de uma estrutura)

K_{s2} (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha dos campos internos de uma estrutura)

K_{s3} (Fator relevante às características do cabeamento interno)

K_{s4} (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema)

U_w (Tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido) (kV)

$$L_m = L_o \times (n_z/n_t) \times (t_z/8760)$$

L_m (valores de perda na zona considerada)

L_o (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)

n_z (Número de pessoas na zona considerada)

nt (Número total de pessoas na estrutura)

tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)
8760 h/ano

5.2.3.4 Componente Rv (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas, geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura), devido à corrente da descarga atmosférica transmitida, ou ao longo das linhas.

A determinação da componente Rv, se dá pela seguinte fórmula:

$$R_v = R_{v.E} + R_{v.T}$$

$$R_v = [(NL.E + Ndj.E) \times P_{v.E} \times L_v] + [(NL.T + Ndj.T) \times P_{v.T} \times L_v]$$

$$AL = 40 \times LL$$

AL (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

LL (Comprimento da seção de linha)

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

$$NL = Ng \times AL \times C_i \times C_e \times C_t \times 10^{-6}$$

NL (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

Ci (Fator de instalação da linha)

Ct (Fator do tipo de linha)

Ce (Fator ambiental)

$$N_{dj} = N_g \times A_{dj} \times C_{dj} \times C_t \times 10^{-6}$$

N_{dj} (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

A_{dj} (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)

C_{dj} (Fator de localização da estrutura adjacente)

$$P_v = P_{eb} \times P_{ld} \times C_{ld}$$

P_v (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos físicos)

P_{ld} (Probabilidade dependendo da resistência R_s da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso U_w do equipamento)

C_{ld} (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)

P_{eb} (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)

$$L_v = r_p \times r_f \times h_z \times L_f \times (n_z/n_t) \times (t_z/8760)$$

L_v (valores de perda na zona considerada)

r_p (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)

r_f (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)

h_z (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)

L_f (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)

n_z (Número de pessoas na zona considerada)

n_t (Número total de pessoas na estrutura)

t_z (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)
8760 h/ano

5.2.3.5 Componente Rw (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

$$NL = Ng \times AL \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$$

NL (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

Ci (Fator de instalação da linha)

Ct (Fator do tipo de linha)

Ce (Fator ambiental)

$$AL = 40 \times LL$$

AL (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

LL (Comprimento da seção de linha)

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

$$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$$

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)

Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)

$$Pw = Pspd \times Pld \times Cld$$

Pw (probabilidade de uma descarga em uma linha causar falha a sistemas internos)

Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)

Plid (Probabilidade dependendo da resistência R_s da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso U_w do equipamento)

Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)

$$L_w = L_o \times (n_z/n_t) \times (t_z/8760)$$

L_w (valores de perda na zona considerada)

L_o (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)

n_z (Número de pessoas na zona considerada)

n_t (Número total de pessoas na estrutura)

t_z (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)
8760 h/ano

5.2.3.6 Componente R_z (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da linha)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

$$P_z = P_{spd} \times P_{li} \times C_{li}$$

P_z (probabilidade de uma descarga perto da linha conectada à estrutura causar falha de sistemas internos)

Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)

Pli (Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga perto da linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos)

Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolamento da linha)

$$Lz = Lo \times (nz/nt) \times (tz/8760)$$

Lz (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)

nz (Número de pessoas na zona considerada)

nt (Número total de pessoas na estrutura)

tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)
8760 h/ano

5.2.3.7 Avaliação final do risco

O risco é um valor relativo a uma provável perda anual média. Para cada tipo de perda que pode ocorrer na estrutura, o risco resultante deve ser avaliado.

Foram avaliados os seguintes riscos (R1) e (R2) e como podemos avaliar a memória de cálculo do Anexo 1, veremos que segundo a NBR 5919:2015, o Risco (R1) perda de vidas humanas é “tolerável”, porém o Risco (R2) que trata da perda de serviços público, TORNA NECESSÁRIA a utilização do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosférica – SPDA.

5.3. Infraestrutura

Deverá ser executada um SPDA que atenda a revisão da norma 5419/2015, conforme consta no projeto existente.

5.3.1 Malha Captora:

O Sistema de captação é destinado a interceptar as descargas atmosféricas, sendo o sistema adotado no Prédio do tipo Gaiola da Faraday, onde teremos condutores de descida preso ao telhado, e interligando com o anel de aterramento.

A malha captora será do tipo cabo de cobre nú seguindo a tabela 2 da norma 5919-3 indicando que a malha para classe de SPDA tipo I deve ser de 5x5m.

Tabela 2 – Valores máximos dos raios da esfera rolante, tamanho da malha e ângulo de proteção correspondentes a classe do SPDA

—	Método de proteção		
Classe do SPDA	Raio da esfera rolante - R m	Máximo afastamento dos condutores da malha m	Ângulo de proteção α°
I	20	5 × 5	Ver Figura 1
II	30	10 × 10	
III	45	15 × 15	
IV	60	20 × 20	

O material utilizado para malha captora deve seguir a tabela 6, onde foram adotados cabo de cobre nu de 35mm², como malha captora.

Tabela 6 – Material, configuração e área de seção mínima dos condutores de captação, hastes captoras e condutores de descidas

Material	Configuração	Área da seção mínima mm ²	Comentários ^d
Cobre	Fita maciça	35	Espessura 1,75 mm
	Arredondado maciço ^d	35	Diâmetro 6 mm
	Encordado	35	Diâmetro de cada fio da cordoalha 2,5 mm
	Arredondado maciço ^b	200	Diâmetro 16 mm
Alumínio	Fita maciça	70	Espessura 3 mm
	Arredondado maciço	70	Diâmetro 9,5 mm
	Encordado	70	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3,5 mm
	Arredondado maciço ^b	200	Diâmetro 16 mm
Aço cobreado IACS 30 % ^e	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8 mm
	Encordado	50	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3 mm
Alumínio cobreado IACS 64 %	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8 mm
	Encordado	70	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3,6 mm
Aço galvanizado a quente ^a	Fita maciça	50	Espessura mínima 2,5 mm
	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8 mm
	Encordado	50	Diâmetro de cada fio cordoalha 1,7 mm
	Arredondado maciço ^b	200	Diâmetro 16 mm
Aço inoxidável ^c	Fita maciça	50	Espessura 2 mm
	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8 mm
	Encordado	70	Diâmetro de cada fio cordoalha 1,7 mm
	Arredondado maciço ^b	200	Diâmetro 16 mm

^a O recobrimento a quente (fogo) deve ser conforme ABNT NBR 6323 [1].

^b Aplicável somente a minicaptoras. Para aplicações onde esforços mecânicos, por exemplo, força do vento, não forem críticos, é permitida a utilização de elementos com diâmetro mínimo de 10 mm e comprimento máximo de 1 m.

^c Composição mínima AISI 304 ou composto por: cromo 16 %, níquel 8 %, carbono 0,07 %.

^d Espessura, comprimento e diâmetro indicados na tabela refere-se aos valores mínimos, sendo admitida uma tolerância de 5 %, exceto para o diâmetro dos fios das cordoalhas cuja tolerância é de 2 %.

^e A cordoalha cobreada deve ter uma condutividade mínima de 30 % IACS (International Annealed Copper Standard).

NOTA 1 Sempre que os condutores desta tabela estiverem em contato direto com o solo é importante que as prescrições da Tabela 7 sejam atendidas.

NOTA 2 Esta tabela não se aplica aos materiais utilizados como elementos naturais de um SPDA.

5.3.2 Sistema de Descida:

O sistema de descida é destinado a conduzir a corrente de descargas atmosféricas desde o sistema captor até ao sistema de malha de aterramento.

O sistema de descida adotado para a Prédio foi com condutor de cobre nu preso a parede, descendo pela lateral da edificação.

De acordo com a tabela 4 da NBR 5419-2015, o espaçamento médio dos condutores de descidas para o nível de proteção I passou para 10 metros.

Tabela 4 – Valores típicos de distância entre os condutores de descida e entre os anéis condutores de acordo com a classe de SPDA

Classe do SPDA	Distâncias m
I	10
II	10
III	15
IV	20
NOTA: É aceitável que o espaçamento dos condutores de descidas tenha no máximo 20 % além dos valores acima.	

Para descida do SPDA deverá, como já foi dito deverá ser utilizados cabo de cobre nu de 35mm² onde serão interligados a haste de aterramento tipo copperweld de Ø5/8"x2500mm através de conectores de medição e cabos #50mm² de cobre nu.

5.3.3 Sistema de Aterramento:

Do ponto de vista da proteção contra o raio, um subsistema de aterramento único integrado à estrutura é preferível e adequado para todas as finalidades.

Para assegurar a dispersão da corrente de descarga atmosférica na terra sem causar sobretensões perigosas, o arranjo e as dimensões do subsistema de aterramento são mais importantes que o próprio valor da resistência de aterramento.

Como forma de reduzir o gradiente de potencial no solo e a probabilidade de centelhamento perigoso recomenda-se uma resistência de aterramento 10Ω.

Para este arranjo, está sendo adotados na descida, uma haste de aterramento tipo copperweld de Ø5/8"x2400mm, interligando no anel de aterramento que deverá ser executado com cabos #50mm² conforme tabela 7 e todas as conexões devem ser feitas com soldas exotérmicas.

Não há necessidade de utilizar caixas de inspeção no solo, pois as descidas interligadas ao anel podem ser desconectadas através de conectores de medição dentro de caixas de passagens tipo condutele fixadas na parede do prédio à uma altura 30 cm da calçada, facilitando assim a medição do SPDA.

Após a execução dos aterramentos, deverá ser feita uma mediação para assegurar que o aterramento seja inferior a 10 Ω .

Tabela 7 – Material, configuração e dimensões mínimas de eletrodo de aterramento

Material	Configuração	Dimensões mínimas ^f		Comentários ^f
		Eletrodo cravado (Diâmetro)	Eletrodo não cravado	
Cobre	Encordadoado ^c	–	50 mm ²	Diâmetro de cada fio cordoalha 3 mm
	Arredondado maciço ^c	–	50 mm ²	Diâmetro 8 mm
	Fita maciça ^c	–	50 mm ²	Espessura 2 mm
	Arredondado maciço	15 mm	–	
	Tubo	20 mm	–	Espessura da parede 2 mm
Aço galvanizado à quente	Arredondado maciço ^{a, b}	16 mm	Diâmetro 10 mm	–
	Tubo ^{a, b}	25 mm	–	Espessura da parede 2 mm
	Fita maciça ^a	–	90 mm ²	Espessura 3 mm
	Encordadoado	–	70 mm ²	–
Aço cobreado	Arredondado Maciço ^d Encordadoado ^g	12,7 mm	70 mm ²	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3,45 mm
Aço inoxidável ^e	Arredondado maciço	15 mm	Diâmetro 10 mm	Espessura mínima 2 mm
	Fita maciça		100 mm ²	

^a O recobrimento a quente (fogo) deve ser conforme a ABNT NBR 6323 [1].

^b Aplicável somente a mini captores. Para aplicações onde esforços mecânicos, por exemplo: força do vento, não forem críticos, é permitida a utilização de elementos com diâmetro mínimo de 10 mm e comprimento máximo de 1 m.

^c Composição mínima AISI 304 ou composto por: cromo 16 %, níquel 8 %, carbono 0,07 %.

^d Espessura, comprimento e diâmetro indicados na tabela refere-se aos valores mínimos sendo admitida uma tolerância de 5 %, exceto para o diâmetro dos fios das cordoalhas cuja tolerância é de 2 %.

^e Sempre que os condutores desta tabela estiverem em contato direto com o solo devem atender as prescrições desta tabela.

^f A cordoalha cobreada deve ter uma condutividade mínima de 30 % IACS (*International Annealed Copper Standard*).

^g Esta tabela não se aplica aos materiais utilizados como elementos naturais de um SPDA.

5.3.4. Conclusão

Adotando as medidas previstaS NBR 5419:2015, o Risco de Perdas de Vidas Humanas e Serviços Públicos, estão dentro dos limites toleráveis da norma.

5. 4. Anexo

Cálculo de Risco de Descarga Atmosférica

OBRA: EXTENSÃO DE REDE DE 13,8 Kv COM INSTALAÇÃO DE UM TRANSFORMADOR DE 112,5 kVA
DA ESTAÇÃO DE ÁGUA TRATADA - SUBSISTEMA XII

PROPRIETÁRIO: COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA -CODEVASF

MUNICÍPIO: DELMIRO GOUVEIA

ITEM	DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS	UN	QUANT.
CONCRETO:			
	Poste de concreto armado seção D.T. 200 DAN/ 11M	UN	22
	Poste de concreto armado seção D.T. 600 DAN/ 11 M	UN	38
	Cruzeta de concreto armado tipo "T" de 1.900x89x89 mm	UN	3
FERRAGENS:			
	Arruela quadrada de 50X50X5 mm c/furo de 18 mm	UN	164
	Braço Tipo "L"	UN	23
	Perfil "U" Para RDC	UN	1
	Fixador Para Perfil "U"	UN	1
	Braço Tipo "C"	UN	35
	Cantoneira Auxiliar p/Braço Tipo "C"	UN	35
	Cabo de Aço Zincado 9,5 mm	KG	1.424
	Manilha Sapatilha	UN	57
	Manilha Torcida	UN	1
	Sapatilha	UN	71
	Haste de terra em aço cobreado 12,7x2.400mm	UN	4
	Parafuso de máquina de aço galvanizado 16X200 mm, c/ 120 mm de ROSCA	UN	82
	Parafuso de máquina de aço galvanizado 16X250 mm, c/ 170mm de ROSCA	UN	77
	Parafuso de máquina de aço galvanizado 16X300 mm, c/ 220 mm de ROSCA	UN	3
	Parafuso de máquina de aço galvanizado 16X125 mm, c/ 270mm de Rosca	UN	27
	Parafuso Cabeça Abauload M16x45mm	UN	2
	Parafuso Cabeça Abauload M16x75mm	UN	1
	Olhal galvanizado P/ Parafuso M16	UN	92
	Porca Quadrada para Parafuso M16	UN	0
	Gancho olhal galvanizado	UN	57
	Suporte para transformador	UN	2
	Pino Curto de Isolador Polimérico 15 kV	UN	105
	Pino de aço galvanizado p/ isolador Polimérico 15 kV	UN	3
ISOLADORES:			
	Isolador de Pino Polimérico de 15 kV	UN	108
	Isolador Polimérico de Ancoragem 15 kV	UN	57
CONDUTORES:			
	Cabo de cobre nu de 25 mm², TMD	KG	7
	Cabo de cobre nu de 35 mm², TMD	KG	6
	Cabo de cobre isolado 1 kV seção 95 mm²	mt	70
	Cabo de Cobre coberto 25mm² XLPE 90°C para 15 kV	mt	10
	Cabo de Alumínio cobertos 35mm² XLPE 90°C para 15 kV	KG	2.414
PROTEÇÃO:			
	Chave fusível de distribuição 15 kV - 100 A - 10 kA	UN	6
	Disjuntor termomagnético tripolar de 200 A - 30 kA	UN	1
	Pára-raios de distribuição de 12 kV - 10 kA Tipo Polimérico, Oxido de Zinco	UN	3
CONECTORES E GRAMPOS:			
	Grampo com Capa para aterramento temporário	UN	3
	Capa p/Conector Estribo Tipo Cunha	UN	3
	Capa p/Conector Derivação Cunha	UN	31
	Conector Estribo Cunha Para Rede Protegida Cabo # 35 mm²	UN	3
	Conector Derivação Cunha p/ Rede Protegida Cabo # 35mm²	UN	31
	Conector de Aterramento Cabo/Haste	UN	2
	Conector Parafuso fendido 10 à 35 mm²	UN	3
	Grampo de linha viva	UN	3
	Grampo de Ancoragem para Cabo Coberto	UN	54
PREFORMADO, ANEL E ESPAÇADOR LOSANGULAR:			
	Alça Preformada p/Cabode Aço 9,5mm	UN	71
	Alça Preformada p/Cabo Coberto # 35mm²	UN	57
	Espaçador Losangular	UN	311
	Laço Metálico Preformado	UN	46
	Laço Plástico Preformado	UN	138
	Laço Plastico Topo p/Cabo Coberto # 35mm²	UN	105
	Laço Plastico Lateral p/Cabo Coberto # 35mm²	UN	78
EQUIPAMENTOS:			
	Transformador trifásico de distrib. 15kV - 380/220V - 112,5kVA com Bucha p/ 25kV	UN	1
MEDIÇÃO:			
	Eletroduto PVC rígido 75 mm	mt	5
	Curva PVC rígida 75 mm	UN	5
	Luva PVC rígida 75 mm	UN	6
	Bucha rosca em alumínio 75 mm	UN	4
	Arruela rosca em alumínio 75 mm	UN	2
	Caixa de medição M4 externa	UN	1
	Fita ban dit 3/4	mt	6
	Fecho ban dit 3/4	UN	4

**SISTEMA ADUTOR ÁGUA TRATADA - 04
(SUBSISTEMA XII): EXECUÇÃO DAS OBRAS
E SERVIÇOS RELATIVOS À IMPLANTAÇÃO
DE SISTEMAS ADUTORES PARA
ABASTECIMENTO D'ÁGUA TRATADA EM
COMUNIDADES RURAIS DIFUSAS DOS
MUNICÍPIOS ÁGUA BRANCA, DELMIRO
GOUVEIA E PARICONHA, TODAS NO
ESTADO DE ALAGOAS, TODOS NO ESTADO
DE ALAGOAS, EM ÁREA DE ATUAÇÃO DA 5ª
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DA
CODEVASF .**

ÍNDICE GERAL

VOLUME 1 - RELATÓRIO SÍNTESE DO PROJETO
VOLUME 2 - SERVIÇOS DE CAMPO
TOMO I - CARTOGRAFIA
TOMO II - GEOTECNIA
TOMO III - PEDOLOGIA
VOLUME 3 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS
TOMO I - OBRAS CIVIS
TOMO II - EQUIPAMENTOS HIDROMECAÑICOS
TOMO III - EQUIPAMENTOS ELETROMECAÑICOS
TOMO IV - EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS
TOMO V - SISTEMA DE AUTOMAÇÃO
VOLUME 4 - PEÇAS GRÁFICAS
VOLUME 5 - MEMORIAL DE CÁLCULO E DIMENSIONAMENTOS
VOLUME 6 - ORÇAMENTO DO PROJETO
TOMO I - MEMORIAL DESCRITIVO E QUANTITATIVOS
TOMO II - COMPOSIÇÕES DE CUSTOS
TOMO III - PLANILHAS ORÇAMENTÁRIAS
TOMO IV – CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO DA OBRA
TOMO V- PROPOSTA DOS FORNECEDORES
VOLUME 7 - ESTUDOS AMBIENTAIS
VOLUME 8 - PROJETOS COMPLEMENTARES
TOMO I – PROJETO ELETRICO
TOMO II – PROJETO AUTOMAÇÃO/COMUNICAÇÃO
TOMO III – PROJETO ESTRUTURAL
TOMO IV – INSTALAÇÕES HIDROSANITARIA
VOLUME 9 - RELATÓRIO DE DESAPROPIAÇÃO
VOLUME 10 - MANUAL DE OPERAÇÃO DO SISTEMA

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	IV
1 SERVIÇOS PRELIMINARES.....	5
1.1 LIMPEZA DO TERRENO	5
1.2 DESMATAMENTO E DESTOCAMENTO DE ÁRVORES (D < 1,5 M).....	6
1.3 SINALIZAÇÕES (DIURNA E NOTURNA) FR VALAS E/OU BARREIRAS.....	7
1.4 EXECUÇÃO DOS TRABALHOS NÃO ESPECIFICADOS E REVISÕES COMPLEMENTARES.....	8
1.5 RESPONSABILIDADES E OBRIGAÇÕES	9
1.6 RELACIONAMENTO COM O CONSTRUTOR.....	21
1.7 INÍCIO DOS TRABALHOS.....	22
1.8 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO	22
1.9 RECEBIMENTO DA OBRA.....	23
1.10 MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO	24
1.11 FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO DE PLACAS ALUSIVAS ÀS OBRAS	27
1.12 LOCAÇÃO DE VEÍCULO LEVE PARA APOIO À FISCALIZAÇÃO	29
2 SERVIÇOS TÉCNICOS	30
2.1 LOCAÇÃO E NIVELAMENTO	30
2.2 ESPECIFICAÇÕES COMPLEMENTARES	32
3 CADASTROS DAS ADUTORAS	34
3.1 ADUTORA	34
3.2 REDE DE DISTRIBUIÇÃO	34
4 AS BUILT.....	37
4.1 RESERVATÓRIOS	37
4.2 ETA	37
5 MOVIMENTO DE TERRA.....	39
5.1 GENERALIDADES.....	39
5.2 ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALAS	41
5.3 ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS	44
5.4 ESCAVAÇÃO EM MATERIAL DE 1ª CATEGORIA	46
5.5 ESCAVAÇÃO EM MATERIAL DE 2ª CATEGORIA	47
5.6 ESCAVAÇÃO DE MATERIAL DE 3ª CATEGORIA	48
5.7 REGULARIZAÇÃO DO FUNDO DA VALA	52
5.8 REATERRO DE VALAS	53
5.9 REMOÇÃO (TRANSPORTE) DE MATERIAL IMPRESTÁVEL / CARGA E DESCARGA.....	56
5.10 AREIA ADQUIRIDA	57
5.11 ESPALHAMENTO DE MATERIAL EM BOTA FORA.....	62
6 ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXÕES.....	64
6.1 MANUSEIO MANUAL	64
6.2 MANUSEIO MECÂNICO.....	64
6.3 EXAME E LIMPEZA DA TUBULAÇÃO.....	65
6.4 ALINHAMENTO E AJUSTAMENTO DA TUBULAÇÃO	65
6.5 ASSENTAMENTO TUBO PVC COM JUNTA ELÁSTICA.....	67
7 TESTE DE TUBULAÇÃO	67
7.1 TESTE HIDROSTÁTICO EM REDE DE ÁGUA/ADUTORA.....	67
8 SERVIÇOS DIVERSOS	70

8.1	ENERGIA ELÉTRICA.....	70
8.2	SERVIÇO DE CONSTRUÇÃO CIVIL EM GERAL	71
8.3	SERVIÇO DE CONCRETO	94
8.4	OBRAS E SERVIÇOS COMPLEMENTARES	107
8.5	PEÇAS METÁLICAS.....	114
8.6	LIGAÇÕES DOMICILIARES	115
8.7	SERVIÇOS DE PAISAGISMO E DRENAGEM	117
8.8	SERVIÇOS E INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	120
8.9	SERVIÇOS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	121
8.10	FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA COMPACTA ...	121
8.11	MATERIAL DRENANTE DO LEITO DE SECAGEM	138
8.12	FOSSA SÉPTICA	139



LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dimensões de valas	42
Tabela 2 - Dimensões de valas para assentamento de tubos de aço para água	42

1 SERVIÇOS PRELIMINARES

1.1 LIMPEZA DO TERRENO

Caracteriza-se como limpeza do terreno, onde a obra deverá ser executada, a remoção de vegetação rasteira, ou vegetação arbustiva, mato ralo, lixo ou entulho, de modo a possibilitar o início dos serviços. O material resultante do trabalho de limpeza deverá ser removido para local apropriado.

A área deverá ficar livre de tocos, raízes e galhos, para permitir o desenvolvimento normal dos serviços.

1.1.1 Medição

Será feita em metro quadrado (m²), por área de limpeza efetivamente desmatada e limpa, nos limites definidos nestas especificações ou pela FISCALIZAÇÃO. As áreas desmatadas além das autorizadas não serão medidas.

1.1.2 Pagamento

O pagamento do item será realizado conforme previsto nos ITEMS 15.0 a 15.16 do Termo de Referência e, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

1.1.3 Preço Unitário

Deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamento e materiais necessários a execução dos serviços conforme especificados neste documento.

1.1.4 Observação

A FISCALIZAÇÃO não autorizará mais de uma vez o pagamento dos serviços de desmatamento e limpeza de uma mesma área, de modo que cabe à CONTRATADA a responsabilidade de fazer com que esses serviços sejam efetuados nos períodos apropriados para que o terreno se conserve limpo até o término da obra.

1.2 DESMATAMENTO E DESTOCAMENTO DE ÁRVORES ($D < 1,5$ M)

Antes do início da execução das obras, efetuar-se-á completo desmatamento e limpeza do terreno, dentro da mais perfeita técnica, tomados os devidos cuidados de forma a se evitar danos a terceiros.

Os serviços de desmatamento e destocamento, considerados diâmetros inferiores a 0,15 m, consistirão no corte, desenraizamento e remoção de todas as árvores e arbustos, bem como, troncos e quaisquer outros resíduos vegetais, que seja preciso retirar para que se possa efetuar corretamente a raspagem, ou seja, a remoção do solo vegetal do terreno.

Os serviços somente serão considerados concluídos após a remoção dos materiais produzidos pelo desmatamento e destocamento, assim como, das pedras, arames e quaisquer outros objetos ou materiais que se encontrem na área desmatada e que impeçam o desenvolvimento normal das tarefas de construção, com a necessária antecedência para não retardar o desenvolvimento normal destas.

As operações de desmatamento e destocamento poderão ser efetuadas indistintamente, à mão, ou mediante o emprego de equipamentos mecânicos.

Todo o material proveniente da operação de limpeza e desmatamento poderá ser utilizado, na execução de obras, temporárias ou permanentes, a critério da FISCALIZAÇÃO.

As áreas que devem ser desmatadas e limpas serão delimitadas pela CONSTRUTORA, de acordo com os desenhos de projeto ou a critério da FISCALIZAÇÃO.

Todos os materiais provenientes do desmatamento e limpeza das áreas deverão ser colocados fora delas, em áreas de bota-fora. Se isto não for possível, a CONSTRUTORA os levará a locais escolhidos pela FISCALIZAÇÃO, de maneira tal que não interfiram nos trabalhos de construção a serem executados posteriormente.

Poderá haver interesse na queima desses materiais quando combustíveis. Neste caso, deverão ser tomadas as precauções necessárias para evitar a propagação do fogo.

1.2.1 Medições

Será feita em metros quadrados (m²), por área de limpeza, obedecendo aos limites máximos autorizados pela FISCALIZAÇÃO.

1.2.2 Pagamento

Será efetuado pelo preço unitário constante da planilha de custos das obras

1.2.3 Preço Unitário

Deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamento e material necessários à execução dos serviços, conforme as especificações técnicas.

1.3 SINALIZAÇÕES (DIURNA E NOTURNA) FR VALAS E/OU BARREIRAS

É de responsabilidade da CONSTRUTORA a sinalização conveniente para execução dos serviços, bem como, o pagamento de taxas a órgãos emissores de autorização para abertura de valas.

Os cuidados com acidentes de trabalhos ou os decorrentes da execução das obras são de inteira e absoluta responsabilidade da CONSTRUTORA, se esta não efetuar a sinalização e a proteção conveniente dos serviços. As indenizações, que porventura venham a ocorrer, serão de sua exclusiva responsabilidade. Além disso, ficará obrigada a reparar danos às redes públicas decorrentes de acidentes devido à inobservância da correta sinalização, ou a reconstruí-las, se for o caso.

Em valas e barreiras, durante o dia ou à noite, a CONSTRUTORA deverá manter toda a sinalização necessária ao desvio e proteção da área onde estiverem sendo executadas as obras até seu término, quando for comprovado que os trechos estão em condições de serem liberados para o tráfego.

Nos cavaletes de sinalização deve figurar o logotipo do Governo Federal e da CODEVASF. Todos os métodos e critérios, em relação ao tipo de sinalização utilizado, deverão obedecer aos padrões em vigor, recomendados pela FISCALIZAÇÃO ou órgão de trânsito local.

1.3.1 Medição

Ao longo da vala, a medição da sinalização será em metro linear (m).

1.3.2 Pagamento

O pagamento do item será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

1.3.3 Preço Unitário

Deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários a execução dos serviços.

1.4 EXECUÇÃO DOS TRABALHOS NÃO ESPECIFICADOS E REVISÕES COMPLEMENTARES

A descrição dos trabalhos não especificados e revisões complementares estão descritos nos textos abaixo.

1.4.1 Execução Dos Trabalhos Não Especificados

O Construtor se obriga a executar qualquer trabalho de construção que não esteja eventualmente detalhado nas Especificações ou Desenhos, direta ou indiretamente, mas que seja necessário à devida realização das obras em apreço, de modo tão completo como se estivesse particularmente delineado e descrito, e empenhar-se-á em executar tais serviços em tempo hábil de modo a evitar atrasos em outros trabalhos que deles dependam.

1.4.2 Revisões Complementares

A seguir estão descritas as devidas revisões necessárias para a execução do Projeto.

1.4.2.1 Por Parte da Fiscalização

Possíveis revisões e complementações no projeto e nas especificações serão comunicadas ao Construtor para que este proceda ao detalhamento e os submeta a aprovação da fiscalização/CODEVASF. Essas revisões e complementações não poderão servir, ao Construtor, como justificativa de acréscimos de preços unitários ou atrasos no Cronograma.

1.4.2.2 Por Parte do Construtor

O Construtor poderá, por outro lado, propor as alterações de pormenores construtivos dos projetos e das Especificações que entender convenientes, porém essas alterações só poderão ser executadas depois da aprovação, por escrito, da Fiscalização. A demora na aprovação, ou mesmo a não aprovação das alterações propostas, não poderão servir de justificativa para atrasos no cumprimento dos prazos estabelecidos, ou para qualquer outra reivindicação por parte do Construtor.

1.5 RESPONSABILIDADES E OBRIGAÇÕES

A seguir estão descritas as seguintes responsabilidades para a execução do Projeto.

1.5.1 Responsabilidade da CODEVASF

Entre outras responsabilidades especificadas nos editais de licitação, são responsabilidades da CODEVASF:

- a) Os pagamentos dos serviços executados pelo Construtor, de acordo com as Planilhas Orçamentárias, os Projetos, as Especificações Técnicas e o Contrato;

1.5.2 Responsabilidade Da Fiscalização

Entre outras responsabilidades especificadas nos editais de licitação, são responsabilidades da Fiscalização:

1.5.2.1 Encargos administrativos

Representar a CODEVASF como órgão fiscalizador e supervisor das obras junto a outros órgãos e Empresas;

Fiscalizar e exigir o fiel cumprimento do Contrato e seus aditivos pelo Construtor e Fornecedores;

Verificar o fiel cumprimento, pelo Construtor, das obrigações legais e sociais, da disciplina nas obras, da prevenção de acidentes e de outras medidas necessárias à boa administração das obras;

Verificar as medições e encaminhá-las para a aprovação da CODEVASF.

1.5.2.2 Encargos Técnicos

Zelar pela fiel execução do projeto, com pleno atendimento às Especificações, explícitas ou implícitas;

Controlar a qualidade dos materiais utilizados e dos serviços executados e rejeitar aqueles julgados não satisfatórios;

Assistir ao Construtor na escolha dos métodos executivos mais adequados, para melhor qualidade e economia nas obras;

Exigir do Construtor a modificação da técnica de execução inadequada e a recomposição dos serviços não satisfatórios;

Revisar, quando necessário, os projetos e as disposições técnicas, com adaptações às situações específicas de local e momento;

Executar todos os ensaios necessários ao controle de construção da obra e interpretá-los devidamente;

Dirimir as eventuais dúvidas, omissões e discrepâncias dos desenhos e Especificações;

Verificar a adequabilidade dos recursos empregados pelo Construtor quanto à produtividade, exigindo deste acréscimo e melhorias necessárias à execução dos serviços dentro dos prazos previstos;

Executar as medições da obra e abranger os serviços realizados e aceitos, conforme estabelecido no documento contratual.

A Fiscalização poderá exigir, de pleno direito, a qualquer momento, que sejam adotadas pela Contratada providências suplementares necessárias à segurança dos serviços e ao bom andamento da obra. Terá também, plena autoridade para suspender, por motivos técnicos, disciplinares, de segurança ou outros, os serviços da obra, total ou parcialmente, sempre que julgar conveniente.

É importante salientar que a exigência e a atuação da Fiscalização em nada diminuem a responsabilidade única, integral e exclusiva do Construtor no que concerne às obras e suas implicações próximas ou remotas, sempre em conformidade com o Contrato, Especificações, o Código Civil e demais leis e regulamentos vigentes.

1.5.3 Responsabilidades Do Construtor

1.5.3.1 Generalidades

O Construtor não poderá alegar, em hipótese alguma, como justificativa ou defesa, desconhecimento, incompreensão, dúvidas ou esquecimento das cláusulas e condições destas Especificações, do Contrato ou do Projeto, bem como tudo que estiver contido nas normas, Especificações e métodos da ABNT.

O Construtor terá a responsabilidade única, integral e exclusiva no que concerne às obras e suas implicações próximas ou remotas, sempre de conformidade com o contrato, o Código Civil e demais leis ou regulamentos vigentes.

O Construtor não poderá subempreitar as obras e/ou serviços contratados em sua totalidade, poderá fazê-lo parcialmente, neste caso, o Construtor manterá a responsabilidade única, integral e exclusiva no que concerne às obras e/ou serviços subempreitados e suas implicações próximas ou remotas, sempre de conformidade com o contrato, o Código Civil e demais leis ou regulamentos vigentes.

O Construtor será obrigado a afastar do serviço e do canteiro de obras todo e qualquer elemento que, por conduta, pessoal ou profissional, possa prejudicar o bom andamento da obra ou a ordem do canteiro.

Deverá o Construtor acatar de modo imediato às ordens da Fiscalização, dentro do contido nestas Especificações e no Contrato.

O Construtor deverá manter permanentemente e colocar à disposição da Fiscalização, os meios necessários e aptos a permitir a medição dos serviços executados, bem como a inspeção das instalações das obras, dos materiais e dos equipamentos, a qualquer tempo que julgar necessário.

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

O Construtor não poderá executar qualquer serviço que não seja autorizado pela Fiscalização salvo aqueles que se caracterizem como necessário à segurança da obra. Na composição do Orçamento da obra, apresentado na fase de licitação, o Construtor deverá incluir todos os custos relacionados com os aspectos mencionados nos itens a seguir, além dos definidos nestas Especificações, nos Projetos ou nos editais de licitação.

Cabe a construtora aprovação do projeto elétrico junto à companhia de eletricidade do estado e a realização dos ajustes necessários sem ônus para a contratante.

1.5.3.2 Conhecimento Das Obras

O Construtor deve estar plenamente informado de tudo o que se relaciona com a natureza e localização das obras, suas condições gerais e locais, e tudo o mais que possa influir sobre as mesmas: sua execução, conservação e custos, especialmente no que diz respeito a transporte, aquisição, manuseio e armazenamento de materiais; disponibilidade de mão de obra, água e energia elétrica; vias de comunicação; instabilidade e variações meteorológicas; vazões dos cursos d'água e suas flutuações de nível; conformação e condição do terreno; tipos dos equipamentos necessários; facilidades requeridas antes ou durante a execução das

obras; e outros assuntos, a respeito dos quais seja possível obter informações e que possam de qualquer forma interferir na execução, conservação e no custo das obras contratadas.

O Construtor também deve estar plenamente informado de tudo o que se relaciona com os tipos, qualidades e quantidades dos materiais que se concentram na superfície do solo e do subsolo, até o ponto em que essa informação possa ser obtida por meio de reconhecimento e investigação dos locais das obras.

1.5.3.3 Instalação Dos Canteiros

O Construtor deverá apresentar à Fiscalização, para aprovação, o planejamento e a organização prevista para o canteiro e eventuais acampamentos, acompanhados de croquis elucidativos do arranjo geral das diversas instalações, suas localizações, mobilização e desmobilização de equipamentos e de pessoas.

Os canteiros, quando necessário, serão cercados com tábuas novas e inteiras ou chapas de madeira compensada, obedecido rigorosamente às exigências da municipalidade local.

O Construtor responsabilizar-se-á plenamente por todas as providências relativas aos equipamentos de trabalho utilizados nos canteiros, aos materiais e respectivos fornecimentos, às instalações, ao pessoal empregado na obra, às ligações provisórias, quando necessárias, de água, esgoto e energia e, em geral, a todos os meios e elementos usados para execução das obras, de modo que sejam perfeitamente adequados e suficientes, independentemente da aprovação da Fiscalização.

O Construtor fornecerá e responsabilizar-se-á plenamente pela utilização por seus funcionários de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) adequados aos serviços em execução e, quando necessário, Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs).

A aprovação da Fiscalização relativa à organização e às instalações dos canteiros propostos pelo Construtor não eximirá este último, em caso algum, de todas as responsabilidades inerentes à perfeita realização das obras, no tempo e pelo custo previstos no Contrato.

1.5.3.4 Implantação Das Obras

A implantação das obras é encargo do Construtor, respeitadas as seguintes condições:

O Construtor não dará início a qualquer serviço sem que sua locação tenha sido verificada pela Fiscalização, mas tal verificação não eximirá o Construtor da responsabilidade da exata execução dos trabalhos;

O Construtor será responsável pela conservação e manutenção dos marcos de referência básicos instalados pela Fiscalização e, em caso de destruição ou dano dos marcos, por empregado ou por terceiros, intencionalmente ou por negligência, será o Construtor debitado da despesa resultante de sua reposição e ficará o mesmo responsável por quaisquer erros ocasionados pela perda dos mesmos.

1.5.3.5 Manutenção Dos Canteiros E Encargos Diversos

São responsabilidades do Construtor:

Fornecer todos os materiais, mão de obra e equipamentos necessários à execução dos serviços e seus acabamentos;

Construir e manter nos canteiros instalações adequadas, com suficientes recursos materiais e técnicos, inclusive pessoal especializado para poder prestar assistência rápida e eficiente aos seus equipamentos, de modo a não ficar prejudicado o bom andamento dos serviços;

Manter os canteiros e os acampamentos em perfeitas condições de asseio, livres de obstáculos, detritos etc. e, após a conclusão dos trabalhos, remover todas as instalações, sucatas e detritos, de modo a restabelecer o bom aspecto local. Quando necessário, a fim de evitar o levantamento de poeira, deverá ser molhado o local de trabalho;

Construir e conservar as estradas necessárias ao acesso e à exploração de empréstimos e de quaisquer outras estradas de serviço que se façam necessárias, assim como a conservação das estradas já existentes utilizadas para tal;

Executar todos os serviços topográficos necessários à locação das obras de acordo com o projeto. As locações deverão ser referidas aos marcos de referência básicos implantados pela Fiscalização;

Permitir a inspeção e controle por parte da Fiscalização de todos os serviços, materiais e equipamentos, em qualquer época e lugar durante a construção das obras. Tais inspeções não isentam o Construtor das obrigações contratuais e das responsabilidades legais, nos termos do Código Civil Brasileiro;

Colocar à disposição da Fiscalização todos os meios, de qualquer natureza, necessários e aptos a permitir que as medições sejam executadas pela mesma, de forma rápida e eficiente;

Só efetuar contrato(s) de sub-empitada(s) após aprovação da Fiscalização. Depois de concedida autorização para subempreiteira (s), o Construtor continuará a permanecer, para todo e qualquer efeito, e em qualquer circunstância, o único, exclusivo e integral responsável pelas obras, pelos serviços subempreitados e pelas suas consequências, como se a(s) sub-empitada(s) não existisse(m);

Efetuar o pagamento de licenças, taxas, impostos, emolumentos, multas e demais contribuições fiscais que incidam ou venham a incidir sobre a obra e o pessoal dela incumbido, incluídos os seguros e encargos sociais, que em conjunto são de inteira e exclusiva responsabilidade do Construtor;

Fornecer materiais utilizados na obra para formação das amostras a serem examinadas;

Proteger todas as propriedades públicas e privadas contra quaisquer perigos devido aos serviços. Não deverá ser interrompido o funcionamento de quaisquer serviços de utilidade pública. Para isso, deverá o Construtor manter, com o auxílio de todos os esforços e meios possíveis, a plena integridade das instalações relacionadas a tais serviços;

Os danos causados às instalações enterradas existentes (ligações domiciliares de água e esgotos, redes pluviais etc.) serão reparados pelo Construtor, que deve pesquisar as interferências antes da abertura das valas;

Os danos causados às propriedades e utilidades públicas ou privadas, devido à imperfeição ou descuido, deverão ser reparados no menor prazo possível e sem ônus para a CODEVASF;

Reparar qualquer sinalização ou placa atingida pelos trabalhos, com a devida recolocação nas condições previstas, no menor prazo possível;

Manter, em local definido pela fiscalização, a Placa da Obra, com dimensões e modelo determinados pela CODEVASF;

Os materiais rejeitados pela Fiscalização, deverão ser retirados imediatamente do canteiro da obra;

Alocar à disposição da CODEVASF veículo(s) durante a construção da obra, com todas as despesas sob sua conta e responsabilidade (combustível, pneus, óleo, lubrificantes, manutenção, seguro etc.). Esse(s) veículo(s) deverá(ão) ser entregue(s) à CODEVASF, 10 (dez) dias após a assinatura do contrato e será(ão) devolvido(s) 30 (trinta) dias após a conclusão da obra. O número de veículos será definido no Edital da Concorrência da obra e deverá conter os adesivos padrões CODEVASF;

Revisar os projetos e adequá-los estruturalmente e geometricamente às interferências encontradas na obra, sem afetar a sua capacidade hidráulica ou a sua finalidade estrutural;

Efetuar o cadastro ("as built") da obra e de interferências, conforme critérios estabelecidos pela CODEVASF;

Entregar a obra concluída, limpa, testada e em perfeito funcionamento. O(s) veículo(s) a que se refere(m) estas Especificações deverá(ão) atender exclusiva e essencialmente à Fiscalização e utilizado(s) para fins restritos especificados, até o limite quantitativo constante no Edital e deverá(ão) ter, necessariamente, em suas portas, os selos adesivos apropriados, a serem adquiridos na CODEVASF.

É terminantemente vetado o uso do(s) veículo(s) para finalidade diversa à permitida no Edital, sujeito o Construtor ou preposto(s) da CODEVASF a sanções que couberem em caso de infringência desta disposição.

À CODEVASF reserva-se o direito de exigir a automática substituição do(s) veículo(s) se este(s) não satisfizer(em) aos interesses previstos nestas Especificações, com todas as despesas resultantes desta substituição por conta exclusiva do Construtor.

1.5.3.6 Administração Da Obra

O Construtor compromete-se a manter, em caráter permanente, à frente dos serviços, um engenheiro civil (engenheiro residente) de reconhecida capacidade, escolhido por ele e aceito pela CODEVASF, o qual representará o Construtor, sendo todas as instruções dadas a ele válidas como sendo dadas ao próprio Construtor. Esse representante, além de possuir conhecimentos e capacidade profissional requerido, deverá ter autoridade suficiente para resolver qualquer assunto relacionado com a obra. O engenheiro residente só poderá ser substituído com o prévio conhecimento e aprovação da CODEVASF.

O Construtor será inteiramente responsável por tudo quanto for pertinente ao pessoal necessário à execução dos serviços.

Cabe ao Construtor:

Cumprir rigorosamente a legislação sobre Segurança e Higiene do Trabalho e Social em vigor no Brasil;

Manter seu pessoal segurado contra acidentes do trabalho;

Afastar da obra, no prazo de 24 (vinte e quatro) horas, qualquer empregado seu, cuja permanência nos serviços for julgada inconveniente, por qualquer forma, aos interesses da CODEVASF;

Responsabilizar-se pelo transporte de seu pessoal com residência em localidades circunvizinhas ao local das obras;

Adotar as medidas necessárias à prevenção de acidentes e segurança no trabalho;

Fazer seguro da obra contra incêndio e acidentes;

Responsabilizar-se, em qualquer caso, por danos e prejuízos causados a pessoas e propriedades em decorrência dos trabalhos de execução de obras e instalações porque respondam, correndo às suas expensas, sem responsabilidade ou ônus algum para a CODEVASF, o ressarcimento ou indenização que tais danos ou prejuízos possam motivar;

Obedecer à legislação em vigor para o armazenamento, transporte e uso de explosivos (antes de qualquer escavação a fogo, o Construtor deverá apresentar à Fiscalização o plano e a técnica de trabalho a serem utilizados);

Responsabilizar-se pela guarda e conservação de todos os materiais, equipamentos, ferramentas e utensílios e ainda pela proteção à obra, devendo-se, para tanto, contratar a segurança necessária, através de guardas, o qual vise um perfeito serviço de vigilância;

Executar qualquer obra que implique em suspensão do trânsito ou redução da área de circulação apenas após a prévia consulta ao órgão competente, anexar as plantas e propor alterações necessárias, com indicação de todas as informações necessárias, o qual inclui prazo e sinalização;

Executar os serviços de forma a não gerar riscos de acidentes ao próprio pessoal e a terceiros. Com este fim, serão utilizadas placas de sinalização, obedecendo às exigências do Código Nacional de Trânsito e as Normas locais porventura existentes; também deverá ser isolado o local de trabalho por meio de cerca resistente, de modo a sinalizar e evitar a queda de pessoas ou veículos nas valas ou cavas abertas;

Instalar e manter acesas, à noite, lâmpadas pisca-pisca e outros avisos luminosos, em cada ângulo, extremidade da cerca protetora, em cada cavalete de aviso, bem como ao longo do canteiro de trabalho;

Manter na obra vigias, permanentemente, de forma que a sinalização permaneça em perfeitas condições de funcionamento;

Manter livres as passagens circunjacentes, salvo autorização em contrário dada pela Fiscalização. Os trabalhos deverão ser conduzidos de maneira a intervirem o mínimo possível nas propriedades vizinhas ao local de trabalho;

Fornecer sinalizadores, quando solicitado pela Fiscalização, a fim de permitir a passagem do tráfego sob controle;

Remover, imediatamente, os derramamentos resultantes das operações de transporte de materiais ao longo ou através de qualquer via pública;

Entrar em contato com órgãos Federais, Estaduais e Municipais que visem liberar a execução das obras nos logradouros públicos, seguindo as orientações da CODEVASF. Estas liberações são de total responsabilidade do Construtor.

Caso o Construtor não adote as providências necessárias e de sua responsabilidade, definidas na presente Especificação ou nos documentos contratuais, principalmente no que tange à segurança contra acidentes, proteção das obras executadas e proteção do patrimônio de terceiros, a CODEVASF poderá promover a execução dos serviços necessários, debitando os seus custos ao Construtor, deduzindo quaisquer quantias devidas ou que venham a ser devidas ao mesmo.

1.5.3.7 Medição e pagamento

Administração Local e Manutenção de Canteiro (AL) - será pago conforme o percentual de serviços executados no período, conforme a fórmula abaixo, limitando-se ao recurso total destinado para o item da planilha:

$\%AL = (\text{Valor da Medição Sem AL} / \text{Valor do Contrato (incluso aditivo financeiro) Sem AL})$

Administração Local e Manutenção de Canteiro (AL) terão como unidade na planilha orçamentária “global” e será pago o quantitativo do percentual em número inteiro em valor absoluto com no máximo duas casas decimais.

Caso haja atraso no cronograma, comprovadamente, por problemas gerados pela Contratante, será pago o valor total da Administração Local e Manutenção de Canteiro (AL) prevista no período da medição.

1.5.3.8 Proteção das Obras, Equipamentos e Materiais

O Construtor deverá, a todo o momento, proteger e conservar todas as instalações, equipamentos, maquinaria, instrumentos, provisões e materiais de qualquer natureza, assim como toda obra executada, até sua aceitação final pela Fiscalização.

O Construtor responsabilizar-se-á, durante a vigência do Contrato até a entrega definitiva da obra, por quaisquer danos pessoais ou materiais causados a terceiros, por negligência ou imperícia na execução das obras.

1.5.3.9 Trabalhos Defeituosos ou Não Especificados

Qualquer material ou trabalho executado, que não satisfaça às Especificações ou que difira do indicado nos desenhos, ou qualquer trabalho não previsto, executado sem autorização escrita da Fiscalização, serão considerados como não aceitáveis ou não autorizados, devendo o Construtor remover, reconstruir ou substituir os mesmos, ou qualquer parte da obra comprometida pelo trabalho defeituoso, ou não prevista, sem que o Construtor tenha direito a qualquer pagamento extra.

Qualquer omissão ou falta por parte da Fiscalização em rejeitar algum trabalho que não satisfaça às condições do projeto ou das Especificações, não eximirá o Construtor da responsabilidade em relação aos mesmos.

A negativa do Construtor em cumprir prontamente as ordens da Fiscalização de remoção e reconstrução dos referidos materiais e trabalhos, implicará na permissão à CODEVASF em promover outros meios de execução da ordem, sendo os custos dos serviços e materiais debitados ao Construtor e deduzidos de quaisquer quantias devidas ou que venha a ser devidas ao mesmo.

1.5.3.10 Manejo Ambiental

O Construtor deverá tomar todos os cuidados e providências cabíveis que vise à preservação do meio ambiente no decorrer da obra, os quais incluem a obtenção de autorizações e licenças para execução de serviços, junto aos órgãos competentes.

Entre as diversas possibilidades de interferências das obras no meio ambiente, relaciona-se a seguir alguns cuidados a serem observados pelo Construtor no decorrer das obras:

Evitar a utilização de área de preservação ambiental para exploração de jazidas;

Não provocar queimadas ou usar explosivo como forma de desmatamento;

Evitar a poluição de cursos d'água com materiais betuminosos;

Evitar o carreamento de materiais como: pó de brita, solo de bota-fora etc., para o interior de cursos d'água;

Evitar assoreamentos e erosões nos pontos de deságue dos dispositivos de drenagem.

1.6 RELACIONAMENTO COM O CONSTRUTOR

O relacionamento Construtor CODEVASF seguirá ao especificado a seguir:

Construtor deverá se comunicar com a CODEVASF através da Fiscalização;

A comunicação formal, entre o Construtor e a CODEVASF, deverá ser feita através de cartas ou memorandos, sendo que uma das vias de comunicação será visada pelo órgão que a recebeu e devolvida, de imediato, ao órgão emitente;

Qualquer reclamação ou reivindicação do Construtor, durante ou após a execução das obras, deverá ser feito por escrito, de modo mais claro possível, com referências aos fatos e aos itens do Contrato e das Especificações que julgar aplicáveis;

A obra será fiscalizada por pessoal pertencente à Contratante ou empresa por ela indicada;

A subcontratação de serviços pela Contratada só será permitida através de concordância explícita da Contratante;

A supervisão dos trabalhos, tanto da Contratante, como da Contratada, deverá estar sempre a cargo de um engenheiro habilitado e registrado no CREA.

1.7 INÍCIO DOS TRABALHOS

O construtor deverá começar os trabalhos em conformidade com os prazos previstos em contrato.

1.8 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Os critérios de medição e pagamento utilizados no Projeto de abastecimento de água estão descritos a seguir.

1.8.1 Generalidades

Nos casos não incluídos nos Critérios de Medição aqui apresentados, fica entendido que os serviços serão medidos conforme unidade de Planilha Orçamentária e/ou conforme critérios usuais na Engenharia e aprovados pela Fiscalização.

Os serviços de códigos iguais, constantes na Planilha Orçamentária, obrigatoriamente terão preços unitários iguais.

É responsabilidade de o Construtor propiciar facilidades aos técnicos dos fornecedores de equipamentos que exercerão supervisão de montagem e testes de seus respectivos equipamentos.

Para qualquer serviço não previsto ou instalação especializada, não constante no Contrato, à CODEVASF se reserva o direito de contratá-los com terceiros, sem que caiba ao Construtor qualquer reivindicação de indenização ou pagamento.

1.8.2 Trabalhos Não Especificados

Quanto aos trabalhos não especificados e/ou não previstos na planilha de preços do contrato procurar-se-á, quando existentes na tabela de preços da CODEVASF, escolher para pagamento, preços resultantes da aplicação do BDI da planilha do Contrato aos valores de custo constantes da referida tabela do mês de referência e, em caso da inexistência do serviço, procurar se á estabelecer o respectivo preço

unitário através de análise e justificativa fundamentada em composição de preço unitário.

1.8.3 Pagamentos Parciais

Os pagamentos parciais ao Construtor serão efetuados a partir da emissão do boletim de medição dos serviços executados. Nenhuma avaliação ou pagamento poderá ser requerido pelo Construtor quando, do julgamento da Fiscalização, os serviços não estiverem sendo procedidos de acordo com as condições contratuais, assim como nenhuma avaliação ou pagamento poderá ser considerado como aceitação de algum serviço ou material defeituoso.

Todas as estimativas de progresso parciais estarão sujeitas as reverificações e correções por ocasião de avaliação e do pagamento final.

1.8.4 Pagamento Final

Ao término dos serviços será procedida a inspeção preliminar ao recebimento, quando será preparado um documento, a ser fornecido ao Construtor pela Fiscalização, no qual constará a avaliação de todos os trabalhos efetuados, os pagamentos recebidos pelo Construtor e as correções que se fizerem necessárias.

Deste documento será inferido o montante devido ao Construtor. O pagamento deste montante fica consignado à renúncia por parte do Construtor a quaisquer reivindicações contra a CODEVASF, originadas em virtude do Contrato e a emissão do Termo de Recebimento.

1.9 RECEBIMENTO DA OBRA

Será feito em duas etapas:

Elaboração conjunta de TERMO DE ENCERRAMENTO PROVISÓRIO, onde serão listadas as pendências e que será elaborado por Comissão de Recebimento, quando da inspeção preliminar ao recebimento;

Emissão do Termo de Encerramento Físico, após sanadas as pendências.

A medição final somente será liberada após emissão do Termo de Encerramento Físico, que deve constar nas ET.

Se porventura for constatada, no decorrer dos trabalhos, qualquer divergência entre os diversos elementos que definem a construção (plantas, detalhes, especificações), prevalecerá aquela que a CODEVASF julgar mais conveniente para cada caso em particular.

1.10 MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO

1.10.1 Generalidades

A mobilização consiste no conjunto de providências a serem adotadas com foco no início das obras. Incluem-se neste serviço a localização, o preparo e a disponibilidade, no local da obra, de todos os equipamentos, mão-de-obra, materiais e instalações necessários à execução dos serviços contratados.

A desmobilização consiste na desmontagem e retirada de todas as estruturas, construções e equipamentos do canteiro de obras. Está incluída neste item a desmobilização do pessoal, bem como a limpeza geral e reconstituição da área à situação original.

Compreenderá, além do desmantelamento do canteiro, a retirada das máquinas e dos equipamentos, e o deslocamento dos empregados (quando for o caso).

1.10.2 Procedimento

Na instalação do canteiro de obras serão necessários o planejamento e execução de áreas de vivência, local para armazenamento de materiais e as instalações provisórias de água, luz e esgoto. Para tanto, as seguintes diretrizes devem ser observadas:

Ligações de água, energia elétrica e esgoto, devem ser solicitadas às respectivas Concessionárias, com as informações necessárias;

Devem ser previstos a localização e o dimensionamento de áreas para armazenamento de materiais a granel (areia, brita etc.);

Devem ser previstos a localização e o dimensionamento das áreas de vivência, com as seguintes instalações: escritório, almoxarifado, oficina, telheiro, sanitários, vestiários, refeitório e cozinha, enfermaria e guarita;

Devem ser previstas a localização e o dimensionamento das centrais de massa (betoneira), minicentral de concreto (quando houver), armação de ferro, serra circular, armação de forma, pré-moldagem de instalações, soldagem e corte a quente e qualquer tipo de equipamento cujo porte exija delimitação de uma área específica;

Devem ser previstos tapumes ou barreiras para impedir o acesso de pessoas estranhas aos serviços.

A empreiteira da obra deverá iniciar a mobilização imediatamente após a liberação da Ordem de Serviço e em aderência ao cronograma.

Será obrigatória, antes do início da obra, a emissão, pela empreiteira da obra, de um documento que informe à Delegacia Regional do Ministério do Trabalho sobre o início dos serviços. Neste documento deverão constar:

Data de início da obra e o prazo para execução;

Endereço completo da obra;

Endereço e o CNPJ da empresa;

Descrição sucinta da obra e dados principais;

Número máximo previsto de trabalhadores na obra.

A empreiteira deverá submeter o local escolhido e o projeto para as instalações do Canteiro de Obras à Fiscalização, para aprovação, antes de prosseguir com a aquisição do local e início da construção das instalações. A Empreiteira deverá apresentar à Fiscalização uma planta geral com as seguintes indicações abaixo relacionadas:

Acessos existentes e localizações do terreno;

Suprimento de água, energia e telefone;

Esgotamento sanitário previsto;

Dimensões e locação das edificações e áreas a serem utilizadas para o Canteiro de Obras.

O escritório da obra deverá conter instalações para a Fiscalização e instalações para a CODEVASF, sendo de responsabilidade do Construtor, o fornecimento do mobiliário, a limpeza do local e a reposição do material de consumo. As instalações deverão constar de salas para escritórios e uma sala para reuniões.

Caberá à Empreiteira, a responsabilidade da obtenção do terreno para o Canteiro de Obras, mobilização, limpeza inicial do terreno, locação, manutenção da área e dos acessos e desmobilização do Canteiro de Obras, com a área entregue em condições idênticas à encontrada anteriormente sem que isto venha acarretar ônus à Contratante.

Opcionalmente, a critério da Fiscalização, o Construtor poderá alugar um imóvel que poderá ser utilizado como Canteiro de Obras, desde que mantenha, no mínimo, as áreas e instalações necessárias previstas para a obra.

1.10.3 Controle da Qualidade

Os serviços de mobilização e desmobilização compreendem os serviços de carga, transporte e descarga de todo o material, o fornecimento de pessoal e equipamentos e os serviços complementares necessários à instalação e posterior remoção do canteiro, bem como a limpeza do terreno, corte de árvores, vegetação, tocos (inclusive as raízes) e a remoção de detritos, conforme deliberação da Fiscalização.

Após a desmobilização, a área deverá ser limpa e reconstruída de acordo a situação original.

1.10.3.1 Medição e pagamento

O pagamento será efetuado conforme medição aprovada pela Fiscalização.

O valor global de “mobilização e desmobilização” não poderá superar os 5% do valor da obra.

Para o item de Mobilização - serão medidos e pagos 50% do valor proposto para o item na primeira medição. Os 50% restantes, serão medidos e pagos após efetiva mobilização de suas máquinas e equipamentos conforme programado no Plano de Trabalho.

Todas as despesas com a Desmobilização do Canteiro de Obras, após conclusão da obra, serão cobertas por preço global, medido de uma só vez, quando integralmente concluída.

Devem estar incluídas, neste preço, todas as despesas diretas e indiretas com fornecimento de materiais, utilização de equipamentos, mão de obra e outras relacionadas com a desmobilização do canteiro.

Estes serviços serão pagos depois de avaliado e aprovado pela Fiscalização e será liberado para pagamento de acordo com o item específico na planilha orçamentaria da obra.

Estes preços deverão incluir mão de obra, ferramentas e equipamentos necessários para a execução do serviço.

1.11 FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO DE PLACAS ALUSIVAS ÀS OBRAS

Fica o Empreiteiro obrigado a confeccionar e colocar, as suas expensas, nos locais indicados pela Fiscalização, no prazo máximo de 15 (quinze) dias úteis a partir da data da assinatura do contrato, as placas indicativas da obra, nas dimensões expressas em Edital ou Anexo, cujos modelos e quantidades mínimas serão fornecidos pela CODEVASF e Órgãos Financiadores.

A placa de identificação da obra deverá identificar tanto a Contratante, quanto o Órgão Financiador da Obra, devendo ser executadas de acordo com o modelo definido pela CODEVASF e instaladas no local estipulado pela Fiscalização.

As placas deverão ter a face em chapa de aço galvanizado, nº 16 ou 18, com tratamento antioxidante, sem moldura, fixadas em estruturas de madeira serrada, suficientemente resistente para suportar a ação dos ventos.

As placas de identificação deverão seguir layout normatizado e serem construídas com pontalete de madeira de lei 8x8 cm.

Todas as cores a serem utilizadas serão as padronizadas pela CODEVASF, devendo ser de cor fixa e comprovada resistência ao tempo.

Caberão ao Construtor o fornecimento, montagem, manutenção e assentamento das placas. O construtor será obrigado também, ao final da obra, mediante autorização da Fiscalização, realizara desmontagem e remoção das mesmas.

1.11.1 Medição e pagamento

Este serviço será medido pela área, em metros quadrados (m²), de placa efetivamente confeccionada e instalada no local indicado pela Fiscalização, e será pago pelo preço unitário constante na Planilha de Orçamentaria da licitante vencedora.

A estrutura de preço deste serviço compreende:

Fornecimento, transporte, instalação da placa, conforme padrão CODEVASF ou a critério da Fiscalização;

Manutenção da placa durante a execução das obras;

Remoção e movimentação da placa para outros locais da obra, sem ônus adicional para a CODEVASF;

Aquisição, carga, transporte, descarga, operação, manutenção, depreciação e conservação dos equipamentos e ferramentas utilizados;

Aquisição, carga, transporte, descarga, aplicação, ou utilização de materiais (combustíveis, peças, etc.); mão de obra e demais incidências necessárias à perfeita execução dos serviços objeto desta Especificação.

1.12 LOCAÇÃO DE VEÍCULO LEVE PARA APOIO À FISCALIZAÇÃO

O Empreiteiro disponibilizará para a equipe de Fiscalização da CODEVASF 01 (um) veículo TIPO PICK-UP CABINE DUPLA 4X4 (163CV), COM MOTORISTA, COM SEGURO, COMBUSTIVEL, LUBRIFICANTES E MANUTENÇÃO INCLUSO, com os dizeres conforme especificados pela CODEVASF, incluindo combustível, óleos, manutenção, licenciamento, impostos e seguro por período correspondente ao da duração da obra, mais três meses, cujos custos deverão ser incluídos na Planilha de Orçamentária da Obra.

No caso de necessidade de manutenção do veículo por período superior a 24 horas, a contratada ficará obrigada a disponibilizar outro veículo de características semelhantes pelo tempo que durar o serviço de manutenção.

Ficará a critério da CODEVASF - 5ª SR a determinação da necessidade ou não do fornecimento do veículo e da mesma forma poderá reduzir ou ampliar a carga horária para possibilitar a perfeita execução dos serviços, desde que não ultrapasse o limite do valor estabelecido no contrato, não cabendo, à Contratada, cobranças extras pela desmobilização antecipada do veículo, bem como pelo retardamento ou pela ampliação da carga horária determinada no item específico da planilha.

1.12.1 Medição e pagamento

O fornecimento do veículo será medido por mês e o pagamento tomará como base o preço unitário da Planilha de Orçamentária da Obra da Licitante vencedora.

2 SERVIÇOS TÉCNICOS

2.1 LOCAÇÃO E NIVELAMENTO

2.1.1 Locação do Eixo

A locação do eixo será feita com o emprego de estação total. O eixo será piquetado em todos os pontos notáveis, tais como PI's, acidentes topográficos, cruzamento com estradas, margens de rios e córregos, linhas de transmissão de energia elétrica etc. Os piquetes correspondentes a cada 2 (dois) Km das tangentes longas serão amarrados por “pontos de segurança” de tal maneira que seja vista a amarração anterior ou posterior.

Recomenda-se que seja utilizado um processo estadimétrico para leitura das distâncias entre PI's a fim de se ter maior precisão do cálculo das coordenadas destes pontos.

2.1.2 Nivelamento e contranivelamento do eixo de locação

O nivelamento e contranivelamento de todos os piquetes do eixo de locação serão feitos com o emprego de níveis óticos e de precisão. Para controle do nivelamento e contranivelamento serão implantadas referências de nível (RN) estáveis, espaçadas a cada quinhentos metros, devidamente referidas nas plantas em relação ao estaqueamento de locação. Estas referências (RN) serão implantadas fora da linha do “eixo” e serão constituídas de marcos de concreto com a inscrição do número correspondente.

No nivelamento e contranivelamento do eixo locado não se permitirão visadas com mais de 120 m de distância entre os pontos: situados à ré ou a vante. O nível ótico deverá ser posicionado a meia distância entre os dois pontos de ré e vante para eliminar os efeitos de refração atmosférica e da curvatura da terra. O nivelamento e contranivelamento deverão ser fechados em cada marco da rede de RN.

O contranivelamento será fechado nos RN, com a tolerância admitida de acordo com a FISCALIZAÇÃO. A tolerância dos serviços de nivelamento será de 2 (dois) cm por quilômetro e a diferença será inferior ou igual à obtida pela fórmula:

$$e=12,5 \times n \times 1/2$$

Sendo:

“n” dado em quilômetros;

“e” em milímetros.

A referência de nível será uma cota do IBGE.

As coordenadas serão verdadeiras, com o Norte verdadeiro calculado pela declinação magnética indicada nas cartas 1:100.000 da SUDENE.

2.1.2.1 Seções Transversais

As seções deverão ser levantadas com nível ótico. Nos trechos em tangentes serão levantadas seções transversais em estacas alternadas, isto é, a cada 40 metros, identificando a topografia do terreno por 15 metros de cada lado.

Nos trechos em curva serão levantadas seções nos PI's.

2.1.2.2 Amarrações e RN

Todos os PI's deverão ser amarrados em V, fora da faixa, através de piquetes de madeira. As tangentes longas também deverão receber amarrações espaçadas de no máximo 1.000 metros.

Para a implantação da rede de RN, que deverá obedecer a um espaçamento máximo de 0,5 km, poderão ser utilizados pontos notáveis e fixos tais como, cabeça de bueiro, varanda de ponte, etc. Na ausência destes pontos deverão ser implantados marcos de concreto de seção quadrangular, medindo 12 cm x 10 cm e 50 cm de comprimento e com um prego cravado no topo, na interseção das diagonais. Estes marcos deverão ser enterrados 30 cm e conterão, em tinta a óleo (na cor vermelha ou laranja), as letras RN e o número de ordem correspondente. Os mesmos serão amarrados ao “eixo” através de ângulos e distâncias.

As cotas de partida e de fechamento do nivelamento deverão, sempre que possível, iniciar e terminar em um marco do IBGE.

2.1.2.3 Anotação

As cadernetas serão preenchidas com caneta esferográfica azul ou preta, não deverão ser calculadas em campo pelo topógrafo ou nivelador e não será permitida rasura nas mesmas.

2.2 ESPECIFICAÇÕES COMPLEMENTARES

A CONSTRUTORA deverá inicialmente proceder à execução da locação, nivelamento e contranivelamento de acordo com o projeto, deixando visíveis para as conferências as estacas, os piquetes e os marcos orientadores. Em caso de discrepância entre o projeto e os dados de campo, a CONSTRUTORA deverá informar a FISCALIZAÇÃO, para que esta tome as devidas providências.

O traçado e as cotas da adutora podem ser alterados, em função das peculiaridades de campo, desde que com a aprovação da FISCALIZAÇÃO.

Para as leituras dos ângulos deve-se utilizar um teodolito com precisão tal que permita uma leitura direta de, no mínimo, 20 (vinte) segundos. Quanto aos serviços de altimetria devem-se utilizar níveis automáticos.

Vale salientar que para a locação dos PI pode-se fazer uso de estação total, porém este tipo de equipamento não deve ser utilizado para se fazer nivelamentos.

Piquetes auxiliares afastados de ambos os lados da linha de eixo da tubulação serão colocados para que, após a retirada do piqueteamento principal para escavação da vala, seja possível determinar o posicionamento correto dos tubos.

Os pontos de deflexão serão determinados por marcos que os caracterizem perfeitamente, assim como, serão caracterizados todos os pontos que mereçam especial destaque.

A marcação deverá ser acompanhada pela FISCALIZAÇÃO, de modo a permitir que eventuais mudanças sejam determinadas com um máximo de antecedência.

2.2.1 Medição

Os serviços medidos em metros lineares (m), ao longo do eixo central, deverão coincidir com os de assentamento de tubulação, e aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

2.2.2 Pagamento

O pagamento do item será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

3 CADASTROS DAS ADUTORAS

3.1 ADUTORA

Deverá ser procedido o levantamento cadastral de todas as áreas cortadas ou atingidas pela faixa de domínio determinada pelo eixo do projeto. Serão adotadas as fichas próprias para esse tipo de serviço com os nomes dos proprietários, construções existentes e natureza das benfeitorias abrangidas pela faixa, como casa, rede elétrica, cerca, açude, bueiros etc., e identificados os limites de propriedades. A localização das benfeitorias será efetuada por meio de amarrações, com medidas feitas à trena. A largura da faixa de domínio da adutora será indicada pela FISCALIZAÇÃO.

3.1.1 Medição

Os serviços medidos em metros lineares (m), ao longo do eixo central, deverão coincidir com os de assentamento de tubulação. Todos os serviços executados deverão ser cadastrados e só serão medidos e pagos após aprovados pela Fiscalização.

3.1.2 Pagamento

O pagamento do item será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

3.1.3 Preço unitário

Deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamento e material necessário à execução dos serviços conforme as especificações técnicas.

3.2 REDE DE DISTRIBUIÇÃO

Deverá ser procedido o levantamento em campo de informações cadastrais de rede de água. Este levantamento consiste em coletar informações que possibilitem localizar com precisão as tubulações e peças especiais assentadas na rede de distribuição de água. Os critérios e procedimentos a serem adotados na

padronização dos desenhos técnicos de croquis de amarração deverão estar de acordo com a norma interna da operadora do sistema para este tipo de serviço.

Será feito pela CONSTRUTORA o cadastro detalhado da obra executada, em base cartográfica, na escala 1:1.000, em tamanho A-1. Caso necessário, deverão ser feitas adequações em pranchas existentes, de modo a que se apresentem de acordo com o mesmo padrão de apresentação das novas pranchas.

As fichas de cadastro deverão conter todos os detalhes: comprimentos, diâmetros, profundidades, cotas, tipo de material da tubulação, peças especiais empregadas e quaisquer outros serviços de utilidade pública que cruzem a rede.

A CONSTRUTORA também deverá fornecer o cadastro das ligações efetuadas, com todos os detalhes pertinentes a este serviço, de acordo com o modelo fornecido pela FISCALIZAÇÃO.

As peças especiais e registros deverão estar amarrados a pontos fixos perfeitamente identificáveis.

Deverão ser entregues à FISCALIZAÇÃO:

Os croquis levantados no campo;

Plantas de cadastro, em tamanho A-1, em escala 1:1.000;

Fichas de cruzamento em tamanho A-4, em escala 1:100, com a indicação de todos os entroncamentos;

Mapas demonstrativos da rede e linhas de recalque, em pranchas no tamanho A-1; escala 1:2.000.

3.2.1 Serviços Preliminares

3.2.1.1 Locação De Adutoras, Coletores Tronco e Interceptores - Até DN 500 Mm, Inclusive Topografo

A locação será executada a partir dos marcos de apoio, com elementos topográficos calculados a partir das coordenadas dos vértices do projeto. As cotas de fundo das valas deverão ser verificadas de 20,0 em 20,0 metros, antes do assentamento da

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

Para execução desse serviço, a Contratada deverá manter, durante o expediente da obra e no canteiro de trabalho, pelo menos, uma equipe de topografia composta de um topógrafo devidamente habilitado, equipamento topográfico adequado e dois auxiliares.

A profundidade da tubulação e das peças especiais em um ponto será dada pela distância, em metros, da sua geratriz superior externa até o leito do logradouro ou passeio.

3.2.1.2 Sinalização de trânsito noturna e Isolamento da Obra

O local de trabalho será isolado por meio de cercas e telas, de modo a sinalizar e evitar a queda de pessoas ou veículos nas valas ou cavas abertas. Esse isolamento deverá ser mantido permanentemente com bom aspecto e deverão ser pintados sempre que necessário, a critério da Fiscalização. À noite, deverão ser instalados e mantidos acesos lâmpadas e outros avisos luminosos, em cada ângulo ou extremidade de cerca protetora, em cada cavalete de aviso e ao longo do canteiro de trabalho.

O isolamento será feito através de pedestais fabricados com barras de aço de diâmetro de $\frac{1}{2}$ ", chumbados em bases de concreto simples de 30 x 30 x 20 cm, removíveis, e com telas de PVC de 5mm de espessura e estrutura de madeira, com altura máxima de 1,10 m.

3.2.2 Medição

Os serviços medidos em metros lineares (m), ao longo do eixo central, deverão coincidir com os de assentamento de tubulação, aprovados pela Fiscalização.

3.2.3 Pagamento

O pagamento do item será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

3.2.4 Preço unitário

Deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamento e material necessário à execução dos serviços conforme as especificações técnicas.

4 AS BUILT

4.1 RESERVATÓRIOS

Deverá ser procedido o as built de todas as áreas cortadas ou atingidas pela faixa de domínio determinada pelo projeto. Serão adotadas as fichas próprias para esse tipo de serviço com os nomes dos proprietários, construções existentes e natureza das benfeitorias abrangidas pela faixa, como casa, rede elétrica, cerca, açude, bueiros etc., e identificados os limites de propriedades. A localização das benfeitorias será efetuada por meio de amarrações, com medidas feitas à trena. A largura da faixa de domínio da adutora será indicada pela FISCALIZAÇÃO.

4.1.1 Medição

Os serviços serão medidos em metros quadrados (m²). Todos os serviços executados deverão ser cadastrados e só serão medidos e pagos após aprovados pela Fiscalização.

4.1.2 Pagamento

O pagamento do item será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

4.1.3 Preço unitário

Deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamento e material necessário à execução dos serviços conforme as especificações técnicas

4.2 ETA

Deverá ser procedido o as built de todas as áreas cortadas ou atingidas pelo projeto. Serão adotadas as fichas próprias para esse tipo de serviço com os nomes dos

proprietários, construções existentes e natureza das benfeitorias abrangidas pela faixa, como casa, rede elétrica, cerca, açude, bueiros etc., e identificados os limites de propriedades. A localização das benfeitorias será efetuada por meio de amarrações, com medidas feitas à trena. A largura da faixa de domínio da adutora será indicada pela FISCALIZAÇÃO.

4.2.1 Medição

Os serviços serão medidos em metros quadrados (m²). Todos os serviços executados deverão ser cadastrados e só serão medidos e pagos após aprovados pela Fiscalização.

4.2.2 Pagamento

O pagamento do item será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

4.2.3 Preço unitário

Deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamento e material necessário à execução dos serviços conforme as especificações técnicas

5 MOVIMENTO DE TERRA

5.1 GENERALIDADES

Abrangem todos os serviços de escavação, aterro, reaterro, compactação, carga, descarga e transporte de materiais para áreas de bota-fora com distância de até 1,0 km.

Todos os serviços deverão ser executados observando-se os critérios aqui adotados, em obediência às cotas e perfis previstos em projeto.

Toda a escavação deverá ser mecânica, exceto no caso de proximidade de interferências cadastradas ou detectadas ou outros locais a critério da FISCALIZAÇÃO. Preferencialmente a CONSTRUTORA usará retroescavadeira, obedecendo sempre às normas de boa execução.

Caberá à CONSTRUTORA o fornecimento de todas as ferramentas e equipamentos necessários à execução dos serviços aqui relacionados.

Em nenhum caso será aplicado ao volume medido coeficiente a título de empolamento do material, valor este que já deverá estar incluso nos preços unitários da empreiteira.

Para efeito dos serviços de Movimento de Terra são considerados os seguintes tipos de solos descritos nos itens a seguir.

5.1.1 Material De 1ª Categoria

Nesta categoria estão incluídos: solos de qualquer natureza, rochas em adiantado estado de decomposição e pedras soltas.

Para efeito de esclarecimento e complementação, entende-se como solo de qualquer natureza:

Solo Arenoso: material de agregação natural, constituído de material solto sem coesão, pedregulhos, areias, siltes, argilas, turfas, ou quaisquer de suas

combinações, com ou sem componentes orgânicos. Escavado com pás, enxadas, enxadões ou equipamento mecânico adequado;

Solo Lamacento: material lodoso de consistência mole. É constituído de terra pantanosa, mistura de argila e água ou matéria orgânica em decomposição. Removido com pás, baldes ou equipamento mecânico adequado;

Solo de Terra Compacta: material coeso constituído de argila rija, com ou sem ocorrência de matéria orgânica, pedregulhos, grãos minerais, saibros, “pedra-bola” de diâmetro até 25 cm. Escavado com picaretas, pás, enxadões, alavancas, cortadeira ou equipamento mecânico adequado; e,

Solo de Moledo ou Cascalho: material que apresenta alguma resistência ao desagregamento, constituído de arenitos compactados, rocha em adiantado estado de decomposição, seixo rolado ou irregular, matacões, “pedras-bolas” de diâmetro até 50 cm. Escavado com picaretas, cunhas, alavancas ou equipamento mecânico adequado.

Para efeito de esclarecimento e complementação, entendem-se como pedras soltas todos os blocos soltos de rochas ou material duro de tamanho transportável por um homem e como rochas em adiantado estado de desagregação os materiais que não necessitem de fogo ou qualquer outro meio especial para extração, compreendendo, seixos rolados ou não, com qualquer teor de umidade.

5.1.2 Material De 2ª Categoria

Nesta categoria estão incluídos: todos os materiais que não podem ser escavados com equipamentos convencionais sem uma escarificação prévia por um trator pesado tipo D-8, adequadamente equipado, mas que não requer o uso de explosivos, a não ser eventualmente, bloco de rocha branda, blocos de rocha de volume inferior a 2,00 m³ e os matacões ou pedras de diâmetro inferior a 1,00 m, porém não transportáveis por um homem.

Para efeito de esclarecimento e complementação, são entendidos como rocha branda os materiais com agregação natural de grãos minerais, ligados mediante forças coesivas permanentes, apresentando grande resistência à escavação manual. Constituído de rocha alterada, “pedras-bola”, matacões e folhelhos com

ocorrência contínua. Escavado com rompedores, picaretas, alavancas, cunhas, ponteiros, talhadeiras e uso eventual de explosivos para fogachos.

5.1.3 Material De 3ª Categoria

Nesta categoria estão incluídos: materiais altamente coesivos, constituídos de todos os tipos de rocha viva como granito, basalto, gnaiss, etc. Escavado mediante uso contínuo de explosivos ou processos a frio.

5.2 ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALAS

A escavação compreende a remoção de qualquer material abaixo da superfície do terreno, até as linhas e cotas especificadas no projeto, utilizando-se os equipamentos convencionais.

Antes de iniciar a escavação, a CONSTRUTORA fará a pesquisa de interferência do local, para que não sejam danificados quaisquer tubos, caixas, postes, etc., que estejam na zona atingida pela escavação ou área próxima à mesma.

Caso haja qualquer dano nas interferências supracitadas, todas as despesas decorrentes dos reparos correrão por conta da CONSTRUTORA, desde que caracterizada a responsabilidade da mesma.

Deverão ser obedecidas todas as linhas e cotas especificadas no projeto. O greide da linha deverá ser seguido rigorosamente, sendo que o recobrimento mínimo admitido acima da geratriz superior dos tubos em áreas urbanizadas será de 0,80 m.

A escavação será executada de modo a proporcionar o máximo de rendimento e economia, em função do volume da terra a remover e das dimensões, natureza e topografia do terreno.

As larguras das valas serão as especificadas nas tabelas a seguir:

Tabela 1 - Dimensões de valas

Dimensões de valas para assentamento de tubulação em DEFoFo, PVC, RPVC e PRFv para água															
DN (mm)	Profundidade (m)			Largura máxima de vala (m)											
				Sem escoramento e pontaleamento			Descontínuo e contínuo			Especial			Metáculo-Madeira		
Até 150	0 - 2	2 - 4		0,50	-	0,60	0,60	-	0,70	0,65	-	0,75	0,85	-	0,85
200	0 - 2	2 - 4		0,55	-	0,65	0,65	-	0,75	0,70	-	0,80	0,90	-	0,90
250	0 - 2	2 - 4		0,60	-	0,70	0,70	-	0,80	0,75	-	0,85	0,95	-	0,95
300	0 - 2	2 - 4		0,65	-	0,75	0,75	-	0,85	0,80	-	0,90	1,00	-	1,00
350	0 - 2	2 - 4		0,70	-	0,80	0,80	-	0,90	0,85	-	0,95	1,05	-	1,05
400	0 - 2	2 - 4		0,75	-	0,80	0,85	-	0,95	0,90	-	1,00	1,10	-	1,10
500	0 - 2	2 - 4		0,85	-	0,95	0,95	-	1,05	1,00	-	1,10	1,20	-	1,20
600	0 - 2	2 - 4		0,95	-	1,05	1,05	-	1,15	1,10	-	1,20	1,30	-	1,30
700	0 - 2	2 - 4		1,30	-	1,40	1,40	-	1,50	1,45	-	1,55	1,65	-	1,65
800	0 - 2	2 - 4		1,40	-	1,50	1,50	-	1,60	1,55	-	1,65	1,75	-	1,75
900	0 - 2	2 - 4					1,60	-	1,70	1,65	-	1,75	1,85	-	1,85
1000	0 - 2	2 - 4							1,85			1,85	1,95	-	1,95
1200	0 - 2	2 - 4										2,05			2,15

Observações:

Para profundidades acima de 4,01 m serão obedecidas as especificações de projeto da obra, ou na falta do mesmo, deve-se acrescentar 0,10 m na largura para cada metro adicional de profundidade;

Para profundidades até 1,30 m considerar a largura da vala de 0,40 m para tubos de diâmetro até 100 mm.

Tabela 2 - Dimensões de valas para assentamento de tubos de aço para água

Dimensões de valas para assentamento de tubulação em DEFoFo, PVC, RPVC e PRFv para água						
DN (pol)	Profundidade (m)		Largura máxima de vala (m)			
			Descontínuo e contínuo	Especial	Metálico-Madeira	
28	0 - 4	0 - 6	1,80	1,85	1,95	- 1,95
30	0 - 4	0 - 6	1,85	1,90	2,00	- 2,00
32	0 - 4	0 - 6	1,90	1,95	2,05	- 2,05
36	0 - 4	0 - 6	2,00	2,05	2,15	- 2,15
40	0 - 4	0 - 6			2,30	- 2,30
42	0 - 4	0 - 6			2,35	- 2,35
48	0 - 4	0 - 6			2,50	- 2,50
60	0 - 4	0 - 6			2,80	- 2,80
72	0 - 4	0 - 6			3,10	- 3,10
84	0 - 4	0 - 6			3,40	- 3,40
100	0 - 4	0 - 6			3,80	- 3,80

Observações:

Para profundidades acima de 4,01 m serão obedecidas as especificações de projeto da obra, ou, na falta do mesmo, deve-se acrescentar 0,10 m na largura para cada metro adicional de profundidade.

A largura da vala deverá obedecer às condições descritas nestas Especificações, ficando sob a responsabilidade da CONSTRUTORA qualquer ônus advindos de maiores volumes de escavação, devido à utilização de equipamento inadequado ou devido à imperícia do operador da CONSTRUTORA.

A vala só deverá ser aberta quando os elementos necessários ao assentamento estiverem depositados no local.

Se a escavação interferir com galerias, tubulações ou outras instalações existentes, a CONSTRUTORA executará o escoramento e sustentação das mesmas.

Quando os materiais escavados forem, a critério da FISCALIZAÇÃO, apropriados para utilização no aterro, serão, em princípio, colocados ao lado da vala, para posterior aproveitamento, numa distância não inferior à medida correspondente à profundidade da vala e, sempre que possível, de um único lado, deixando o outro lado livre para trânsito e manobras.

No caso de os materiais aproveitáveis serem de natureza diversa, serão distribuídos em montes separados.

Os materiais não aproveitáveis serão transportados pela CONSTRUTORA e levados a boca-fora conforme especificado.

5.2.1 Medição

A escavação será medida por metro cúbico (m^3) do material escavado até as cotas e limites mostrados nos desenhos ou estabelecidos pela FISCALIZAÇÃO. Os levantamentos topográficos serão feitos antes do início e depois da escavação. A FISCALIZAÇÃO classificará os materiais encontrados, enquanto a escavação estiver sendo realizada, para cálculo das quantidades correspondentes a cada categoria de material. A título de medição, será considerada uma largura máxima para a

escavação das valas de 0,80 m, qualquer largura excedente será de responsabilidade da CONSTRUTORA.

A largura da vala deverá obedecer às condições descritas nestas Especificações, ficando sob a responsabilidade da CONSTRUTORA qualquer ônus advindos de maiores volumes de escavação, devido à utilização de equipamento inadequado ou devido à imperícia do operador da CONSTRUTORA.

5.2.2 Pagamento

O pagamento do item será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

5.2.3 Preço unitário

Deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários para realizar o serviço como especificado, incluindo carregamento, transporte, descarga e espalhamento dos materiais quando necessário.

5.2.4 Observação

Nenhuma medição ou pagamento será feito para qualquer escavação que a FISCALIZAÇÃO considere estar em excesso àquela requerida para o adequado desempenho da obra ou pela remoção do material que tenha caído dentro da área escavada.

5.3 ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS

Este item, escavação manual de vala, só será utilizado, onde não se justificar o emprego de meios mecânicos.

Toda escavação deverá ser manual no caso de proximidade de interferências cadastradas ou detectadas. Serão utilizados utensílios manuais de corte e remoção para a borda da vala. A CONSTRUTORA deverá atentar para situações de instabilidade dos taludes e solicitar da FISCALIZAÇÃO autorização para execução de escoramento.

A escavação compreende a remoção de qualquer material abaixo da superfície do terreno, até as linhas e cotas especificadas no projeto.

Antes de iniciar a escavação, a CONSTRUTORA fará a pesquisa de interferência do local, para que não sejam danificados quaisquer tubos, caixas, postes, etc., que estejam na zona atingida pela escavação ou área próxima à mesma.

Caso haja qualquer dano nas interferências supracitadas, todas as despesas decorrentes dos reparos correrão por conta da CONSTRUTORA, desde que caracterizada a responsabilidade da mesma.

Deverão ser obedecidas todas as linhas e cotas especificadas no projeto. O greide da linha deverá ser seguido rigorosamente, sendo que o recobrimento mínimo admitido acima da geratriz superior dos tubos em áreas urbanizadas será de 0,80 m.

A escavação será executada de modo a proporcionar o máximo de rendimento e economia, em função do volume de terra a remover e dimensões, natureza e topografia do terreno.

A largura das escavações será $D + 0,40$ m, sendo a largura mínima 0,50 m.

A vala só deverá ser aberta quando os elementos necessários ao assentamento estiverem depositados no local.

Se a escavação interferir com galerias, tubulações ou outras instalações existentes, a CONSTRUTORA executará o escoramento e sustentação das mesmas.

Quando os materiais escavados forem, a critério da FISCALIZAÇÃO, apropriados para utilização no aterro, serão, em princípio, colocados ao lado da vala, para posterior aproveitamento, numa distância não inferior à profundidade da vala e, sempre que possível, de um único lado, deixando o outro lado livre para trânsito e manobras.

No caso de os materiais aproveitáveis serem de natureza diversa, serão distribuídos em montes separados.

Os materiais não aproveitáveis serão transportados pela CONSTRUTORA e levados ao bota-fora conforme especificado.

5.3.1 Medição

A escavação será medida por metro cúbico (m^3) do material escavado até as cotas e limites mostrados nos desenhos ou estabelecidos pela FISCALIZAÇÃO. Os levantamentos topográficos serão feitos antes do início e depois da escavação. A FISCALIZAÇÃO classificará os materiais encontrados, enquanto a escavação estiver sendo realizada, para cálculo das quantidades correspondentes a cada categoria de material.

5.3.2 Pagamento

O pagamento do item será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

5.3.3 Preço unitário

Deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários para realizar o serviço como especificado, incluindo carregamento, transporte, descarga e espalhamento dos materiais quando necessário.

5.3.4 Observação

Nenhuma medição ou pagamento será feito para qualquer escavação que a FISCALIZAÇÃO considere estar em excesso àquela requerida para o adequado desempenho da obra ou pela remoção do material que tenha caído dentro da área escavada.

5.4 ESCAVAÇÃO EM MATERIAL DE 1ª CATEGORIA

A CONSTRUTORA deverá efetuar a escavação com método apropriado às condições locais, e aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

Deverão ser aprovados pela FISCALIZAÇÃO os processos e a execução de todas as atividades ligadas à escavação, incluindo o transporte, estocagem, bota-fora, drenagem ou outras atividades correlatas.

5.4.1 Medição

A escavação será medida por metro cúbico (m^3) do material escavado até as cotas e limites mostrados nos desenhos ou estabelecidos pela FISCALIZAÇÃO. Os levantamentos topográficos serão feitos antes do início e depois da escavação. A FISCALIZAÇÃO classificará os materiais encontrados, enquanto a escavação estiver sendo realizada, para cálculo das quantidades correspondentes a cada categoria de material.

5.4.2 Pagamento

O pagamento do item será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

5.4.3 Preço unitário

Deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários para realizar o serviço como especificado, incluindo carregamento, transporte, descarga e espalhamento dos materiais quando necessário.

5.4.4 Observação

Nenhuma medição ou pagamento será feito para qualquer escavação que a FISCALIZAÇÃO considere estar em excesso àquela requerida para o adequado desempenho da obra ou pela remoção do material que tenha caído dentro da área escavada.

5.5 ESCAVAÇÃO EM MATERIAL DE 2ª CATEGORIA

A CONSTRUTORA deverá efetuar a escavação com método apropriado às condições locais e aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

Deverão ser aprovados pela FISCALIZAÇÃO os processos e a execução de todas as atividades ligadas à escavação, incluindo o transporte, estocagem, bota-fora, drenagem ou outras atividades correlatas.

5.5.1 Medição

A escavação será medida por metro cúbico (m^3) do material escavado até as cotas e limites mostrados nos desenhos ou estabelecidos pela FISCALIZAÇÃO. Os levantamentos topográficos serão feitos antes do início e depois da escavação. A FISCALIZAÇÃO classificará os materiais encontrados, enquanto a escavação estiver sendo realizada, para cálculo das quantidades correspondentes a cada categoria de material.

5.5.2 Pagamento

Será efetuado de acordo com os preços unitários do metro cúbico do material classificado indicado na planilha de custos das obras.

5.5.3 Preço unitário

Deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários para realizar o serviço como especificado, incluindo carregamento, transporte, descarga e espalhamento dos materiais quando necessário.

5.5.4 Observação

Nenhuma medição ou pagamento será feito para qualquer escavação que a FISCALIZAÇÃO considere estar em excesso àquela requerida para o adequado desempenho da obra ou pela remoção do material que tenha caído dentro da área escavada.

5.6 ESCAVAÇÃO DE MATERIAL DE 3ª CATEGORIA

Este tipo de escavação só será executado com autorização prévia da FISCALIZAÇÃO.

Deverá ser submetido à aprovação da FISCALIZAÇÃO o programa detalhado dos trabalhos de escavação, indicando os processos a serem usados em cada local. A FISCALIZAÇÃO indicará os casos em que o desmonte será executado a frio.

Os trabalhos de escavação deverão ser executados de modo que a superfície da rocha, depois de concluída a escavação, se apresente rugosa, no entanto, sem

saliências de mais de 0,5 m. Esses trabalhos serão dados por concluídos e aprovados após verificação da FISCALIZAÇÃO e quando o local tiver sido limpo a jato d'água e não apresentar fragmentos de rocha, lama ou detritos de qualquer espécie. A ocorrência eventual de fendas ou falhas na rocha escavada, além das fraturas ocasionadas pelas explosões será, a critério da FISCALIZAÇÃO, tratada convenientemente, e só será permitida a continuação dos serviços após liberação da FISCALIZAÇÃO.

5.6.1 Desmonte a fogo

A CONSTRUTORA deverá executar os serviços de escavação a fogo, tomando todas as precauções possíveis para preservar, sem danos, o material abaixo e além dos limites da escavação definidos no projeto, especialmente as superfícies sobre as quais será executada a obra. Deverá, igualmente, tentar obter a maior quantidade possível de materiais selecionados, provenientes do desmonte, para uso direto na construção das estruturas permanentes e na produção de agregados.

Para tanto, deverá a CONSTRUTORA estudar, para cada área, o tipo de material, com base em sua experiência e nas presentes especificações, e apresentar, em tempo hábil, um adequado "Plano de Fogo" para aprovação da FISCALIZAÇÃO.

Em cada plano de fogo, a CONSTRUTORA indicará as profundidades, espaçamentos e disposições dos furos para o desmonte, assim como as cargas e tipo de explosivos, ligações elétricas das espoletas, com cálculo da resistência total do circuito e método de detonação, especificando as características da fonte de energia, ou ligações de cordel com retardadores, bem como tipo e método de ligação.

Antes ou durante a execução das escavações, poderá a FISCALIZAÇÃO requerer à CONSTRUTORA, testes de explosivos visando experimentar planos de fogo. Tais testes, tanto quanto possível, serão realizados dentro dos limites estabelecidos para a escavação. Medições sísmicas poderão ser realizadas pela FISCALIZAÇÃO, devendo a CONSTRUTORA colaborar, na medida de suas possibilidades, para execução das mesmas. Os resultados obtidos serão analisados pela FISCALIZAÇÃO que, em função deles, poderá requerer à CONSTRUTORA a alteração dos planos de fogo propostos.

À medida que a escavação se aproximar dos limites finais, os métodos de fogo serão modificados, a fim de preservar a integridade da superfície final de acordo com o uso ao qual ela será destinada.

As explosões finais não deverão causar trincas ou alterar de qualquer modo as superfícies finais, o que poderia torná-las impróprias para utilização.

Técnicas de pré-fissuramento e fogo cuidadoso serão utilizadas quando determinado pela FISCALIZAÇÃO, visando obter uma superfície regular, ou não abalar as rochas remanescentes.

As escavações a fogo serão programadas de maneira a evitar conflitos entre cronogramas e exigências das Especificações.

A aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, de um plano de fogo não exime a CONSTRUTORA de qualquer uma de suas responsabilidades, incluindo o uso impróprio das técnicas de pré-fissuramento e fogo cuidadoso.

Se for necessária a proteção da superfície das escavações, a FISCALIZAÇÃO poderá ordenar, quando necessário, o uso de concreto projetado, ancoragens, etc.

A FISCALIZAÇÃO limitará as cargas máximas por espera, em função dos tipos de terrenos encontrados e das estruturas ou acabamentos a preservar, intervindo ou especificando com plena autoridade, sempre que por alguma razão considerar periclitantes as condições de segurança e a comodidade do pessoal ou de terceiros. Os eventuais danos produzidos serão sempre de exclusiva responsabilidade da CONSTRUTORA.

A escolha do tipo de explosivos, assim como do método de detonação por meio de espoletas elétricas, de retardo ou por meio de cordel detonante com retardadores, ficará a critério da CONSTRUTORA, desde que sejam respeitados os seguintes limites:

Força máxima: 70%;

Velocidade de detonação máxima: 2 600 m/s;

Peso específico máximo: 1,6 g/cm³;

Tempo de espera mínimo: 50 milissegundos;

Diâmetro máximo dos furos: 4" (100 mm);

Desvio máximo dos furos de contornos: 1,5 cm/m; e,

Máxima velocidade de partícula: 6 cm/s.

A FISCALIZAÇÃO zelará para que a sub-perfuração seja suficiente, a fim de que se atinjam as cotas previstas, e verificará o alinhamento, paralelismo e co-planaridade dos furos, alterando os planos de fogo até obter o desejado acabamento das superfícies e fragmentação do material rochoso adequado às necessidades da obra.

Onde for necessário pré-fissuramento, será considerado aceito pela FISCALIZAÇÃO quando, na rocha remanescente, ficarem visíveis e identificáveis pelo menos 80% das “meia-canas” dos furos de pré-fissuramento.

A CONSTRUTORA deverá cumprir todas as exigências da legislação em vigor com respeito ao transporte, armazenamento, uso e manuseio de explosivo.

Deverá ser rigorosamente observado o “regulamento para os Serviços de Fiscalização, Depósito e Tráfego de Produtos Controlados pelo Ministério do Exército (SFIDT)”, conforme redação aprovada pelo Decreto n°. 55.649, de 28.10.1965.

A autorização do Órgão Competente para transporte, armazenamento e uso dos explosivos deverá ser encaminhada à FISCALIZAÇÃO, antes do início das detonações.

5.6.2 Medição

A escavação será medida por metro cúbico (m³) do material detonado até as cotas e limites mostrados nos desenhos ou estabelecidos pela FISCALIZAÇÃO. Os levantamentos topográficos serão feitos antes do início e depois da escavação. A FISCALIZAÇÃO classificará os materiais encontrados, enquanto a escavação estiver sendo realizada, para cálculo das quantidades correspondentes a cada categoria de material.

5.6.3 Pagamento

O pagamento do item será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

5.6.4 Preço unitário

Deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários para realizar o serviço como especificado, incluindo carregamento, transporte, descarga e espalhamento dos materiais quando necessário.

5.6.5 Observação

Nenhuma medição ou pagamento será feito para qualquer escavação que a FISCALIZAÇÃO considere estar em excesso àquela requerida para o adequado desempenho da obra ou pela remoção do material que tenha caído dentro da área escavada.

Cabe à contratada o abafamento do material a ser detonado de modo a evitar acidente no ato do desmonte, e o mesmo não será efeito de medição, sendo os custos inclusos no preço unitário da contratada.

5.7 REGULARIZAÇÃO DO FUNDO DA VALA

Quando a escavação atingir a cota indicada no projeto, será feita a regularização e a limpeza do fundo da vala.

Quando o greide final de escavação estiver situado em terreno cuja capacidade de suporte não for suficiente para servir como fundação direta, a profundidade de escavação deverá ser aumentada o suficiente para comportar um colchão de material para suporte, a ser determinado de acordo com o tipo de solo. Havendo necessidade, ou por imposição do projeto, poderá ser usado lastro, laje ou berço. Em todos os casos, o greide final será o definido em projeto.

No caso do fundo da vala se apresentar em rocha ou material indeformável, será necessário aprofundar a vala e estabelecer o embasamento com material

desagregado, de boa qualidade, normalmente areia ou terra, em camada de espessura não inferior a 0,10 m.

O fundo da vala deverá ser perfeitamente regularizado e, quando necessário, a critério da FISCALIZAÇÃO, apiloado.

Para os terrenos onde, eventualmente, houver tubulações colocadas sobre aterro, deverá ser atingida no embasamento uma compactação mínima de 97% (noventa e sete por cento) em relação ao Proctor Normal com uma tolerância de -2% a +3%.

Qualquer excesso de escavação, ou depressão, no fundo das valas deverá ser preenchido com areia, pó de pedra ou outro material de boa qualidade, a critério da FISCALIZAÇÃO.

5.7.1 Medição

A medição correspondente à área de fundo de vala será em m² de vala devidamente regularizada e aprovada pela Fiscalização.

5.7.2 Pagamento

O pagamento do item será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

5.7.3 Preço unitário

Deverá incluir os custos de mão-de-obra e utensílios.

5.8 REATERRO DE VALAS

O reaterro de valas será processado até o restabelecimento dos níveis anteriores das superfícies originais ou de forma designada pela FISCALIZAÇÃO, e deverá ser executado de modo a oferecer condições de segurança às estruturas e às tubulações e bom acabamento da superfície.

O reaterro de valas para assentamento das canalizações compreende um primeiro aterro e um aterro complementar.

O reaterro de valas será feito de acordo com as linhas, cotas e dimensões mostradas nos desenhos, como especificados neste item ou a critério da FISCALIZAÇÃO.

Antes de efetuar o reaterro da vala, os recessos escavados para as bolsas dos tubos deverão ser preenchidos com areia, que será apiloada manualmente, a fim de eliminar qualquer vazio existente.

O material de reaterro deverá ser proveniente da escavação necessária das valas, entretanto, quando não houver suficiente material apropriado proveniente dessas escavações, poderá ser utilizado material adicional obtido em áreas de empréstimo pré-determinadas. O material de reaterro deverá ser aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

No fundo das valas em que forem encontrados materiais das categorias 2ª e 3ª, deverá ser colocado um berço de material apropriado, sobre o qual será assentada a tubulação. O leito deverá ter espessura mínima de 10 cm. Se areia ou outro material similar for utilizado como berço da tubulação, esse material será compactado conforme especificado para a compactação dos materiais de reaterro.

O material de reaterro colocado até 25 cm acima da geratriz superior do tubo não deverá conter pedras, rochas ou torrões de diâmetro superior a 20 mm, salvo especificações específicas no projeto. O restante do material de reaterro deverá estar isento de pedras, rochas ou torrões com diâmetro superior a 7,5 cm. Todo o material do reaterro deverá estar isento de raízes ou de qualquer outra matéria orgânica.

Todo reaterro deverá ser compactado, exceto se for especificado diferentemente nos desenhos, ou determinado pela FISCALIZAÇÃO.

O material de reaterro deverá ser colocado em torno do tubo, de forma a manter as juntas expostas, até a pressurização da linha para os testes de estanqueidade.

Antes do teste, o reaterro deverá ser colocado até recobrir a tubulação, no mínimo a uma altura igual à metade do seu diâmetro externo e no máximo 25 cm acima da geratriz superior do tubo.

O reaterro das valas deverá ser colocado e compactado em camadas de igual nível em ambos os lados do tubo, de modo a evitar cargas desiguais ou deslocamento do tubo. O reaterro embaixo e em torno do tubo, e até 25 cm acima da sua linha geratriz superior, deverá ser compactado com ferramentas ou equipamentos manuais.

O material de reaterro deverá ser colocado cuidadosamente e bem apilado e compactado, a fim de encher todos os vazios sob a tubulação.

Deverão ser tomadas precauções para evitar que o equipamento de compactação bata na tubulação e danifique seu revestimento. Qualquer revestimento danificado deverá ser reparado pela CONSTRUTORA, às suas custas, e com a utilização de material apropriado.

O material de reaterro deverá ser umedecido, conforme necessário, de modo a se obter um teor de umidade ótimo para o esforço de compactação a ser aplicado. Ao final da compactação, será deixado o excesso de material, em forma de camalhão, sobre a superfície das valas, para compensar o efeito da acomodação natural do solo ou decorrente da ação do tráfego de veículos.

Após o enchimento e ensaio da linha, o reaterro deverá ser colocado e consolidado em camadas sucessivas que não excedam 15 cm de espessura após a compactação. O reaterro será colocado e compactado até os níveis indicados nos desenhos.

5.8.1 Medição

O lançamento e a compactação do aterro serão medidos em metro cúbico (m³) de material compactado, conforme os alinhamentos e cotas indicadas no projeto. O volume será calculado por diferença de volume entre o material escavado e volume ocupado pela tubulação, com o aval da FISCALIZAÇÃO.

5.8.2 Pagamento

O pagamento do item será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

5.8.3 Preço unitário

Deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamento e materiais necessários a execução dos serviços.

5.9 REMOÇÃO (TRANSPORTE) DE MATERIAL IMPRESTÁVEL / CARGA E DESCARGA

Toda vez que a CONSTRUTORA, no processo de escavação da vala, encontrar solo de 3ª categoria, ou mesmo de 1ª ou 2ª categorias, mas que possa ser agressivo à tubulação, o referido solo deverá ser substituído por outro tipo de solo, de 1ª categoria.

Neste caso haverá um excedente de material a ser removido. É necessário, pois, que a CONSTRUTORA efetue imediatamente sua remoção, uma vez que o excedente é prejudicial à estética, podendo dificultar o movimento de máquinas, veículos e operários e causar incômodos a terceiros.

A remoção pode ser efetuada manual ou mecanicamente, utilizando o caminhão caçamba basculante para transporte do material.

A distância do bota fora não será levada em consideração e seu destino final não poderá ser em área que comprometa os códigos de postura locais, nem tampouco crie incômodos à população.

A carga e descarga do material terão seu item independente do transporte.

5.9.1 Medição

A medição da carga e descarga e do transporte local com caminhão basculante do material imprestável serão medidos em metros cúbicos (m^3) nos seus respectivos itens, para os diversos tipos de materiais a serem carregados e transportados. Sempre que possível, a determinação do volume de material será efetuada no local de utilização do material para a construção de aterros, reaterros, filtros, revestimentos e enroscamentos. Quando for impossível ou impraticável efetuar a determinação do volume de material no local de utilização de material, a mesma será efetuada no local da escavação. Todo material em excesso ou impróprio para

uso nos serviços de terraplanagem, transportado para áreas de bota-fora, será medido no local de escavação. As medições mencionadas serão efetuadas utilizando-se o método das áreas extremas, entre estações situadas a intervalos de 20 metros, ou a outros intervalos determinados pela FISCALIZAÇÃO e/ou SUPERVISÃO.

A distância máxima de transporte para os serviços de terraplanagem é de 1 km (um quilômetro). A distância de transporte será medida ao longo do percurso mais curto possível, a ser seguido pelo equipamento transportador, entre os centros de gravidade do material escavado e do material colocado ou depositado, após o desconto do quilômetro inicial.

Todos os percursos deverão ser aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

5.9.2 Pagamento

O pagamento da carga e descarga e do transporte serão efetuados pelos preços unitários por metros cúbicos constantes da planilha de orçamento de obras.

O preço unitário do movimento extraordinário de transporte constante da planilha de orçamento de obras deverá incluir o custo de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços conforme especificado neste item.

5.9.3 Preço unitário

Deverá incluir os custos do equipamento transporte e operador (mão-de-obra).

5.9.4 Observação

Não serão pagos os materiais transportados e não liberados pela FISCALIZAÇÃO.

5.10 AREIA ADQUIRIDA

Os materiais arenosos serão adquiridos diretamente do fornecedor, com descarga no local das obras. Deverão estar isentos de impurezas, detritos, pedras e materiais orgânicos. Este item será pago nos itens de regularização de fundo de vala e reaterro com material de empréstimo.

5.10.1 Exploração de jazida de areia e de material para reaterro

5.10.1.1 Aquisição da Área

A aquisição da área da jazida será de responsabilidade do Construtor, seja através de desapropriação ou de acordo com o proprietário. A área deve estar livre e desimpedida para exploração pelo Construtor, em tempo hábil para não ocasionar atrasos no cronograma da obra.

5.10.1.2 Elaboração de Plano de Exploração

O Construtor deve apresentar à Fiscalização, com a devida antecedência, para análise e para ser submetido à aprovação, um plano de exploração da jazida, que contenha, mas não se limite a definir:

Os processos de desmatamento e de escavação do solo de capeamento e destinação dos materiais resultantes; preferencialmente, os materiais terrosos com matéria orgânica devem ser estocados para posterior aplicação na recuperação da área, quando do fim da exploração;

O projeto geométrico da exploração, delimitando a área, a sequência de avanço da escavação, os taludes provisórios e definitivos;

O projeto dos acessos, mostrando os trajetos, as distâncias e a sinalização a ser implantada;

O projeto de drenagem superficial, provisória e definitiva;

O processo de correção de umidade a ser utilizado, inclusive indicando o manancial de água;

Os processos de proteção de áreas expostas a chuvas, de modo a evitar encharcamento e carreamento de materiais;

O plano de recuperação da área degradada, incluindo revegetação, drenagem definitiva etc.

O plano de exploração deve estar de acordo com o prescrito nestas Especificações.

5.10.1.3 Licenças de Exploração

Caberá ao Construtor providenciar, com a devida antecedência, todos os documentos e licenças necessários para a exploração da jazida, incluindo, mas não se limitando a:

Autorização do IMA; caso seja necessário, deve apresentar e obter aprovação do “Plano de Recuperação de Área Degradada” - PRAD;

Licença do Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM;

Licença para extração mineral expedida pela Prefeitura do município onde se localiza a jazida;

Autorização do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA para supressão da vegetação.

5.10.1.4 Desmatamento e Expurgo do Solo com Matéria Orgânica

O desmatamento e o expurgo da camada superior de solo contendo raízes e matéria orgânica deve ser executado com antecedência em relação à escavação dos materiais a serem utilizados na obra, de modo a evitar contaminação dos mesmos.

Os procedimentos para a operação de desmatamento encontram-se descritos na Especificação ET02/03.

Os materiais resultantes dessas atividades devem ser carregados e transportados para bota-fora ou estocados para uso na recomposição da área, de comum acordo com a Fiscalização.

5.10.1.5 Escavações

As escavações de jazidas devem ser conduzidas pelo Construtor de acordo com o plano de exploração aprovado pela Fiscalização.

Serão obedecidos os taludes e as cotas previstas no plano. Será obrigatório o esgotamento quando as cavas acumularem água de chuva ou atingirem o lençol freático, impedindo ou prejudicando o andamento dos serviços. O esgotamento,

dependendo das condições locais e do volume a esgotar, poderá ser efetuado manual ou mecanicamente.

Devem ser evitadas depressões que possam vir a acumular águas da chuva, ou exposição de áreas que fiquem sujeitas a ressecamentos ou umedecimentos exagerados.

Nenhum material de empréstimo poderá ser retirado sem que esteja dentro dos limites de tolerância da umidade. Se tal fato ocorrer deve-se providenciar a secagem ou umedecimento do material, devendo estes processos serem aprovados pela Fiscalização. As jazidas deverão ser protegidas contra entrada excessiva de água superficial.

O Construtor, nos casos cabíveis, deverá executar, rotineiramente, sondagens a trado nas áreas a explorar, para reconhecimento dos materiais e dos seus teores de umidade antes da escavação, de modo a poder providenciar com antecedência o seu umedecimento, caso necessário, com processos como “piscinas” ou outros julgados adequados.

Durante o processo de escavação devem ser retiradas as raízes e materiais estranhos porventura remanescentes.

Com intuito de reduzir ao mínimo o carreamento de sedimentos para as áreas circunvizinhas às jazidas, evitando assim, turbidez e assoreamento dos cursos d'água, deve ser implantado um sistema de drenagem, antes da operação das mesmas, que possibilite a retenção destes sedimentos dentro da área utilizada.

Todas as superfícies escavadas devem apresentar uma aparência satisfatória, com taludes regulares e drenagem adequada, a critério da Fiscalização.

5.10.1.6 Recomposição das Áreas Exploradas

Depois de terminado o trabalho e a menos que ordenado de outra forma, por escrito, pela Fiscalização, as áreas de jazidas deverão ser recompostas, de acordo com o “Plano de Recuperação de Áreas Degradadas” (PRAD).

No mínimo, as áreas deverão ser regularizadas de maneira a seguir a aparência natural da paisagem, de acordo com o disposto em projeto e/ou no plano de

exploração. As áreas onde haja ocorrido destruição, mutilação, danos ou desfigurações, resultantes das ações do Construtor, devem ser reintegradas à paisagem local, sendo reparados, replantados e semeados, ou, por qualquer outra forma, corrigida.

Deverão ser executados os serviços finais e permanentes de tratamento superficial com plantio de vegetação rasteira e outras de porte e espécies variados, seguindo a tipificação local, a serem fornecidos pelo Construtor.

Deverão ser seguidas curvas de nível para o plantio de vegetação de porte e para valetamento de controle de erosão.

A vegetação plantada, em função do tipo e da época do plantio, deve ser mantida viva com molhagem periódica, pelo tempo necessário para que seja assegurada sua sobrevivência, mesmo que já estejam concluídas as obras.

5.10.1.7 Controle

A verificação da qualidade dos materiais explorados deverá ser confrontada com as especificadas em projeto, para aceitação, cabendo à Fiscalização o controle e aceitação, não se eximindo o Construtor da responsabilidade pela exploração inadequada dos materiais.

Deverão ser desenvolvidos os seguintes controles:

Controle geométrico;

Avaliação tátil visual, considerando as características dos materiais, o teor de umidade e a existência de seixos, de blocos de rocha, de matéria orgânica, de raízes ou de materiais estranhos;

Controle tecnológico, com a realização de ensaios de caracterização e de determinação do teor de umidade.

A frequência dos controles e os locais de coletas de amostras para ensaios serão definidos considerando:

As condições específicas da obra, inclusive a sua importância e onde será aplicado o material;

A existência de dúvidas quanto às características dos materiais;

A variação da natureza dos materiais;

A necessidade de correção do teor de umidade dos materiais na jazida.

5.10.2 Medição

Por metro cúbico (m^3) do material colocado e adensado na obra, até as cotas e limites mostrados nos desenhos ou indicados pela FISCALIZAÇÃO.

5.10.3 Pagamento

De acordo com os preços unitários do metro cúbico (m^3) do material indicado na planilha de preços.

5.10.4 Preço unitário

Deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais.

5.11 ESPALHAMENTO DE MATERIAL EM BOTA FORA

Para o espalhamento de materiais em bota-fora deverão ser observados os seguintes pontos:

Redistribuição do material rejeitado de modo a não introduzir formas singulares à paisagem dominante;

Prever o tratamento da recuperação no término das obras prevendo, se necessário, o cobrimento final com solos apropriados para permitir a revegetação da área com espécies nativas da região;

5.11.1 Medição

Será feita a medição mensal do volume de espalhamento de materiais em bota-fora efetivamente executados, com a aprovação da FISCALIZAÇÃO. Os volumes referidos neste item serão medidos em metro cúbico inteiro mais próximo de material lançado, independentemente de sua localização, forma ou dimensão. Para tanto a FISCALIZAÇÃO realizará levantamentos topográficos da linha inicial de lançamento e notificará ao CONSTRUTOR para que acompanhe a realização deste

levantamento. Caso não venha a acompanhar a realização deste levantamento estará, tacitamente, concordando com os resultados obtidos.

5.11.2 Pagamento

Os serviços, tal como indicados nas Especificações Técnicas serão remunerados pelos Preços Unitários do Espalhamento de Material em Bota-fora, da Planilha de Serviços e Preços, com base em medições mensais, que deverão incluir a compensação integral pelos serviços de lançamento, espalhamento, retaludamentos, drenagem de qualquer natureza e tudo aquilo que for necessário para a execução dos serviços de acordo com as Especificações Técnicas.

5.11.3 Preço Unitário

Deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamento e materiais necessários a execução dos serviços.

6 ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXÕES

5.1 GENERALIDADES

Em todas as fases de transporte, inclusive manuseio e empilhamento, devem ser tomadas medidas especiais para evitar choques que afetem a integridade dos materiais.

Os tubos no transporte para vala, não devem ser rolados sobre obstáculos que produzem choques, em tais casos, serão empregados vigas de madeira ou roletes para o rolamento dos tubos.

Os tubos serão alinhados ao longo da vala, do lado oposto a da terra retirada da escavação.

6.1 MANUSEIO MANUAL

O tubo poderá ser rolado sobre prancha de madeira para a beira da vala, para deslocá-los no canteiro de obras ou, melhor ainda, usar uma empilhadeira adequada.

Para tubos plásticos a manipulação manual só é recomendável para diâmetros até 400 mm. No caso de tubos metálicos as operações de carga, descarga e colocação na vala deverão ser efetuadas com equipamentos mecânicos apropriados, para todos os diâmetros.

Não será permitido o deslizamento e nem o uso de alavancas, correntes ou cordas, sem a devida proteção dos tubos nos pontos de apoio com material não abrasivo e macio.

6.2 MANUSEIO MECÂNICO

Preferencialmente os tubos deverão ser manipulados com equipamentos apropriados, dotados de capacidade e de comprimento de lança compatíveis com a carga dos tubos e o tipo de serviço. Esta operação poderá ser executada por caminhão com guindaste, retroescavadeira, empilhadeira ou talha.

6.3 EXAME E LIMPEZA DA TUBULAÇÃO

Antes da descida da tubulação na vala, o tubo e as conexões deverão ser examinados para verificar a existência de algum defeito, e deverão ser limpos de areia, pedras, detritos e outros materiais. Qualquer defeito encontrado deverá ser assinalado à tinta com marcação bem visível do ponto defeituoso, e a peça defeituosa só poderá ser aproveitada se for possível o seu reparo no local. Sempre que se interromper os serviços de assentamento, as extremidades do trecho já montado deverão ser fechadas com um tampão provisório para evitar a entrada de corpos estranhos, ou pequenos animais.

6.4 ALINHAMENTO E AJUSTAMENTO DA TUBULAÇÃO

A descida do tubo na vala será feita lentamente para facilitar o alinhamento dos tubos através de um eixo comum, segundo o greide da tubulação, através de procedimentos compatíveis com o peso e a natureza do material.

Na obra deverá ser adotado um gabarito de madeira para verificação de perfeita centragem entre dois tubos adjacentes.

Nos trabalhos de alinhamento e ajustamento de tubulação serão admitidas bases provisórias em madeira para calçar a tubulação, ou a sua elevação através de macacos, de pórticos, ou de equipamentos com talhas, até a deflexão admissível aconselhada pelo fabricante dos tubos e pela da ABNT.

Uma vez alinhados e ajustados dois tubos adjacentes no interior da vala, eles deverão ser calçados com um primeiro apiloamento de terra selecionada isenta de pedras soltas ou de outros corpos.

Na confecção das juntas deverão ser obedecidas as prescrições do fabricante das tubulações, uma vez que elas deverão ficar completamente estanques às pressões internas e externas.

Deve-se forrar com 15 cm de areia toda a vala onde a escavação apresentou rocha, e em seguida iniciar o assentamento, devendo prosseguir o reaterro com material selecionado até a pavimentação.

6.4.1 Medição

A montagem de tubos, conexões, válvulas, e aparelhos serão medidos em unidades especificadas em planilhas; funcionando, já testados e aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

6.4.2 Pagamento

O pagamento do item será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

6.4.3 Preço unitário

Montagem: Deverão estar incluídos os custos de armazenamento, carga, transporte, descarga e assentamento.

6.5 ASSENTAMENTO TUBO PVC COM JUNTA ELASTICA

O assentamento das conexões deverá seguir paralelamente ao assentamento dos tubos de jusante para montante, com acompanhamento rigoroso das coordenadas de implantação.

A necessidade de escoramento e rebaixamento de lençol freático para assentamento da tubulação e conexões deverá ser criteriosamente avaliada de comum acordo com a fiscalização, observando-se as normas de segurança no trabalho existentes, para que o processo de assentamento se efetue sem a interferência de elementos ou fatores nocivos à boa execução dos serviços, como desmoronamento de solos ou alagamento de valas.

6.5.1.1 Medição

O assentamento de conexões e peças de PVC se constituirá em objeto de medição por unidade assentada, de acordo com as unidades constantes em planilha orçamentaria.

6.5.1.2 Pagamento

O pagamento pelos serviços de assentamento de conexões e peças de PVC será efetuada por preço unitário contratual e conforme medição aprovada pela fiscalização.

7 TESTE DE TUBULAÇÃO

7.1 TESTE HIDROSTÁTICO EM REDE DE ÁGUA/ADUTORA

7.1.1 Ensaio de pressão

Antes do completo recobrimento da tubulação, cumpre verificar se não houve falhas na montagem de juntas, conexões, etc., ou se não foram instalados tubos avariados no transporte, manejo, etc. Para isso, recobrem-se as partes centrais dos tubos, deixando as juntas e ligações descobertas, e procedem-se os ensaios da linha. Estes serão realizados sobre trechos de 500 m de comprimento.

O teste terá pressão de ensaio de 50 % acima da pressão normal, ou seja, 1,5 a pressão de trabalho. Não será testado trecho com pressão de teste inferior a 5 kg/cm², devendo este trecho ficar pelo menos submetido à 1 hora com o citado valor para verificação de permanência tolerável da pressão estipulada. O teste é feito através de bomba ligada à canalização, enchendo antes com água, lentamente, colocando-se ventosa para expelir o ar existente no seio do líquido e na tubulação. Os órgãos acessórios devem ser inspecionados e qualquer defeito deverá ser reparado. Todos os materiais e equipamentos (ex.: transporte de água, tamponamento etc.) serão de exclusiva responsabilidade da Construtora, sem nenhum ônus para a CONTRATANTE.

7.1.2 Ensaio de vazamento

Feito após a conclusão satisfatória do ensaio de pressão.

O vazamento é a quantidade de água a ser suprida a uma linha nova ou qualquer trecho entre registros, necessária para manter uma especificada pressão de ensaio, após a tubulação ter sido cheia com água e o ar expelido. O valor da pressão de ensaio é referido ao ponto de cota baixa, corrigido para cota do manômetro; a pressão de ensaio é usualmente estabelecida como a máxima pressão para a localidade.

Nenhuma tubulação será aceita até o vazamento ser inferior a seguinte vazão, expressa em litros/hora:

$$L = N \times D \times P / 3292$$

Sendo:

L= Vazamento em litros/hora;

N= nº de juntas na tubulação ensaiada;

D= diâmetro nominal da canalização, em milímetros;

P= Pressão média de ensaio, em kg/cm².

7.1.3 Medição

Os testes das tubulações assentadas serão medidos em unidades especificadas em planilhas, após aprovação pela FISCALIZAÇÃO.

7.1.4 Pagamento

O pagamento do item será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

7.1.5 Preço unitário

Deverá incluir todos os custos com mão-de-obra, equipamentos e materiais, inclusive os gastos com energia e transporte de equipamentos.

8 SERVIÇOS DIVERSOS

8.1 ENERGIA ELÉTRICA

8.1.1 Serviços

A CONSTRUTORA tomará todas as providências indispensáveis para o fornecimento da energia elétrica que a obra requer, incluindo linhas de transmissão, circuitos de distribuição, transformadores e outros equipamentos necessários ao suprimento de energia ao local ou locais de uso da CONSTRUTORA.

No término do contrato, a CONSTRUTORA deverá desmontar e remover as linhas de distribuição que abasteciam os canteiros de obras e de serviços, dela própria e ou das subcontratadas e que não façam parte das instalações permanentes do sistema de energia elétrica.

Não será efetuado qualquer pagamento relativo ao fornecimento de energia elétrica para fins de construção das obras, ficando estes custos a expensas da CONSTRUTORA, inclusive o fornecimento de energia elétrica para os testes dos equipamentos da obra é de responsabilidade da CONSTRUTORA e sem ônus para a Contratante.

8.1.2 Água para construção

8.1.2.1 Serviços

A CONSTRUTORA deverá fornecer a água necessária para a execução das obras. Deverá tomar todas as providências para o fornecimento de água e prover todos os meios para sua distribuição aos locais de uso.

A água para utilização em concreto e em solo melhorado com cimento deverá atender às especificações desejadas.

Não será efetuado qualquer pagamento relativo ao fornecimento de água e à provisão das instalações necessárias para sua distribuição aos locais de uso.

8.2 SERVIÇO DE CONSTRUÇÃO CIVIL EM GERAL

8.2.1 Locação da obra com gabarito de madeira

Este serviço consiste em efetuar o traçado em madeira de modo a determinar a posição da obra no terreno e a locação dos pontos principais de construção tais como: eixos dos pilares, eixo das fundações em alvenaria de pedra. Esta locação planimétrica se fará com auxílio de planta de situação.

A madeira se constituirá de tábuas de 3ª de 1"x 15 cm, de pinho, virola ou outra madeira aceita pela FISCALIZAÇÃO. As tábuas serão niveladas e fixadas em pontaletes, ou barrotes de pinho "2 x 2", cravados em intervalos de 2 metros a fim de evitar a deformação do quadro. As estacas de apoio de madeira devem ser fixadas em solo firme, e se necessário receber concretagem em sua base para melhor rigidez. Devem também receber fixação auxiliar de 2 pernas abertas a 45º a fim de evitar o deslocamento da estaca e consequentemente dos eixos definidos.

O quadro deve estar fixo e firme e não deve ser permitido que pessoas se encostem ao quadro de madeira como apoio do corpo, pois isto pode promover o deslocamento dos pontos dos eixos já determinados.

As madeiras devem ser emendadas de topo, com baguete lateral de fixação, e deve-se manter o mesmo alinhamento retilíneo em suas arestas superiores.

Depois de procedidas as medidas desejadas, efetuam-se os cruzamentos dos pontos para se determinar os eixos. Serão fixados pregos no topo das tábuas e deve-se manter viva, em tinta vermelha, a referência de nível (RN) dos pontos notáveis pertencentes ao alinhamento a que se referem e que são necessárias à correta locações e início das obras.

8.2.1.1 Medição

Será em metro quadrado (m²) pela área do polígono adotado, com os lados afastados de no máximo quatro (4) metros do alinhamento externo da escavação, ou definido pela FISCALIZAÇÃO.

8.2.1.2 Pagamento

O pagamento do item será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

8.2.1.3 Preço unitário

Deverá incluir os custos da mão-de-obra, equipamento e materiais necessários a realização do serviço.

8.2.2 Locação da obra como auxílio topográfico

Esta locação planimétrica e altimétrica será procedida com auxílio dos instrumentos, estação total, e possibilitará o início das obras.

A CONSTRUTORA deverá proceder à aferição das dimensões, dos ângulos e de quaisquer outras indicações constantes no projeto, com as reais condições encontradas no local.

Havendo a discrepância entre os pontos encontrados no local e os indicados no projeto, deve ser imediatamente, comunicado à FISCALIZAÇÃO para deliberação a respeito. Deverão ser mantidas em perfeitas condições toda e qualquer referência de nível (RN) e de alinhamento, o que permitirá reconstituir ou aferir a locação em qualquer tempo e oportunidade.

Só haverá início de escavação quando os gabaritos estiverem verificados. O RN para efeito de determinação das cotas será definido pelo transporte feito por nivelamento geométrico e contranivelamento de qualquer RN do IBGE mais próximo.

8.2.2.1 Medição

Será medida em metro linear (m) para valas e em metro quadrado (m²) para obras localizada tais como reservatórias estações de bombeamento, etc.

8.2.2.2 Pagamento

O pagamento do item será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

8.2.2.3 Preço unitário

Deverá incluir os custos da mão-de-obra, equipamento e materiais necessários a realização do serviço.

8.2.3 Escavação manual em solo de qualquer natureza, exceto rocha

Este tipo de escavação é destinado à execução de serviços para construção de unidades do sistema tais como: reservatório, escritório, casa de química, ETA etc. Somente para serviços de adutora e rede de distribuição d'água se faz distinção de solo.

As escavações serão feitas de forma a não permitir o desmoronamento. As cavas deverão possuir dimensões condizentes com o espaço mínimo necessário à execução da obra.

O material escavado será depositado a uma distância das cavas que não permita o seu retorno por escorregamento ou enxurrada.

Para manter os cortes aprumados, as paredes das cavas serão executadas em forma de taludes, devendo-se fazer escoramentos onde isto não for possível devido à coesão insuficiente do solo local.

As escavações podem ser efetuadas por processo manual ou mecânico de acordo com a conveniência do serviço. Não será considerada a profundidade das cavas, para efeito de classificação e remuneração.

8.2.3.1 Medição

Será medida por metro cúbico (m³) de material escavado até as cotas e limites mostrados nos desenhos. Os levantamentos topográficos serão feitos no início e depois da compactação.

8.2.3.2 Pagamento

O pagamento do item será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

8.2.3.3 Preço unitário

Deverá incluir os custos de mão-de-obra, materiais e utensílios.

8.2.4 Reaterro para estruturas

O reaterro para estruturas será feito de acordo com as linhas, cotas e dimensões mostradas nos desenhos, como especificado neste item ou a critério da FISCALIZAÇÃO.

O material para reaterro deverá ser proveniente da escavação necessária para a estrutura. Entretanto, quando não houver suficiente material apropriado proveniente dessas escavações, poderá ser utilizado material adicional obtido em áreas de empréstimo pré-determinadas. O material para reaterro deverá ser aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

O material para reaterro deverá se encontrar livre de raízes, matéria orgânica e pedras ou torrões que excedam 7,5 cm de diâmetro.

O reaterro deverá ser compactado, exceto quando o projeto especificar de outra forma ou a critério da FISCALIZAÇÃO. A compactação deverá ser executada com equipamento mecânico adequado, mas a compactação manual será permitida sempre que o acesso do equipamento mecânico à área ou ao longo da faixa de compactação for impraticável. O material de aterro deverá ser colocado e compactado de maneira uniforme em torno da estrutura, de modo a evitar cargas desiguais.

O reaterro das estruturas deverá ser executado em camadas horizontais sucessivas, que não deverão exceder 10 cm após a compactação.

Os lastros para estrutura ou fundações serão executados em concreto magro, consumo mínimo de cimento de 220 kg/m³. A espessura mínima da camada será de 5 cm. O lançamento do concreto será acompanhado do respectivo apiloamento, com uso de soquete.

A critério da FISCALIZAÇÃO, se podem ter lastros de brita ou cascalho, em terrenos devidamente regularizados e apiloados. Após o espalhamento do material, este será compactado com soquete ou equipamento mecânico. A espessura de colocação pode ser variável, mas o padrão médio adotado será de 10 cm.

O espalhamento deve ser uniforme, a fim de evitar diferença de altura no material colocado. Para tanto é necessário o nivelamento da base, para permitir homogeneidade na distribuição do lastro.

8.2.4.1 Medição

O reaterro para estruturas será medido em metros cúbicos de material colocado, considerado o volume medido nas escavações de acordo com as linhas, cotas e dimensões mostradas nos desenhos. O volume da estrutura será descontado.

8.2.4.2 Pagamento

O pagamento do item será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

8.2.4.3 Preço unitário

Os preços unitários dos reaterros para estruturas deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços, conforme especificado neste item, incluindo o fornecimento de água e o umedecimento e a compactação dos materiais.

8.2.5 Obras de alvenaria

8.2.5.1 Alvenaria de tijolo

Os tijolos serão à base cerâmica, com 6 ou 8 furos, e tijolos brancos maciços à base de diatomita, dimensões básicas: 22 x 12 x 6 cm.

Todas as paredes de alvenaria ou de painéis, autoportantes, de vedação ou divisórias, removíveis ou não, serão executadas com as dimensões determinadas em projeto.

As paredes de alvenaria em contato direto com o solo terão as duas primeiras fiadas assentes com argamassa de cimento e areia, traço 1:3, com adição de impermeabilizante.

As alvenarias de tijolos comuns serão executadas com tijolos furados, ou maciços, ou com lajotas celulares de barro cozido, conforme especificado, e obedecerão às dimensões e aos alinhamentos determinados no projeto.

As espessuras indicadas referem-se às paredes depois de revestidas. Admite-se, no máximo, uma variação de 2 cm com relação à espessura projetada.

Se as dimensões dos tijolos a empregar obrigarem a pequena alteração dessas espessuras, serão feitas as necessárias modificações nas plantas, depois de consultada a FISCALIZAÇÃO.

Os tijolos serão abundantemente molhados antes de sua colocação.

Para assentamento de tijolos furados, ou maciços ou de lajotas será utilizada argamassa pré-fabricada à base de cimento Portland, minerais pulverizados, cal hidratada, areia de quartzo e aditivos.

As fiadas serão assentadas perfeitamente em nível, alinhadas e aprumadas. As juntas terão a espessura máxima de 15 mm, e serão alargadas ou rebaixadas, à ponta de colher, para que o emboço adira fortemente.

É vedada a colocação de tijolos com furos no sentido da espessura das paredes.

Para fixação de esquadrias e rodapés de madeira serão empregados tacos ou tufos também de madeira de lei, embutidos na espessura da alvenaria.

Os tufos, antes de colocados, serão imersos em creosoto quente ou asfalto e areia. O creosoto deve estar à temperatura de 95° C, e o tempo de imersão será cerca de 90 minutos.

Tanto para as guarnições das esquadrias como para os rodapés, o espaçamento dos tufos será de 80 cm, no máximo.

Todas as saliências superiores a 40 mm serão reconstituídas com a própria alvenaria.

Para a perfeita aderência das alvenarias de tijolos às superfícies de concreto a que se devem justapor, serão chapiscadas todas as partes destinadas a ficar em contato com aquelas, inclusive a face inferior de vigas. Além do chapisco especificado no item precedente, o vínculo entre a alvenaria e o pilar de concreto armado será garantido, também, com esperas de ferro redondo colocadas antes da concretagem.

Os vãos das portas e janelas deverão ser de vigas de concreto armado, conforme especificado.

As paredes de vedação, sem função estrutural, serão calçadas nas vigas e lajes do teto com tijolos dispostos obliquamente. Este respaldo só poderá ser executado depois de decorridos oito dias da conclusão de cada pano de parede.

Todos os parapeitos, guarda-corpos, platibandas e paredes baixas de alvenaria de tijolos, não calçados na parte superior, levarão a guisa de respaldo, percintas de concreto armado, conforme especificado.

As alvenarias destinadas a receber chumbadores de serralharia serão executadas, obrigatoriamente, com tijolos maciços.

No caso de tijolo aparente, a sua execução se processará como já enunciado acima, podendo ser usada a argamassa 1:2:5 (cimento, cal, areia) devendo as fiadas serem perfeitamente a nível, alinhadas e aprumadas.

Devido à pequena diferença nas dimensões dos tijolos, a parede é aprumada em uma das faces, ficando a outra face com as irregularidades próprias do tijolo, operação denominada "facear". Em se tratando de paredes perimetrais, faceia-se sempre pelo lado externo. As juntas deverão ter espessura uniforme de 7mm. Antes da pega da argamassa, serão as juntas cavadas à ponta da colher, ou com ferro especial, na profundidade suficiente a facear, para que depois do rejuntamento fiquem expostas e vivas as arestas das peças.

A limpeza do excesso de argamassa pode ser feita com pano ou esponja ligeiramente umedecida, com solução de ácido muriático.

8.2.5.2 Alvenaria de Pedra com Argamassa no Traço 1:5.

Para efeito desta especificação, entende-se como alvenaria de pedra argamassada o conjunto de pedras uniformes ligados entre si por argamassa de cimento e areia com controle do traço.

As pedras terão características de rochas eruptivas graníticas e com resistência à compressão igual ou superior a 500 kgf/cm². Devem ser tenazes, duráveis, limpas e isentas de fendas ou outras imperfeições.

As dimensões máximas são de 0,40 x 0,25 x 0,15 e a forma paralelepípedica são fundamentais para este serviço. A quantidade de argamassa de ligação não será superior a 30% de seu volume. As pedras serão assentadas em camadas com aproximadamente a mesma altura, fiadas horizontais e juntas verticais desencontradas.

O controle no traço da argamassa é fundamental dada à importância e responsabilidade da obra, devendo ser evitado excesso de argamassa de ligação entre as pedras.

8.2.5.3 Medição

Será medido em metro quadrado (m²) de alvenaria de tijolo furado e maciço efetivamente executado e aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

8.2.5.4 Pagamento

O pagamento do item será realizado, observando o efetivamente executado de cada item pela contratada, obedecendo aos limites constantes na planilha orçamentária da licitante vencedora.

8.2.5.5 Preço unitário

Deverá incluir os custos de mão-de-obra, materiais, equipamentos e madeiramento, quando necessários, para realização do serviço.

8.2.6 Revestimento em concreto e alvenaria

Os revestimentos deverão ser executados de acordo com os tipos e nos locais indicados pelos projetos.

8.2.6.1 De argamassa

Condições Gerais:

Deverão ser observadas as normas da ABNT pertinentes ao assunto, em particular a NB-231 (NBR 72000), além do que vai a seguir especificado.

Os revestimentos apresentarão paramentos perfeitamente desempenados, aprumados, nivelados e arestas bem vivas, não sendo tolerada qualquer ondulação.

A superfície de base, para as diversas argamassas, deverá ser bastante regular para que a mesma possa ser aplicada em espessura uniforme.

A superfície a revestir deverá ser limpa, livre de pó, graxas, óleos ou resíduos orgânicos.

Os revestimentos de argamassa (salvo indicação em contrário) serão constituídos, no mínimo, por duas camadas superpostas, contínuas e uniformes: o emboço, aplicado sobre a superfície a revestir e o reboco, aplicado sobre o emboço.

A superfície para aplicação da argamassa deverá ser áspera.

À guisa de pré-tratamento e com o objetivo de melhorar a aderência do emboço, será aplicada sobre a superfície a revestir uma camada irregular de argamassa forte: o chapisco.

As superfícies de paredes e tetos serão limpas a vassoura e abundantemente molhadas antes do início dos revestimentos.

O revestimento só poderá ser aplicado, depois de decorridas 24 horas, no mínimo, da aplicação do chapisco.

As superfícies impróprias para base de revestimento (por exemplo, partes em madeira ou em ferro), deverão ser cobertas com um suporte de revestimento (tela de arame, etc.).

Para garantir a estabilidade do paramento, a argamassa do emboço terá maior resistência que a do reboco. Esta diminuição da resistência não deve ser interrompida, como seria o caso, por exemplo, de duas camadas mais resistentes estarem separadas por uma menos resistente ou vice-versa.

As argamassas para as camadas individuais de revestimento deverão ter espessuras uniformes e serem cuidadosamente espalhadas.

Os revestimentos com argamassa de cal e/ou cimento deverão ser conservados úmidos até a completa pega das argamassas, visto que a secagem rápida prejudicará a cura.

A mescla das argamassas será isenta de pedriscos e materiais estranhos. Os emboços e rebocos internos e externos de paredes de alvenaria, ao nível do solo, serão executados com argamassa no traço 1:3 de cimento e areia com adição de aditivo impermeabilizante adequado, até a altura e demais recomendações constantes nos desenhos.

Toda superfície de concreto a revestir com emboço ou reboco será chapiscada com argamassa no traço 1:3 de cimento e areia.

8.2.6.2 Chapisco Comum

O chapisco só deverá ser aplicado após a completa pega de argamassa das alvenarias e do embutimento das canalizações de água, esgoto, eletricidade e telefone.

Todas as superfícies a revestir deverão ser previamente chapiscadas com argamassa de cimento e areia ao traço 1:5 em volume.

As paredes voltadas ao vento dominante deverão ser chapiscadas externamente com argamassa de cimento e areia do traço 1:2 em volume.

O chapisco será aplicado com a colher de pedreiro, jogando-se a argamassa contra a superfície com força suficiente para se conseguir uma boa aderência, e de modo a recobrir toda a superfície a ser revestida.

O custo do chapisco de aderência ou impermeabilização deverá ser computado no preço do revestimento aplicado à superfície chapiscada.

Deverão ser observadas as normas da ABNT pertinentes ao assunto, em particular a NB-231, além do abaixo especificado.

Os revestimentos apresentarão paramentos perfeitamente desempenados e aprumados.

A superfície da base para as diversas argamassas deverá ser bastante regular para que possa ser aplicada em espessura uniforme.

A superfície a ser revestida deverá ser limpa, livre de pó, de graxa, de óleo e de resíduo orgânico, devendo ser limpas à vassoura e abundantemente molhadas antes da aplicação do chapisco.

A superfície para aplicação da argamassa deverá ser áspera.

Antes da aplicação do chapisco deverão as superfícies a revestir serem molhadas, bem como instalados os marcos, aduelas e tubulações de embutir.

Deverão receber chapisco todas as superfícies de alvenaria ou concreto que serão revestidas com reboco, emboço, ou revestimentos cimentado, de acordo com a orientação da Fiscalização.

O chapisco comum será executado com argamassa no traço volumétrico 1:3 (cimento e areia), empregando-se areia grossa, de 3 até 5 mm de diâmetro, com predominância de grãos com diâmetro de 5 mm.

8.2.6.3 Medição

A medição será feita por m² (metro quadrado) de superfície efetivamente revestida e aceita pela Fiscalização.

8.2.6.4 Pagamento

O pagamento do item será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

8.2.6.5 Preço unitário

Deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais, inclusive andaimes, para a realização do serviço.

8.2.6.6 Emboço (massa única)

Será efetuado revestimento em massa única nas partes indicadas pelo Projeto Arquitetônico.

O revestimento deverá obedecer às determinações da Norma P-NB da ABNT.

O revestimento só deverá ser aplicado após a pega e o endurecimento do chapisco de aderência, e sua espessura deverá ser de 2cm.

A massa a ser utilizada no revestimento será de cimento, areia e saibro ao traço de 1:6 em volume, sendo uma parte de cimento e seis de areia-saibro. A proporção areia-saibro será determinada pela Fiscalização, consoante a retração, aderência e acabamento obtidos através de amostras preparadas com dosagens diversas.

A massa deverá ser preparada consoante o determinado no capítulo ARGAMASSAS destas Especificações.

A critério da Fiscalização poderá ser utilizada massa industrialmente preparada.

A regularização da superfície deverá ser feita a régua de alumínio e o acabamento com desempoladeira de borracha.

Deverão ser feitas arestas arredondadas até uma altura de 1,50m do piso, ficando o restante em quina viva. Quando da confecção das arestas arredondadas deverá ser polvilhado cimento, com vista a aumentar a resistência das mesmas.

As superfícies revestidas dadas como acabadas, deverão apresentar parâmetros perfeitamente planos, aprumados, lisos, alinhados, nivelados, desempenados, reproduzindo as formas determinadas no Projeto, arestas e cantos perfeitamente alinhados e em concordância perfeitas, isentos de rachaduras, falhas, depressões e quaisquer outros defeitos ou deformações.

O reboco será a camada de revestimento, com espessura mínima de 25 mm, aplicada sobre o chapisco, nivelada e acabada, pronta para receber pintura.

A superfície do emboço, antes da aplicação do reboco, será abundantemente molhada.

O reboco constituir-se-á de uma argamassa no traço volumétrico 1:2:3 (cimento, areia e saibro macio). Na falta do saibro, esta argamassa será substituída pela argamassa no traço 1:3 (cimento e areia). Esta camada de 5 mm de argamassa deverá promover a adesão de azulejos ou ladrilhos à alvenaria reemboçada.

Os rebocos externos não poderão ser executados quando a superfície estiver sujeita a umidade provocada por chuvas, antes que se providencie adequada proteção.

Na eventualidade da ocorrência de temperaturas elevadas, os rebocos externos, executados em uma jornada de trabalho terão as suas superfícies molhadas ao término dos trabalhos.

8.2.6.7 Medição

A medição será feita por m² (metro quadrado) de superfície efetivamente revestida e aceita pela Fiscalização.

8.2.6.8 Pagamento

O pagamento do item será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

8.2.6.9 Preço unitário

Deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais inclusive andaimes, para a realização do serviço.

8.2.7 Impermeabilização de superfície em contato com água e outros

Estas especificações vão abranger serviços de impermeabilização:

De superfície em contato com água, com emprego de aditivos comuns;

De superfície utilizando-se produtos plásticos e asfálticos;

De superfície utilizando-se de produtos especiais à base de epóxi; e,

De superfície utilizando-se de produtos especiais à base de poliuretano.

8.2.7.1 Aditivos Comuns

As superfícies de concreto a serem impermeabilizadas deverão ser cuidadosamente limpas, removendo-se os excessos de argamassa e outros materiais estranhos. Falhas e buracos serão corrigidos com argamassa de cimento e areia, sendo que os cantos serão arredondados, as superfícies lisas serão picoteadas e raspadas com escovas de aço.

As impermeabilizações deverão ser executadas em superfícies secas, preferencialmente, e no caso de lajes deverão ser executadas em dias de sol ou sob-baixo índice de umidade relativa do ar.

As superfícies serão então chapiscadas com argamassa de cimento e areia no traço 1:3. Após 48 horas da colocação do chapisco, inicia-se o reboco com o aditivo diluído na argamassa, com dosagem de acordo com o fabricante; o reboco terá espessura mínima de 2,5 cm e o acabamento será feito com desempenadeira metálica.

Após a pega do reboco será dada uma camada de nata de cimento diluído novamente com aditivo, de modo a se obter um material suficientemente plástico que, após acabamento a colher, se consolidará numa camada de revestimento de espessura de mais de 1 cm. Quando começar a pega, a superfície deve ser alisada com brocha molhada, para recobrir as pequenas trincas de retração da nata.

Nas superfícies assemelhadas a pisos haverá entranhagem com cimento em pó e acabamento a colher. Pode-se acrescentar em pisos, revestimento com pinturas de tintas betuminosas inertes, tipo Inertol ou Isofirm.

Este processo pode ser aplicado nas superfícies em contato direto com o solo ou água, tais como alvenaria de embasamento, vigas de baldrame, paredes de reservatórios, calhas de concreto e outros.

Nas lajes deverão ser tomados cuidados especiais nas concordâncias das superfícies de impermeabilização com bordas, ralos, grelhas e canalizações. Os encontros devem ser boleados ou arredondados.

8.2.7.2 Produtos Plásticos Asfálticos

Em caso de insucesso no processo anterior, pode-se aplicar como complemento, ou mesmo como único processo, produtos plásticos asfálticos.

Este processo consiste basicamente na colagem de membranas de feltro-asfáltico com asfalto oxidado, muito usado em marquises, lajes de cobertura e terraços. Como as membranas termoplásticas, que consiste na aplicação de várias demãos de emulsão termoplástica intercaladas com, pelo menos, uma tola de nylon ou poliéster.

As superfícies, antes da aplicação, devem estar devidamente regularizadas com caimentos definidos.

Regularizada a superfície, faz-se a impregnação com alfalto isento de óleo, misturado com solventes olifáticos e aguarrás mineral. A proporção será de 35% a 50% entre asfalto e solvente. O asfalto será do tipo ASDM-D-41/41. O consumo de asfalto é de 500/m² a 700/m².

Após a secagem da impregnação, será providenciada a colocação da membrana de feltro asfáltico. O feltro poderá ser do tipo 250/15, 330/20, 420/25, 50/30.

Com o objetivo de eliminar a formação de bolsas de ar e no sentido de obter-se colagem perfeita, o feltro será apertado e batido contra o asfalto.

Estes serviços devem ser realizados por firmas especializadas, ou sob a orientação técnica dos próprios fabricantes ou seus representantes.

8.2.7.3 Produtos com Epóxi

Este sistema consistirá na impermeabilização da superfície por aplicação de argamassa colmatada por hidrófugo de massa e recobrimento com resina epóxi sob capeamento.

As superfícies deverão ser lavadas e escovadas com escova de aço.

Todas as arestas e cantos internos vivos serão arredondados ou chanfrados, com argamassa de cimento e areia no traço 1:2.

A superfície será então chapiscada com aditivo promotor de adesão, e posteriormente, com o preparo de argamassa colmatada de cimento areia e hidrófugo, na proporção indicada pelo fabricante.

A espessura mínima de argamassa colmatada é 3 cm em 2 camadas de 1,5 cm.

A cura da argamassa colmatada será obtida pela manutenção de um estado de saturação na superfície, durante 72 horas.

Depois da cura aplicar-se-á novo chapisco e nova camada de argamassa sem hidrófugo com espessura de 2 cm.

Após a superfície estar absolutamente seca e isenta de manchas de óleo, graxas ou limo, aplicar-se-á a resina epóxi à base de alcatrão, que é apresentada sob a forma de 2 componentes A e B, os quais, depois de misturados energicamente, reagem entre si de maneira irreversível. Estes produtos depois de misturados devem ser aplicados imediatamente, pois o estado do novo componente tem duração de 10 minutos, quando se dará a secagem e então será impossível sua utilização.

A demão de imprimação Primer será constituída por epóxi, diluído na proporção de 1 volume para 2 volumes de solvente. Rendimento: 20 a 25 m² por galão de 3,6 L.

8.2.7.4 Poliuretano Isento de Asfalto

A impermeabilização objetiva garantir a estanqueidade dos reservatórios. Dado o contato com a água potável, o sistema utilizado deverá resistir ao envelhecimento, à hidrólise e aos componentes químicos utilizados no tratamento de água potável por, no mínimo, 5 (cinco) anos de estanqueidade total.

Além disso, o material utilizado não poderá liberar fenol ou quaisquer outros componentes que comprometam a potabilidade da água.

No mínimo deverão ser obedecidas às recomendações da NBR - 9574 - Execução de Impermeabilização - Procedimento.

Recomenda-se submeter os tanques a teste de carga antes do preparo das superfícies para que se definam as trincas ou fissurações decorrentes de movimentações estruturais.

Para a execução da impermeabilização deverá ser utilizado sistema impermeabilizante flexível à base de poliuretano isento de asfalto, com os requisitos mínimos a seguir discriminados:

Consumo mínimo de material na densidade indicada pelo fabricante, determinada através do ensaio ASTM D-792 a 25° C: 2,0 Kg/m²;

Resistência à tração (ASTM D-412) mínima: 4,0 MPa;

Alongamento na ruptura (ASTM D-412) mínima: 12,00 %;

Absorção de água (ASTM D-570) máxima: 1,00 %;

Flexibilidade a baixa temperatura (NBR - 9953/9956): à temperatura de 0° C: sem fissura/estanque, não devendo apresentar fissuras e permanecer estanque após o ensaio;

Resistência ao impacto (NBR - 9954/9956): deve permanecer estanque após o ensaio a uma temperatura de 0° C;

Puncionamento estático (NBR - 9955/9956): deve permanecer estanque após o ensaio;

Resistência ao intemperismo e a raios ultravioletas (ASTM - G26): tratando-se de reservatórios fechados (não exposto ao intemperismo e à ação de raios UV) é dispensável a resistência a estes fatores;

Escorrimento conforme DIN 5213 (80° C): não deve apresentar escorrimento;

Dureza Shore A (ASTM D-624 C) mínima: 70;

Resistência ao rasgo (ASTM D-624 C) mínima: 16 KN/m;

Resistência a altas temperaturas (NBR 9957) (6 semanas a 80° C): não apresentar nenhuma perda das propriedades mecânicas; e,

Aderência mínima ao substrato de concreto (ASTM D - 429 B) Pell a 90° C: 2,60 KN/m.

A base sobre a qual se aplicará a impermeabilização deverá estar regularizada, limpa, seca, sem saliências ou reentrâncias e com os cantos arredondados, não necessitando de qualquer camada amortecedora, devendo o impermeabilizante ser aplicado nas superfícies em toda sua extensão.

O sistema resultante deverá apresentar membrana monolítica na cor preta, sem necessidade de qualquer proteção mecânica.

Deverão ser eliminados e adotados os seguintes procedimentos na superfície a ser impermeabilizada:

Ninhos de concretagem:

Escareação para remoção de todo agregado não aderido;

Umedecer a área previamente, com água mais aditivo de pega (PVA ou acrílico), para aumentar a aderência na recomposição da mesma;

Estucar as áreas com massa de cimento e areia média peneirada, com traço em volume 1:3; e,

Hidratar a argamassa durante sua cura, para evitar as trincas de retração.

Fissuras visíveis a olho:

Escareação do substrato em formato de V, em toda a extensão da fissura, para posterior tratamento;

Limpeza do substrato, para retiradas de sobras de concreto, argamassa, areia, nata de cimento e qualquer outro material encontrado na área em questão;

Preenchimento das fissuras escareadas, com massa de cimento e areia aditivada com promotor de adesão;

Colocação de filme separador, fita crepe ou filme polietileno, sobre as fissuras para evitar aderência do impermeabilizante sobre a trinca;

Aplicação do impermeabilizante em uma demão, de largura igual a 3 vezes a do filme separador, aplicado com trincha em toda a extensão; e,

Aplicação de outra demão de produto em toda a extensão da fissura, transpassando a primeira 10 cm em cada lateral.

Após a conclusão da impermeabilização, aguardar 24 (vinte e quatro) horas e lavar as superfícies com sabão neutro e água corrente, esfregando-as levemente com vassouras de pelo. Feito isto, após 03 (três) dias de cura, encher o reservatório para teste hidrostático durante período mínimo de 72 (setenta e duas) horas, após este período descartar esta água não a utilizando para consumo.

8.2.7.5 Medição

Será efetuado em metro quadrado (m²) de área impermeabilizada conforme medidas indicadas nos desenhos ou pela FISCALIZAÇÃO.

8.2.7.6 Pagamento

O pagamento do item será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

8.2.7.7 Preço unitário

Deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários a execução do serviço.

8.2.8 Pintura em PVA

A pintura das diversas partes das edificações e dos equipamentos deverá ser executada conforme os tipos de tinta indicada no projeto. Onde as cores não estiverem definidas no projeto ficará a critério da FISCALIZAÇÃO a sua definição.

8.2.8.1 Aplicação de tinta látex sobre argamassa interna de paredes novas

Inicialmente, deverá ser aplicada uma demão de líquido selador ou fundo preparador de paredes, se a argamassa for fraca, pouco coesa, evitando, assim, seu futuro descascamento.

Para fino acabamento, deverá ser aplicada massa corrida, sempre em camadas finas. Quando seca, deverá ser lixada com lixa para massa nº 100 a 180.

O pó deverá ser removido.

Como medida de economia da tinta de acabamento, recomenda-se a aplicação de uma demão de líquido selado sobre a massa, para uniformizar a absorção.

Após a secagem do selador, será aplicada a tinta látex de acabamento, conforme recomendações de cada fabricante, constantes nos rótulos das latas.

A tinta deverá ser deixada para secar entre demãos.

8.2.8.2 Aplicação de tinta látex sobre argamassa externa de paredes novas

Se a argamassa se apresentar desagregando, inicialmente será aplicada uma demão de selador acrílico ou de fundo preparador de paredes diluído em aguarrás na proporção recomendada pelo fabricante.

Seca esta camada, será aplicada a tinta látex, deixando-se secar entre demãos.

Caso haja necessidade de um acabamento fino, deverá ser aplicada massa acrílica antes da aplicação da tinta.

Acabamentos texturizados serão obtidos com a aplicação de textura acrílica entre o selador acrílico ou o fundo preparador e a pintura.

8.2.8.3 Medição

Os serviços de pintura com PVA látex serão medidos pela área executada, em metros quadrados (m²), conforme dimensões do projeto.

8.2.8.4 Pagamento

O pagamento do item será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

Quando não especificado no título da composição de custo, os emassamentos serão medidos separadamente.

8.2.8.5 Preço unitário

Os serviços de lixamento e raspagem para preparação das superfícies, antes da aplicação da tinta, assim como o lixamento dos emassamentos, estão considerados nos preços unitários, não sendo objeto de medição em separado.

8.2.9 Revestimento cerâmico

Dez dias após curado o emboço, será iniciado o assentamento do revestimento.

O assentamento será procedido com emprego de argamassa de alta adesividade tipo CIMENTCOLA DA QUARTZOLIT, BINDA-CIMENTCOLA da SIKA ou similares, o que dispensa a operação de molhar as superfícies do emboço e do azulejo ou ladrilho.

Será adicionada água à argamassa de alta adesividade, conforme a especificação do fabricante, até obter-se consistência pastosa.

A argamassa, assim preparada, será deixada para “descansar” por um período de 15 (quinze) minutos, após o que será executado novo amassamento.

O emprego da argamassa deverá ocorrer, no máximo, até 2 horas após o seu preparo, sendo vedada nova adição de água ou de outros produtos. A argamassa será estendida com o lado liso de uma desempenadeira de aço, numa camada uniforme e 3,0 a 4,0 mm.

Com o lado dentado da desempenadeira, serão formados cordões que possibilitarão o nivelamento dos azulejos ou ladrilhos.

Com esses cordões ainda frescos, será efetuado o assentamento, batendo-se as peças uma a uma. A espessura final da camada entre o revestimento e o emboço, será de 1,0 a 2,0 mm.

Quando necessário, os cortes e os furos nas peças, para passagem de instalações, serão feitos com equipamento próprio para essa finalidade, não se admitindo o processo manual. As bordas de corte deverão ser esmerilhadas de forma a se apresentarem lisas e sem irregularidades.

8.2.9.1 Medição

Por metro quadrado (m^2) de revestimento executado e aceito pela Fiscalização.

8.2.9.2 Pagamento

O pagamento será efetuado por metro quadrado (m^2) contratual e conforme medição aprovada pela Fiscalização.

8.2.10 Cobertura em telha cerâmica

Instalar a cobertura e apoios fixando-os conforme indicado nos Desenhos de Projeto e instruções do fabricante.

Instalar a cobertura iniciando sua colocação a partir do ponto mais baixo em direção à cumeeira.

Seguir as indicações que constam nos Desenhos de Projeto.

Testar a estanqueidade de cobertura, corrigindo eventuais falhas.

Testar as instalações de captação e escoamento das águas pluviais antes de instalar a cobertura, nos casos de telhados envolvidos por platibandas.

8.2.10.1 Medição

Será feita a medição mensal das coberturas necessárias às obras e aceito pela Fiscalização. Os quantitativos referidos neste item serão medidos em metro quadrado (m^2).

8.2.10.2 Pagamento

O pagamento será efetuado por metro quadrado (m^2) contratual e conforme medição aprovada pela Fiscalização.

8.2.11 Trama de madeira

Consiste no fornecimento de material, mão de obra e equipamentos para execução de estruturas de coberta, utilizando a madeira como matéria prima.

A estrutura do madeiramento do telhado será executada de acordo com o projeto e totalmente em madeira de lei.

As partes essenciais das estruturas como as treliças, constarão sempre de peças escolhidas de uma mesma espécie vegetal.

As madeiras para coberturas deverão ter peso específico entre 700 kg/m³ e 1200 kg/m³.

Serão bem secas, seja por exposição demorada ao ar ou por processo acelerado, em estufa, isentas de carunchos e brocas, sem nós ou fendas, manchas de podridão, quinas mortas, rachaduras de qualquer natureza, fibras arrancadas ou partes de alburnes de cor contrastada que comprometam a sua resistência ou durabilidade.

8.2.11.1 Medição

Os serviços serão medidos pelas áreas de projeção horizontal (área delimitada pelas linhas da projeção do telhado), conforme dimensões do projeto. Os quantitativos referidos neste item serão medidos em metro quadrado (m²).

8.2.11.2 Pagamento

O pagamento será efetuado por metro quadrado (m²) contratual e conforme medição aprovada pela Fiscalização.

8.2.12 Aparelhos Sanitários

Compreende os aparelhos sanitários e seus respectivos pertences e acessórios, a serem instalados em observância às indicações do projeto aprovado e às recomendações do fabricante.

Antes de iniciar os serviços de instalação das louças, a CONTRATADA deverá submeter à aprovação da FISCALIZAÇÃO os materiais a serem utilizados. O encanador deverá proceder a locação das louças de acordo com os pontos de tomada de água e esgoto. Nessa atividade, deverá ser garantido que nenhuma tubulação se conecte à peça de maneira forçada, visando impedir futuros rompimentos e vazamentos.

Após a locação, deverá ser executada a fixação da peça. Todas as louças deverão ser fixadas, seja através de chumbação com argamassa 1:3, seja com a utilização de parafusos com buchas.

8.2.12.1 Medição

Os aparelhos sanitários serão medidos no local de aplicação, por peça montada, acabada, testada e aceita pela FISCALIZAÇÃO.

8.2.12.2 Pagamento

O pagamento do item será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

8.2.13 Porta de ferro

Consiste no fornecimento e instalação de portas fabricadas em ferro.

As portas em ferro serão inspecionadas, no recebimento, quanto à qualidade, à quantidade, ao tipo, ao acabamento superficial, às dimensões e à obediência ao projeto.

Deverão ser recebidas embaladas individualmente.

Deverão ser armazenadas em local seco e coberto, na posição vertical, sobre calços nunca localizados no meio do vão, para que não ocorram deformações e avarias.

8.2.13.1 Medição

As portas em ferro serão medidas após instaladas e aceitas pela FISCALIZAÇÃO de acordo com o material, conforme as unidades da Planilha Contratual, estando inclusos nos preços todos os seus acessórios e ferragens.

8.2.13.2 Pagamento

O pagamento do item será realizado por preço unitário contratual, conforme medição aprovada pela FISCALIZAÇÃO.

8.3 SERVIÇO DE CONCRETO

8.3.1 Concreto não estrutural

Os concretos simples bem como os seus materiais componentes deverão satisfazer as normas, especificações e métodos da ABNT.

O concreto pode ser preparado manualmente ou mecanicamente.

Manualmente, se for concreto magro traço 1:4:8 para base de piso, lastros, sub-bases de blocos, cintas etc., em quantidade até 350 litros de amassamento.

Mecanicamente, se for concreto gordo traço 1:3:6 para cintas, blocos de ancoragens, base de caixas de visitas, peças pré-moldadas etc.

Deve ser adotado um consumo mínimo de 175 kg de cimento/m³ para concreto magro e 320 kg de cimento/m³ para concreto gordo.

O concreto simples poderá receber adição de aditivos impermeabilizantes ou outros aditivos quando for o caso.

8.3.1.1 Medição

O concreto será medido em metro cúbico (m³) com base nas dimensões definidas nos desenhos do projeto.

8.3.1.2 Pagamento

O pagamento do item será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

8.3.1.3 Preços unitários

Deverá incluir os custos da mão-de-obra, equipamentos e de todos os materiais necessários, nas quantidades indicadas, para o preparo, transporte, lançamento, adensamento, acabamento e controle tecnológico do concreto.

8.3.2 Concreto estrutural

O consumo de cimento não deve ser inferior a 300 kg por m³ de concreto.

Os materiais, quanto à qualidade, armazenamento, dosagem e lançamento são regidos pelos seguintes métodos e especificações da ABNT: EB-1, EB-2, EB-4, EB-208, EB-758, EB-903, NB-1, MB-2 e MB-3.

A pilha de sacos de cimento não poderá ser superior a 10 sacos e não devem ser misturados lotes recebidos em épocas diferentes, de maneira a facilitar a inspeção,

controle e emprego cronológico deste material básico. O cimento que apresente sinais indicativos de hidratação será rejeitado.

Os aditivos serão preparados exclusivamente por meios mecânicos, salvo casos especiais.

8.3.2.1 Dosagem

A dosagem poderá ser não experimental ou empírica e racional.

No primeiro caso, o consumo mínimo é de 300 kg de cimento por m³ de concreto, a tensão de ruptura para 28 dias deverá ser igual ou superior a 150 kg por cm², previstos nos projetos estruturais sem indicação de controle rigoroso, mesmo assim, será exigida a resistência do concreto à compressão para cada jornada de lançamento de concreto com volume superior a 50 m³, para 7 e 28 dias, devendo ser utilizados os corpos de prova necessários e, serem identificados quanto à data e etapa de trabalho. A proporção de agregado miúdo no volume total do agregado será fixada entre 30% e 50%, de maneira a se obter um concreto de trabalhabilidade adequada a seu emprego. A quantidade de água será mínima e compatível e o grau de estanqueidade será ótimo.

No caso de controle racional será providenciada a obtenção de traços econômicos e trabalháveis, de modo a serem obtidos concretos homogêneos, compactos e econômicos. O concreto deve possuir uma consistência que dê uma trabalhabilidade compatível com o tipo de obra e com os tipos de equipamento previstos nestas especificações.

8.3.2.2 Amassamento ou mistura

O concreto deverá ser misturado mecanicamente, de preferência em betoneira de eixo vertical, que possibilita mais uniformidade e rapidez na mistura.

A ordem de colocação dos diferentes componentes do concreto na betoneira é a seguinte:

Camada de brita;

Camada de areia;

Porção de cimento;

O restante da areia e da brita.

Após o lançamento dos componentes acima no tambor, adicionar a água com aditivo.

O tempo de revolução da betoneira deverá ser no máximo de 2 minutos com todos os agregados.

8.3.2.3 Transporte

O tempo decorrido entre o término da alimentação da betoneira e o término do lançamento do concreto na forma deve ser superior ao tempo de pega.

O transporte do concreto deverá obedecer a condições tais que evitem a segregação dos materiais, a perda da argamassa e a compactação do concreto por vibração.

Os equipamentos usados são carro-de-mão, carro transporte tipo DUMPER, equipamento de lançamento tipo bomba de concreto, caminhões basculantes, caminhões betoneira.

O concreto será lançado nas formas, depois das mesmas estarem limpas de todos os detritos.

8.3.2.4 Lançamento

Deverá ser efetuado o mais próximo possível de sua posição final, evitando-se incrustações de argamassa nas paredes das formas e nas armaduras.

A altura de queda livre não poderá ultrapassar a 1,50 m e para o caso de concreto aparente o lançamento deve ser feito paulatinamente. Para o caso de peças estreitas e altas, o concreto deverá ser lançado por janelas abertas na parte lateral da forma, ou por meio de funis ou trombas.

Recomenda-se lançar o concreto em camadas horizontais com espessura não superior a 45 cm, ou 3/4 do comprimento de agulha do vibrador. Cada camada deve ser lançada antes que a precedente tenha tido início de pega, de modo que as duas sejam vibradas conjuntamente.

Se o lançamento não for direto dos transportes, deverá a quantidade de concreto transportado ser lançado numa plataforma de 2,0 m x 2,0 m revestida com folha de aço galvanizado e com proteção lateral, numa altura de 15 cm, para evitar a saída de água.

8.3.2.5 Adensamento

O adensamento do concreto deve ser feito por meio de vibrador.

Os vibradores de agulha devem trabalhar e ser movimentados verticalmente na massa de concreto, devendo ser introduzidos rapidamente e retirados lentamente, em operação que deve durar de 5 a 10 segundos. Devem ser aplicados em pontos que, distem entre si, cerca de 1,5 vezes o seu raio de ação.

O adensamento deve ser cuidadoso para que o concreto preencha todos os recantos da forma. Durante o adensamento deverão ser tomadas às precauções necessárias para que não se formem ninhos ou haja segregações dos materiais. Dever-se-á evitar a vibração da armadura para que não se formem vazios ao seu redor, com prejuízo da aderência.

Os vibradores de parede só deverão ser usados se forem tomados cuidados especiais, no sentido de se evitar que as formas e armaduras saiam da posição. Não será permitido empurrar o concreto com o vibrador.

8.3.2.6 Cura

Deverá ser feita por qualquer processo que mantenha as superfícies e dificulte a evaporação da água de amassamento do concreto. Devem ser iniciadas tão logo as superfícies expostas o permitirem (após o início da pega) e prosseguir pelo menos durante os 7 (sete) primeiros dias após o lançamento do concreto, sendo recomendável a continuidade por mais tempo.

8.3.2.7 Junta de Concretagem

Este tipo de junta ocorre quando, devido à paralisação prevista ou imprevista na concretagem, o concreto da última camada lançada já esteja no início da pega, não permitindo, portanto, que uma nova camada seja lançada e vibrada com ela.

As juntas devem ser, preferivelmente, localizadas nas secções tangenciais mínimas, ou seja:

Nos pilares devem ser localizadas na altura das vigas;

Nas vigas bi apoiadas devem ser localizadas no terço central do vão;

Nas lajes devem ser localizadas no terço central entre os apoios;

Nos blocos devem ser localizados na base do pilar;

Nas paredes bi engastadas devem ser localizadas acima do terço inferior; e,

Nas paredes em balanço devem ser localizadas a uma altura, no mínimo, igual à largura da parede.

A junta deve ser tratada por qualquer processo que elimine a camada superficial de nata de cimento, deixando os grãos de agregado parcialmente expostos, a fim de garantir boa aderência do concreto seguinte.

Pode-se empregar qualquer dos métodos seguintes:

Jato de ar e água na superfície da junta após o início do endurecimento;

Jato de areia, após 12 horas de interrupção;

Picoteamento da superfície da junta, após 12 horas de interrupção; e,

Passar escova de aço e, logo após, lavar a superfície e aplicar argamassa de concreto ou pintura tipo colmafix com 2 mm de camada; e lançamento de uma nova camada de 1 a 3 cm de argamassa sobre a superfície da junta.

O traço dessa argamassa deve ser o mesmo do concreto, excluído o agregado graúdo.

8.3.2.8 Reposição de concreto falhado

Todo e qualquer reparo que se faça necessário executar para corrigir defeitos na superfície do concreto e falhas de concretagem, deverá ser feito pela

CONSTRUTORA, sem ônus para a CONTRATANTE, executado após a desforma e teste de operação da estrutura, a critério da FISCALIZAÇÃO.

São discriminados a seguir os principais tipos de falhas.

Cobrimento insuficiente de armadura.

Deve ser adotada a seguinte sistemática:

Demarcação de área a reparar;

Apiloamento da superfície e limpeza;

Chapisco com peneira 1/4, com argamassa de traço igual à do concreto (optativo);

Aplicação de adesivo estrutural na espessura máxima de 1 mm sobre a superfície perfeitamente seca;

Aplicação de argamassa especialmente dosada, por gunitagem ou rufo (chapeamento);

Proteção da superfície contra ação de chuva, sol e vento;

Aplicação de segunda demão de argamassa para uniformizar a superfície, após 24 horas de aplicação da primeira demão;

Alisamento da superfície com desempenadeira metálica;

Proteção da superfície contra intempéries usando-se verniz impermeabilizante, cobertura plástica ou camada de areia, molhando-se periodicamente durante 5 dias.

Obs: No caso de paredes e tetos, a espessura da camada em cada aplicação, não deve exceder a 1 cm.

Desagregação do Concreto

Esta falha, que resulta num concreto poroso, deve ser corrigida pela remoção da porção defeituosa ou pelo enchimento dos vazios, com nata ou argamassa especial

e aplicação adicional de uma camada de cobrimento, para proteção de armadura. A solução deve ser adotada, tendo em vista a extensão da falha, sua posição (no piso, na parede ou no teto da estrutura) e sua influência na resistência ou na durabilidade da estrutura. Para recomposição da parte removida, deve-se adotar a mesma sequência já referida.

Vazamentos

Será adotada a seguinte sistemática:

Demarcação, na parte externa e na parte interna da área de infiltração;

Remoção da porção defeituosa;

Obedecer à sequência já referida.

Obs.: Dependendo da extensão da falha, do seu grau de porosidade, como opção poderão ser aplicadas várias demãos de pintura impermeabilizante à base de silicato, ou de resina plástica, diretamente sobre a superfície interna.

Trincas e Fissuras

É necessário verificar se há movimento na trinca ou fissura e qual a amplitude desse movimento, para escolha do material adequado para vedação.

Quando a trinca ou fissura puder ser transformada em junta natural, adota-se a seguinte sequência:

Demarcação da área a tratar, abertura da trinca ou fissura, de tal modo que seja possível introduzir o material de vedação;

Na amplitude máxima da trinca introduzem-se cunhas de aço inoxidável a fim de criar tensões que impeçam o fechamento; e,

Aplicação de material de plasticidade perene, fortemente aderente ao concreto. Esses materiais são elastômeros, cuja superfície de contato com o ar se polimeriza obtendo resistência física e química, mantendo, entretanto, a flexibilidade e elasticidade.

Quando deve ser mantida a continuidade monolítica da estrutura, adotar a seguinte sistemática:

Repetir a sequência do item anterior;

Aplicar uma película de adesivo estrutural; e,

Aplicar argamassa especial, semi-seca, que permita adensamento por percussão, na qual se adiciona aglutinante de pega rápida e adesivo expensor.

Quando não há tensões a considerar e é desejado apenas vedar a trinca, adotar a seguinte sistemática:

Executar furos feitos com broca de diamante ao longo da trinca, espaçados de 10 cm e com 5 e 6 cm de profundidade, sem atingir a armadura;

Cobrir a trinca com um material adesivo, posicionando os tubinhos de injeção; e, injetar material selante adesivo (epóxi) com bomba elétrica ou manual apropriado.

No caso de concreto usinado todas as exigências do controle de concreto são mantidas, devendo a responsabilidade da qualidade do concreto ser da CONSTRUTORA. Portanto os corpos de prova serão retirados na obra, para posterior rompimento.

8.3.2.9 Medição

O concreto armado será medido com base nos desenhos das peças dos projetos conforme as cotas estabelecidas.

8.3.2.10 Pagamento

O pagamento do item será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

8.3.2.11 Preço unitário

O pagamento do concreto e do lançamento serão realizados em itens distintos, conforme planilha orçamentária. Os consumos de cimento, areia, brita e outros

insumos deverão ser tais que atendam ao fck requerido para a obra, de acordo com o especificado no projeto, $f_{ck} = 25 \text{ Mpa}$.

8.3.3 Formas escoramentos

As formas serão utilizadas onde se fizer necessário limitar o lançamento do concreto e moldá-lo segundo os perfis das peças projetadas.

Todas as formas para concreto armado serão confeccionadas em folhas de compensado com espessura mínima de 12 mm, para utilização repetida de, no máximo, 4 vezes. A precisão de colocação das formas será de mais ou menos 5 mm.

Para o caso de concreto não aparente aceita-se o compensado resinado; entretanto, visando à boa técnica, qualidade e bom aspecto, pode-se adotar preferencialmente o compensado plastificado.

Serão aceitos, também, formas em virolas ou tábuas de pinho desde que sejam para concreto rebocado e estrutura de até 2 pavimentos de obras simples. Não são válidas para obras em que haja a montagem de equipamentos vibratórios.

Nas costelas não serão admitidos ripões, devendo ser as mesmas preparadas a partir da tábua de pinho ou virola de 1" de espessura.

Nas lajes onde houver necessidade de emendas de barrotes, as mesmas não deverão coincidir com suas laterais.

No escoramento (cimbramento) serão utilizados, de preferência, barrotes de seção de 10 cm x 10 cm, podendo ser usadas madeiras cilíndricas tipo estroncas, com diâmetro médio de 12 cm.

As formas deverão ter as armações e escoramentos necessários, para não sofrerem deslocamento ou deformações quando do lançamento do concreto, e não se deformarem, também, sob a ação das cargas e das variações de temperatura e umidade.

As passagens de canalizações através de quaisquer elementos estruturais deverão obedecer rigorosamente às determinações do projeto, não sendo permitida a mudança de posição das mesmas, salvo casos especiais.

As peças que transmitirão os esforços de barroteamento das lajes para o escoramento deverão ser de madeira de pinho de 3ª ou virola, com largura de 1' (um pé) e espessura de 1". O escoramento da laje superior deverá ser contraventado no sentido transversal, a cada 3,0 m de desenvolvimento longitudinal, com peças de madeira de pinho de 3ª ou virola, com largura de 1' (um pé) e espessura de 1". A posição das formas, prumo e nível serão objeto de verificação permanente, principalmente durante o lançamento do concreto.

Para um bom rendimento do Madeirite, facilidade de desforma e aspecto do concreto, devem as formas ser tratadas com modeliso ou similar, que impeçam aderência do concreto à forma. Os pregos serão rebatidos de modo a ficar embutidos.

Por ocasião da desforma não serão permitidos choques mecânicos.

Será permitida amarração das formas com parafusos especiais devidamente distribuídos, se for para concreto aparente, ou a introdução de ferro de amarração nas formas através de ferragem do concreto.

Deverá ser observado, além da reprodução fiel do projeto, a necessidade ou não de contra-flecha, superposição de pilares, nivelamento das lajes e vigas, verificação do escoramento, contraventamento dos painéis e vedação das formas para evitar a fuga da nata de cimento.

O cimbramento será executado de modo a não permitir que, uma vez definida a posição das formas, seus alinhamentos, secções e prumadas, ocorram deslocamentos de qualquer espécie antes, durante e após o lançamento. O cimbramento poderá, também, ser efetuado com estrutura de aço tubular.

Qualquer outro tipo de escoramento/cimbramento poderá ser empregado como variante dos aventados, desde que atenda aos requisitos técnicos para a segurança dos operários e perfeição na execução total dos trabalhos e que seja devidamente aprovado pela FISCALIZAÇÃO, ficando o EMPREITEIRO com toda a responsabilidade sobre a opção adotada.

Deverão ser feitos estudos de posicionamento e dimensionamento do conjunto e seus componentes, para que, por ocasião da desforma, sejam atendidas as secções e cotas determinadas em projetos. As peças utilizadas para travessias,

contraventamento, etc., deverão possuir secção condizente com as necessidades. Nenhuma peça componente deverá possuir mais que uma emenda em três metros e, esta emenda deve se situar sempre fora do terço médio.

Prazo mínimo para retirada das formas: faces laterais - 3 dias; faces inferiores - 14 dias com escoras; faces inferiores - 21 dias com pontalete.

8.3.3.1 Medição

Será em metro quadrado (m²).

8.3.3.2 Pagamento

O pagamento do item será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

8.3.3.3 Preço unitário

Deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamento e materiais necessários a execução do serviço.

8.3.4 Aço dobrado e colocado

Observar-se-á na execução das armaduras se o dobramento das barras confere com o projeto das armaduras, o número de barras e suas bitolas, a posição correta das mesmas, amarração e recobrimento.

Não será permitido alterar o número de barras, diâmetros, bitolas e tipos de aço, a não ser com autorização por escrito do autor do projeto.

As armaduras, antes de serem colocadas nas formas, deverão ser perfeitamente limpas de quaisquer detritos ou excessos de oxidação.

As armaduras deverão ser colocadas nas formas de modo a permitir um recobrimento das mesmas pelo concreto. Para tanto poderão ser utilizados calços de concreto pré-moldados ou plásticos, devendo esses calços ser colocados com espaçamento conveniente.

As emendas de barras da armadura deverão ser feitas conforme o projeto. As não previstas só poderão ser localizadas e executadas conforme o item 6.3.5 da NB-1 (ABNT).

As armaduras a serem utilizadas deverão obedecer às prescrições de EB-3 e EB-233, da ABNT.

8.3.4.1 Medição

As armaduras para concreto armado serão medidas por quilograma de aço cortado, estirado, dobrado, armado e colocado nas formas de estruturas de concreto armado, de acordo com as quantidades constantes no quadro de ferros dos projetos, sem considerar a percentagem relativa a perdas, emendas ou utilização inadequada de material.

8.3.4.2 Pagamento

O pagamento do item será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

8.3.4.3 Preço unitário

Deverá incluir os custos da mão-de-obra, equipamento e materiais necessários a execução dos serviços conforme especificados neste documento.

8.3.5 Impermeabilização com manta asfáltica

A impermeabilização deverá ser aplicada apenas em superfícies resistentes, uniformes e perfeitamente secas, sendo exigida a ocorrência de um mínimo de cinco dias ininterruptos de sol antes do início da execução dos serviços.

Nenhum produto será aplicada, sem a devida preparação das superfícies a serem impermeabilizadas principalmente as lajes expostas.

8.3.5.1 Medição

A unidade de medição dos serviços de impermeabilização é o metro quadrado (m²) de área efetivamente impermeabilizada medida.

8.3.5.2 Pagamento

O pagamento será efetuado por metro quadrado (m^2) contratual e conforme medição aprovada pela Fiscalização.

8.3.6 Execução de calçada

As calçadas serão constituídas de concreto simples com traço 1:3:5 (FCK = 12 MPa) com 7,0 cm de espessura. Deverá ser feito um apiloamento prévio do terreno. O acabamento deverá ser rústico.

O piso terá uma declividade de 0,5% em direção à drenagem conforme projeto, para um perfeito escoamento de água.

Deverá ser feito capeamento com argamassa de cimento e areia no traço 1:3, com espessura de 2 cm e alisado com desempenadeira de aço.

8.3.6.1 Pagamento

O pagamento do item será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

8.3.6.2 Preço unitário

Deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamento e materiais necessários a execução do serviço.

8.4 OBRAS E SERVIÇOS COMPLEMENTARES

8.4.1 Ancoragens

Serão executadas as ancoragens de peças sujeitas a deslocamento oriundo de esforços transmitidos pela linha em carga máxima.

Salvo soluções específicas, a ancoragem será constituída por blocos de concreto simples, armado ou ciclópico, dimensionados segundo as características do solo a que deve transmitir os esforços. Deverá sempre ser verificada a possibilidade de movimentação dos tubos vazios, sob a ação do empuxo do lençol freático.

Em caso positivo serão empregadas ancoragens adequadas, tanto provisórias como definitivas; estas últimas permanecendo após o reaterro das valas.

O traço do concreto simples a ser empregado será 1:3:6 volumétrico, com um consumo de cimento mínimo de 250 Kg/m³.

8.4.1.1 Medição

O concreto será medido em metro cúbico (m³) com base nas dimensões definidas nos desenhos do projeto.

8.4.1.2 Pagamento

O pagamento do item será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

8.4.1.3 Preços unitários

Deverá incluir os custos da mão-de-obra, equipamentos e de todos os materiais necessários, nas quantidades indicadas, para o preparo, transporte, lançamento, adensamento, acabamento e controle tecnológico do concreto.

8.4.2 Meios – fios

Os meios-fios serão empregados como limitadores físicos das plataformas das vias, com a função de proteger os bordos da pista dos efeitos da erosão causada pelo escoamento das águas precipitadas, que tendem a verter neste sentido devido à declividade transversal. Desta forma os meios-fios terão a função de interceptar este fluxo, conduzindo os deflúvios para pontos previamente escolhidos para lançamento.

Os meios-fios para essa obra serão graníticos com dimensões 100 x 50 x 15 cm, sobre base de concreto simples e rejuntado com argamassa traço 1:3 (cimento e areia).

8.4.2.1 Critérios de controle

Os meios-fios graníticos deverão apresentar regularidade nas dimensões e ser provenientes de rochas graníticas de boa qualidade e resistência, além de não

apresentar fendilhamentos nem alterações, e possuir boas condições de dureza e tenacidade.

O material que não atender as especificações deverá ser rejeitado e imediatamente retirado da obra.

8.4.2.2 Medição

Será feita em metros lineares, a partir da extensão executada, de acordo com o projeto executivo.

Não serão medidos quantitativos de serviços superiores aos indicados no projeto.

8.4.2.3 Pagamento

O pagamento do item será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

8.4.2.4 Preço unitário

Deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamento e materiais necessários a execução do serviço.

8.4.3 Construções de caixas

8.4.3.1 Caixas para válvulas, registros de descarga e ventosas

São caixas constituídas de fundo com camada de brita, anéis pré-moldados de concreto armado e tampa também de concreto armado.

Os cuidados de sinalização, proteção de tráfegos já referidos em instruções próprias, deverão ser também obedecidos neste caso.

Suas dimensões básicas deverão estar em função do diâmetro da tubulação e da facilidade de operação e manutenção.

Devem ser seguidas as instruções para serviços de concreto, alvenaria, assim como os desenhos referentes à construção de caixas de registros ou ventosas.

8.4.3.2 Caixas de drenagem

As caixas serão de concreto armado, executadas de acordo com os projetos e detalhes respectivos.

Serão providas de tampas de inspeção e demais dispositivos característicos que facilitem a manutenção.

O traço do concreto estrutural a ser empregado terá um consumo mínimo de cimento de 300 Kg/cm³.

8.4.3.3 Caixas de Inspeção

Essas caixas serão confeccionadas em alvenaria de tijolo maciço 60x60x60cm, revestida internamente com barra lisa (cimento e areia, traço 1:4) e = 2 cm, com tampa pré-moldada de concreto e fundo de concreto 15 Mpa, com exceção da caixa de inspeção para as instalações elétricas da estação elevatória/recuperação do reservatório, que será confeccionada em concreto pré-moldado DN=60mm com tampa h= 60cm.

8.4.3.4 Caixa de Proteção de Macro Medidor

As caixas serão de concreto armado, executadas de acordo com os projetos e detalhes respectivos.

Serão providas de tampas de inspeção e demais dispositivos característicos que facilitem a manutenção.

O traço do concreto estrutural a ser empregado terá um consumo mínimo de cimento de 300 Kg/cm³.

8.4.3.5 Caixa de Registro de Linha com BOOSTER

As caixas serão em alvenaria, executadas de acordo com os projetos e detalhes respectivos.

Para a proteção dos equipamentos será executado muro de alvenaria com arame farpado com portão de acesso.

8.4.3.6 Medição

Será feita por unidade pronta, incluindo escavação, reaterro, alvenarias e concretos, limpeza e pintura.

8.4.3.7 Pagamento

O pagamento desses itens será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

8.4.3.8 Preço unitário

Deverá incluir os custos da mão-de-obra, equipamento e materiais necessários a execução dos serviços conforme especificados neste documento.

8.4.4 Tampas

Para a adutora de alimentação do reservatório apoiado, será utilizada, para caixa de inspeção em alvenaria de tijolo maciço 60x60x60cm revestida internamente com barra lisa (cimento e areia, traço 1:4) e=2,0cm, tampa pré-moldada de concreto 15 Mpa; já no reservatório apoiado-150 m³, para caixa de inspeção/reservatório será utilizada tampa em concreto armado 60x60x5cm, no reservatório elevado-50 m³ e na rede de distribuição, será utilizada para caixa de inspeção em alvenaria de tijolo maciço 60x60x60cm, revestida internamente com barra lisa (cimento e areia, traço 1:4) e=2,0cm, tampa pré-moldada de concreto 15 Mpa.

8.4.4.1 Medição

Será feita por unidade confeccionada nas dimensões e especificações descritas no projeto e após aprovação da FISCALIZAÇÃO.

8.4.4.2 Pagamento

O pagamento desse item será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

8.4.4.3 Preço unitário

Deverá incluir os custos de mão de obra, equipamentos e materiais necessários a execução do serviço.

8.4.5 Escada tipo marinho

Estas escadas serão executadas de acordo com as dimensões citadas em projeto, inclusive diâmetro do ferro redondo utilizado. Será fornecida com pintura anticorrosiva.

Serão executadas com ferro redondo e ferro chato, e suas emendas serão soldadas, devendo os pontos de soldas não apresentar falhas nem saliências. Deverão ser lixadas e retiradas às rebarbas de solda em todos os pontos soldados.

Serão fixados rabos de andorinha para melhor aderência ao chumbamento no concreto.

As escadas terão proteção com guarda corpo tipo gaiola e serão de acordo com as dimensões citadas em projeto.

8.4.5.1 Medição

Em metro linear (m) de escada e guarda corpo executado conforme projeto.

8.4.5.2 Pagamento

O pagamento do item será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

8.4.5.3 Preço unitário

Deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamento e material da escada e do guarda corpo necessários à execução dos serviços.

8.4.6 Fornecimento e colocação de para-raio radiativo

O projeto de instalação de para-raios integrará o projeto de instalação elétrica. Será especificado o para-raios do tipo convencional, com:

8.4.6.1 Haste e Terminação

A haste será de tubo de aço galvanizado, com $h = 3$ m, no mínimo, solidamente fixada no ponto mais alto do prédio.

Na extremidade da haste será fixada uma terminação múltipla, do tipo bouquet niquelada, com quatro pontas.

8.4.6.2 Condutores

O bouquet será ligado a terra por um cabo de cordoalha de cobre nu, de ampla capacidade (bitola conforme projeto) o qual correrá pelas paredes externas da área do edifício e será preso por braçadeiras especiais, chumbadas à parede e espaçadas de 1,5 m no máximo.

8.4.6.3 Terra

O condutor de descida será ligado a um fio terra, constituído por um tubo de ferro galvanizado, de 30 mm de diâmetro mínimo, que será, enterrado no solo até atingir o lençol de água subterrâneo, ou na impossibilidade de atingi-lo, será a uma placa de cobre de 500 mm x 500 mm, em volta, em carvão vegetal, igualmente enterrado no terreno a 3,0 m de profundidade.

8.4.6.4 Condutos

Para proteção da cordoalha do condutor, deverá a descida ser protegida, nos últimos 3,0 m, junto ao solo, por tubo de fibrocimento.

8.4.6.5 Medição

O fornecimento e a instalação de Para-Raios, inclusive o aterramento, serão medidos em unidades funcionando, já testados e aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

8.4.6.6 Pagamento

O pagamento do item será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

Será efetuado de acordo com o preço unitário, do conjunto peças, conexões e equipamentos que formam a unidade, constantes das planilhas de custos das obras.

8.4.6.7 Preço unitário

Deverão estar incluídos os custos de fornecimento, instalação, transporte, armazenamento, carga e descarga, assim como os testes de funcionamento e a de SUPERVISÃO da montagem.

8.5 PEÇAS METÁLICAS

Todos os fornecimentos de peças especiais, tais como, tubos, conexões, adaptadores, grades, cantoneiras, e outros, serão realizados de acordo com o projeto e obedecendo aos tipos de materiais especificados e fornecidos com pintura anticorrosiva.

Não serão aceitas peças de dimensões não solicitadas, nem tão poucas que apresentem sinais ou vestígios de deformação ou aproveitamento de materiais usados e de sucatas.

Serão usadas peças novas, perfeitamente alinhadas, sem rebarbas e saliências ou sinais de soldas executadas incorretamente.

As peças deverão receber o tratamento indicado pelo projeto e obedecer as recomendações do fabricante durante sua instalação ou montagem, assim como, seguir as instruções em vigor, referentes à sua aplicação em sistema de abastecimento de água.

8.5.1 Pintura em peças metálicas

A pintura de elementos metálicos deve ser realizada para se manter a conservação dos mesmos, evitando a corrosão.

A superfície a ser pintada deverá estar limpa, sem nenhum resíduo de óleo, graxa e mofo, entre outros, e seca. Deve-se remover completamente pontos de ferrugem e descascamento através do lixamento. Depois, deve-se usar um produto fosfatizante e desengraxante e aplicar primer adequado.

Terminada essa etapa, deve-se aplicar um primer anticorrosivo adequado ao metal que será pintado. Deve-se aguardar o tempo de secagem do primer para iniciar a pintura do acabamento escolhido. Deve ser aplicada uma demão de primer, mais

duas a três demãos de acabamento, e aguardado o tempo de secagem entre as demãos. A melhor hora para iniciar a pintura é o início da manhã, quando o orvalho já evaporou, ou antes, do final da tarde, quando o sereno ainda não surgiu e o sol baixou. Evite o horário próximo ao meio-dia, com sol intenso.

8.5.1.1 Medição

Por metro quadrado (m²) executado e aceito pela Fiscalização.

8.5.1.2 Pagamento

O pagamento será efetuado por metro quadrado (m²) contratual e conforme medição aprovada pela Fiscalização.

8.6 LIGAÇÕES DOMICILIARES

8.6.1 Localização das ligações domiciliares

As ligações em tubo PVC serão executadas seguindo a perpendicular ao distribuidor, limitada por este último e o muro limite da residência.

Sua execução deverá obedecer aos desenhos do projeto.

8.6.2 Tubulações e conexões

Os tubos em PVC serão fornecidos pela CONSTRUTORA e armazenados no almoxarifado da obra.

O transporte dos materiais entre o almoxarifado e o local das ligações ocorrerá por conta da CONSTRUTORA, que também se responsabilizará por eventuais danos aos mesmos.

O diâmetro das tubulações para os casos normais de ligações residências é de 1/2", os demais casos são especificados pela FISCALIZAÇÃO. Os diâmetros das tubulações adutoras e da rede de distribuição serão de acordo com o determinado pelo dimensionamento otimizado do projeto.

8.6.3 Locação e aberturas de valas

A locação da vala será feita através do ponto da instalação interna quando existente. Em caso contrário, consultar a FISCALIZAÇÃO e o usuário.

A abertura das valas será feita por processo manual ou mecânico tomando-se todas as precauções necessárias a fim de evitar danos às demais tubulações que porventura estejam assentadas no local.

Todo e qualquer dano causado a estas tubulações (água, luz, telefone, esgoto, águas pluviais) será de inteira responsabilidade do empreiteiro, que deverá repará-las no menor tempo possível ou indenizar ao órgão competente, caso não possa reparar devidamente.

A vala terá uma largura máxima de 0,80 m, com exceção do ponto de interligação no distribuidor que terá dimensões compatíveis com a profundidade da mesma e de acordo com as normas de segurança do trabalho.

As paredes das valas deverão ser tanto quanto possível verticais. Poderão também ser inclinadas de acordo com a profundidade e o tipo de terreno, e sempre a critério da FISCALIZAÇÃO.

A escavação em rocha deverá ser executada por pessoal habilitado e sua profundidade deverá ser acrescida de 0,10 m para colocação de um colchão de areia, sobre o qual se apoiará a tubulação. Quando necessário o emprego de explosivos, as escavações em rocha deverão ser conduzidas com a maior cautela possível, controlando-se a quantidade de carga e protegendo o local com abafadores de tipo adequado.

Todo material e equipamento necessários ficarão a cargo da CONSTRUTORA.

8.6.4 Assentamentos de tubos

As juntas do tubo PVC serão executadas seguindo-se rigorosamente as instruções do fabricante.

Para as ligações domiciliares a perfuração no tubo distribuidor será com a utilização de gabaritos e serras apropriadas com diâmetros adequados e evitando-se a

introdução de materiais no interior do mesmo. Acessórios e ferramentas como Chave para Derivação-Broca, Cortador de tubos e Estrangulador de vazão também devem ser utilizados para que seja efetuada uma perfeita execução dos serviços.

8.6.5 Reaterro de vala

O reaterro será procedido da seguinte forma:

O início do reaterro consistirá do revestimento da tubulação com areia isenta de pedras, materiais perfurantes e substâncias orgânicas.

A partir da geratriz superior do tubo o material do reaterro deverá ser uniforme e igualmente isento de pedras ou outros materiais perfurantes, lançado em camadas de 10 cm, devidamente umedecidas e compactadas, até o completo preenchimento da vala. A compactação será efetuada com soquete ou outros equipamentos apropriados a este tipo de serviço.

8.6.6 Quebra e recomposição de pavimentação

A quebra e a recomposição de pavimentação e calçadas serão procedidas pela CONSTRUTORA que deverá executá-las quebrando apenas a faixa necessária à execução dos serviços e fazendo sua recomposição com materiais iguais aos removidos para execução da vala, restituindo à pavimentação suas características originais.

Todas as despesas, inclusive fornecimento de materiais para os serviços de quebra e recomposição da pavimentação, correrão por conta exclusiva da CONSTRUTORA, que se obrigará a refazer a mesma nos casos de qualquer defeito apresentado.

8.7 SERVIÇOS DE PAISAGISMO E DRENAGEM

8.7.1 Cercas de proteção

As cercas de proteção sobre o muro de alvenaria com 1,5 m de altura serão executadas em cantoneira de ferro 1" x 1/8" em L a cada 1,50 m.

As cantoneiras deverão ser perfeitamente alinhadas.

O arame farpado deverá ser em rolo de fio nº 14 classe 250. O número de fios será 5. Todos os fios deverão ficar igualmente tracionados. A fixação arame/estaca será executada com arame galvanizado número 14 de maneira a envolver o contorno da secção do poste e impedir o deslocamento transversal do fio.

8.7.1.1 Medição

Em metro linear (m) de extensão de cerca, conforme projeto.

8.7.1.2 Pagamento

O pagamento do item será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

8.7.1.3 Preço unitário

Deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços, inclusive estacas de escoras, os fios, a escavação, compactação e base da estaca.

8.7.2 Portão de ferro

Os portões devem obedecer aos detalhes técnicos construtivos constantes do projeto e, salvo determinação em contrário, serão executados com tubos e curvas de ferro galvanizado de 2 ½" e tela de arame Nº 12, com malha quadrada 5 x 5 cm, soldada ao quadro de ferro galvanizado. Sobre cada uma das folhas do portão serão aplicados dizeres indicativos da entidade operadora do sistema de abastecimento de água, inclusive informações sucintas sobre este último, em chapas de ferro nº 14 fixadas sobre a tela.

Os portões terão por suporte pilares em concreto armado $F_{ck} = 15,0$ Mpa (1: 2,5:3), incluído preparo mecânico, lançamento e adensamento, com dimensões de 0,2 x 0,3 m, apoiados sobre blocos com dimensão tal que permitam sustentação adequada do portão. Nesse pilar serão chumbadas as dobradiças no caso de 2 folhas, e as dobradiças e batente no caso de 1 folha.

A superfície a ser pintada deverá estar limpa, sem nenhum resíduo de óleo, graxa e mofo, entre outros, e seca. Deve-se remover completamente pontos de ferrugem e descascamento através do lixamento. Depois, deve-se usar um produto fosfatizante e desengraxante e aplicar primer adequado.

Terminada essa etapa, deve-se aplicar um primer anticorrosivo adequado ao metal que será pintado. Deve-se aguardar o tempo de secagem do primer para iniciar a pintura do acabamento escolhido. Deve ser aplicada uma demão de primer, mais duas a três demãos de acabamento, e aguardado o tempo de secagem entre as demãos. A melhor hora para iniciar a pintura é o início da manhã, quando o orvalho já evaporou, ou antes, do final da tarde, quando o sereno ainda não surgiu e o sol baixou. Evite o horário próximo ao meio-dia, com sol intenso.

8.7.2.1 Medição

Em unidade (un) de portão instalado conforme projeto.

8.7.2.2 Pagamento

O pagamento do item será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

8.7.2.3 Preço unitário

Deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

Estão incluídos nos preços, a pintura, os pilares, o cadeado e as dobradiças.

Estes itens serão pagos quando instalados nos locais descritos no projeto, obedecendo à especificação técnica dos mesmos que estão descritas nas especificações dos materiais.

8.7.3 Pintura em portão com logomarca da empresa

A pintura da logomarca da Codevasf deverá ser feita nos locais indicados no projeto, sendo realizada nos lados internos e externo dos portões.

A superfície a ser pintada deverá estar limpa, sem nenhum resíduo de óleo, graxa e mofo, entre outros, e seca. Devem-se remover completamente pontos de ferrugem e descascamento através do lixamento.

8.7.3.1 Medição

Em unidade (m²) de pintura de logomarca nos portão conforme projeto, e após aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

8.7.3.2 Pagamento

O pagamento do item será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

8.7.3.3 Preço unitário

Deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

8.8 SERVIÇOS E INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

8.8.1 Instalações hidráulicas

Os serviços de instalações hidráulicas deverão ser executados conforme indicação do projeto.

8.8.1.1 Medição

Em unidade (un) de serviço executado conforme especificado, e aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

8.8.1.2 Pagamento

O pagamento dos itens será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo aos limites constantes na planilha orçamentária da licitante vencedora.

8.8.1.3 Preço unitário

Deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

8.9 SERVIÇOS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

8.9.1 Instalações elétricas

Os serviços de instalações elétricas deverão ser executados conforme indicação do projeto.

8.9.1.1 Medição

Em unidade (un) de serviço executado conforme especificado, e aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

8.9.1.2 Pagamento

O pagamento dos itens será realizado, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo aos limites constantes na planilha orçamentária da licitante vencedora.

8.9.1.3 Preço unitário

Deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

8.10 FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA COMPACTA

8.10.1 Fornecimento de bombas

Refere-se ao fornecimento de conjuntos motor-bombas, válvulas de pé com crivo e acessórios para estações elevatórias de água, de acordo com as Normas e Especificações da ABNT e requisitos dos projetos.

8.10.1.1 Método executivo

Os equipamentos e peças poderão obedecer a quaisquer normas indicadas pela Contratada, desde que tais normas sejam equivalentes ou superiores às indicadas pela Contratante.

A carga, o transporte e a descarga do equipamento e das peças devem ser feitos rigorosamente de acordo com as recomendações do fabricante no que se refere ao empilhamento máximo, ao manuseio e à exposição a agentes corrosivos ou ambientes e condições atmosféricas inadequados.

O transporte e o manuseio dos equipamentos e peças deverão ser feitos com cuidado para que não sofram danos físicos. De forma geral, porém, é necessário observar os pontos mais sensíveis dos equipamentos e peças, tais como componentes móveis, superfícies usinadas e volantes, evitando-se manuseá-los nestas partes.

Deve-se evitar o contato direto de cabos de aço, cordas, garras ou correntes com o equipamento ou peça a ser manuseado e sempre utilizar, pinos, flanges falsos e faixas flexíveis para içá-los e transportá-los.

A estocagem deverá ser condizente com as características específicas de cada equipamento ou peça. O local e os métodos de estocagem deverão ser conforme indicados pelo fabricante e previamente aprovados pela Fiscalização.

De forma geral, os equipamentos e dispositivos especiais devem ser estocados sempre de maneira que a superfície de apoio seja a maior possível e coincidente com a parte dos mesmos de maior resistência mecânica às deformações.

As partes não revestidas dos equipamentos e peças não deverão entrar em contato com o solo, recomendando-se a construção de berços e outros dispositivos apropriados. Cuidados especiais deverão ser tomados para manter a integridade dos revestimentos, pinturas e elementos não metálicos das peças, sempre em consonância com as recomendações do fabricante.

Estas especificações completam os métodos preconizados pelo fabricante do equipamento ou pelas normas pertinentes. As dúvidas serão dirimidas pela Fiscalização.

Depois de remover o equipamento ou peça da sua embalagem, deve-se verificar se ocorreu algum dano no mesmo motivado pelo carregamento e transporte.

Caso alguma irregularidade tenha sido constatada, tal como falta de componentes ou algum dano no equipamento ou peça, o mesmo deve ser imediatamente substituído.

As bombas devem ser movimentadas com muito cuidado e segurança, a fim de se evitar acidentes ou danos no equipamento. Os componentes pesados do conjunto, quando movimentados individualmente, devem ser suspensos através do seu próprio olhal. Os conjuntos com mancal e base devem ser suspensos com o uso de faixas flexíveis, manilhas e outros dispositivos adequados, que não causem danos à estrutura dos mesmos.

No caso de haver necessidade de estocagem dos equipamentos ou peça por períodos longos, deve-se proceder regularmente a manutenção das partes móveis do mesmo, de acordo com as recomendações do fabricante, desmontando-se o conjunto, limpando suas partes internas com solventes orgânicos, limpando-se o selo mecânico etc.

A cada 15 dias, o eixo da bomba deve ser movimentado manualmente. Se houver dificuldade, deve-se girá-lo com a ajuda de uma alavanca, através da porca do rotor.

8.10.1.2 Critérios de controle

A Fiscalização deverá exigir da Contratada a apresentação de toda documentação técnica dos equipamentos, a ser fornecida pelos fabricantes, compreendendo entre outros: desenhos de fabricação com indicação das peças componentes, certificados de materiais, certificados de testes, manuais de instrução para instalação, operação e manutenção.

Todos os equipamentos serão submetidos a controle visual, dimensional e de qualidade de seus componentes, com a presença da Fiscalização. Serão rejeitados

aqueles que apresentem defeitos de fabricação ou que tenham sofrido avarias no transporte, bem como os que contrariem frontalmente as especificações de fabricação e de projeto.

Qualquer peça, material ou equipamento que seja fornecido fora das especificações, sendo rejeitado pela Fiscalização, será prontamente substituído pela Contratada, sem ônus para a Contratante.

Todos os materiais e equipamentos a serem utilizados deverão ter a garantia de que foram fabricados dentro das normas pertinentes e especificações do projeto, fornecida pelo fabricante. A forma de garantia será a estabelecida de comum acordo entre a Contratada e a Fiscalização, respeitando as condições contratuais.

A Fiscalização poderá recusar os equipamentos e materiais que, a seu critério, não se enquadrem nas garantias de qualidade exigidas.

Quaisquer fornecimentos efetuados sem a observação dessas exigências serão sumariamente recusados pela Fiscalização, correndo por conta da Contratada todos os ônus relativos à substituição dos materiais, peças e equipamentos fornecidos.

8.10.1.3 Medição e pagamento

O fornecimento de conjuntos moto-bombas e de válvulas de pé para estações elevatórias de água será medido por unidade fornecida, devidamente aprovada pela Fiscalização.

O pagamento será feito de acordo com o respectivo item na planilha geral de preços da obra, por unidade fornecida, e no preço proposto deverão estar incluídos todos os custos com transportes, armazenamento, tarifas e tributos.

8.10.2 Instalação de bombas

Refere-se ao assentamento, montagem e testes de conjuntos moto-bombas e acessórios para estações elevatórias de água.

A Contratada deverá conhecer detalhadamente o projeto hidromecânico das elevatórias para poder efetuar a montagem, nos casos previstos em planilhas, dentro das especificações do projeto e posterior montagem, segundo os prazos constantes

do cronograma de construção, ficando sob sua inteira responsabilidade todos os passos necessários para deixar a obra pronta, bem acabada e em perfeitas condições de funcionamento e operacionalidade.

8.10.2.1 Método executivo

Transporte, guarda e manuseio dos equipamentos

O transporte e o manuseio dos equipamentos deverão ser feitos com cuidado para que não sofram danos físicos. De forma geral, porém, é necessário observar os pontos mais sensíveis dos equipamentos, tais como peças móveis, superfícies usinadas e volantes, evitando-se manuseá-los nestas partes.

Deve-se evitar o contato direto de cabos de aço, cordas, garras ou correntes com o equipamento a ser manuseado e sempre utilizar manilhas, pinos, flanges falsos e faixas flexíveis para içá-los e transportá-los.

A estocagem deverá ser condizente com as características específicas de cada equipamento. O local e os métodos de estocagem deverão ser conforme indicado pelo fabricante e previamente aprovados pela Fiscalização.

De forma geral, os equipamentos e dispositivos especiais devem ser estocados sempre de maneira que a superfície de apoio seja a maior possível e coincidente com a parte dos mesmos de maior resistência mecânica às deformações.

As partes não revestidas dos equipamentos não deverão entrar em contato com o solo, recomendando-se a construção de berços e outros dispositivos apropriados. Cuidados especiais deverão ser tomados para manter a integridade dos revestimentos, pinturas e elementos não metálicos das peças, sempre em consonância com as recomendações do fabricante.

Estas especificações completam os métodos preconizados pelo fabricante do equipamento ou pelas normas pertinentes. As dúvidas serão dirimidas pela Fiscalização.

Instalação e montagem

A instalação do conjunto moto-bomba consistirá da fixação da bomba em sua base, a montagem do motor e dos equipamentos elétricos necessários ao seu funcionamento de acordo com os requisitos do projeto, das especificações técnicas e com as recomendações do fabricante.

Inspeção e recebimento, movimentação e armazenamento

Depois de remover o equipamento da sua embalagem, deve-se verificar se ocorreu algum dano no mesmo motivado pelo carregamento e transporte.

Caso alguma irregularidade tenha sido constatada, tal como falta de componentes ou algum dano no equipamento, o mesmo deve ser imediatamente substituído.

As bombas devem ser movimentadas com muito cuidado e segurança, a fim de se evitar acidentes ou danos no equipamento. Os componentes pesados do conjunto, quando movimentados individualmente, devem ser suspensos através do seu próprio olhal. Os conjuntos com mancal e base devem ser suspensos com o uso de faixas flexíveis, manilhas e outros dispositivos adequados, que não causem danos à estrutura dos mesmos.

No caso de haver necessidade de estocagem dos equipamentos por períodos longos, deve-se proceder regularmente a manutenção das partes móveis do mesmo, de acordo com as recomendações do fabricante, desmontando-se o conjunto, limpando suas partes internas com solventes orgânicos, limpando-se o selo mecânico etc.

A cada 15 dias, o eixo da bomba deve ser movimentado manualmente. Se houver dificuldade, deve-se girá-lo com a ajuda de uma alavanca, através da porca do rotor.

Instalação do conjunto moto-bomba

A instalação do conjunto moto-bomba deve ser executada por pessoal especializado, seguindo as recomendações do fabricante e os requisitos do projeto e especificações.

O conjunto bomba e motor será fornecido montado numa estrutura de aço rígida, que será fixada a uma base de concreto armado através de chumbadores com porcas e arruelas. A base deverá oferecer apoio rígido e permanente, de modo a absorver vibrações de intensidade normal que se manifestam durante a operação do conjunto.

A fundação em concreto armado deve ficar perfeitamente plana e nivelada, e os parafusos chumbadores devem ser colocados no concreto antes do endurecimento total do mesmo, posicionados de acordo com um gabarito de madeira confeccionado especificamente para tal fim.

Em casos especiais em que a base deva ser concretada sem os chumbadores, deverão ser deixadas cavidades na base de concreto de dimensões tais que permitam a posterior colocação e concretagem destes.

O conjunto deve ser colocado sobre a fundação de tal maneira que os parafusos chumbadores da base de concreto entrem nos furos da base metálica do mesmo. Fazendo-se uso de um nível, deve-se ajustar os parafusos niveladores a fim de que as faces do acoplamento dos flanges de sucção e recalque da bomba fiquem perfeitamente niveladas.

Depois do nivelamento da unidade sobre a base de concreto, depois que o conjunto moto-bomba seja cimentado na base de concreto e os parafusos chumbadores sejam apertados e depois de instalada a tubulação de sucção e recalque, deve ser feito o alinhamento dos eixos do motor e da bomba.

Para se verificar o alinhamento dos eixos do conjunto, deve-se utilizar um calibre de lâminas (alinhamento axial) e uma régua metálica (alinhamento radial), procedendo-se conforme recomendado pelo fabricante.

Quando o conjunto moto-bomba possuir base metálica conjugada, esta deve ser preenchida completamente com argamassa de cimento e areia no traço 1:3 em volume após o assentamento do conjunto sobre a fundação, para que exista um grau mínimo de vibrações na unidade motor/bomba.

A argamassa deve ser colocada tomando-se os seguintes cuidados:

Despejar a argamassa nas cavidades da base metálica e socá-la devidamente, a fim de evitar a formação de bolsas de ar no seu interior.

Depois que as tubulações forem conectadas e os parafusos chumbadores sejam apertados, verificar mais uma vez o alinhamento do conjunto.

Aproximadamente 14 dias após a aplicação da argamassa, ou quando esta se encontrar totalmente seca, fazer uma pintura a óleo em volta de toda a sua beirada, a fim de protegê-la contra a umidade.

Quando o alinhamento do conjunto estiver correto, os parafusos chumbadores devem ser apertados adequadamente, porém não com excesso. Nessa condição, a unidade pode ser cimentada na fundação. Os parafusos chumbadores não devem ser completamente apertados até que a argamassa tenha endurecido, o que acontece normalmente após 48 horas de sua aplicação.

A ligação da tubulação de sucção e recalque à bomba deve ser feita apenas após a cura completa da argamassa ou do concreto da fundação.

Os tubos de sucção e recalque devem ser instalados da maneira mais simples possível, possibilitando a fácil desmontagem do conjunto para eventual manutenção. Deve-se também verificar a possível existência de corpos estranhos no interior dos mesmos, removendo-os se existirem.

Os tubos de sucção e recalque nunca devem ser tracionados para as suas posições através dos parafusos dos flanges.

Bombas submersíveis

Para a montagem de bombas submersíveis com pedestal e tubo guia, a Contratada deverá verificar, inicialmente, as condições em que serão fixados o suporte superior do tubo guia, o suporte dos cabos e o pedestal ou conexão de descarga.

A altura da base de concreto e o grauteamento onde será fixado o pedestal ou conexão de descarga deverá garantir a altura mínima do fabricante, ficando perfeitamente nivelado, sendo sua localização rigorosamente conforme o projeto.

Todas as ligações ao transformador deverão ser feitas com conector apropriado, não sendo permitido o uso de solda. Recomendada pelo fabricante, entre o piso e a bomba a ser acoplada.

O suporte superior do tubo guia deverá estar alinhado com o seu respectivo encaixe no pedestal.

Posicionando o pedestal e o suporte através de alinhamento e nivelamento, colocar o tubo guia, que deverá ficar num plano vertical paralelo ao plano do flange de conexão da bomba.

Executar o grauteamento e, após a obtenção da resistência especificada, apertar as porcas dos chumbadores do suporte e pedestal.

Executar o assentamento da tubulação de recalque, fixar o suporte dos cabos, instalar as boias de nível, fixar a corrente de içamento, baixar a bomba e testar seu encaixe no pedestal.

Verificar nível de óleo, sentido de rotação, condições de isolamento do motor e cabos, além do sistema de aterramento.

Os testes em carga serão executados de acordo com as orientações do fabricante e na presença da Fiscalização.

Bombas submersíveis

Para a montagem de bombas submersíveis com pedestal e tubo guia, a Contratada deverá verificar, inicialmente, as condições em que serão fixados o suporte superior do tubo guia, o suporte dos cabos e o pedestal ou conexão de descarga.

A altura da base de concreto e o grauteamento onde será fixado o pedestal ou conexão de descarga deverá garantir a altura mínima do fabricante, ficando perfeitamente nivelado, sendo sua localização rigorosamente conforme o projeto.

Todas as ligações ao transformador deverão ser feitas com conector apropriado, não sendo permitido o uso de solda. Recomendada pelo fabricante, entre o piso e a bomba a ser acoplada.

O suporte superior do tubo guia deverá estar alinhado com o seu respectivo encaixe no pedestal.

Posicionando o pedestal e o suporte através de alinhamento e nivelamento, colocar o tubo guia, que deverá ficar num plano vertical paralelo ao plano do flange de conexão da bomba.

Executar o grauteamento e, após a obtenção da resistência especificada, apertar as porcas dos chumbadores do suporte e pedestal.

Executar o assentamento da tubulação de recalque, fixar o suporte dos cabos, instalar as bóias de nível, fixar a corrente de içamento, baixar a bomba e testar seu encaixe no pedestal.

Verificar nível de óleo, sentido de rotação, condições de isolamento do motor e cabos, além do sistema de aterramento.

Os testes em carga serão executados de acordo com as orientações do fabricante e na presença da Fiscalização.

Instalação dos transformadores de força

O transporte e o assentamento do transformador deverão ser feitos por meios apropriados, seu causar danos mecânicos ao equipamento.

A fixação do transformador no poste deverá ser feita de acordo com as recomendações

As caixas de ligação deverão ficar limpas e secas.

O cabo terra deverá ser firmemente ligado à carcaça do transformador, através do conector próprio, não sendo permitido o uso de conexões soldadas. O cabo terra não deverá ter emenda desde sua ligação ao transformador até o sistema de aterramento.

Montagem dos painéis elétricos

O local onde será instalado o painel deverá estar completamente limpo, acabado e preparado para receber o equipamento.

Antes de ser colocado o equipamento em seu local definido, deverão ser verificadas as dimensões deste local, que deverão coincidir perfeitamente com os furos próprios do equipamento.

O painel deverá ser firmemente fixado, nivelado e deverão ser observadas as recomendações do fabricante.

Os equipamentos removíveis, quando fornecidos em embalagens separadas dos quadros, deverão ser limpos, inspecionados, ajustados e testados, antes de sua instalação.

Todos os equipamentos deverão ser instalados e fixados nos respectivos locais de forma simples, sem artifícios ou adaptações inconvenientes, a fim de que sua remoção, em qualquer tempo, possa ser feita sem dificuldades.

Todas as partes metálicas, onde a pintura tenha sido afetada, deverão ser retocadas, recebendo acabamento apropriado.

Todas as ligações aos equipamentos deverão ser feitas por meio de conectores apropriados, não sendo permitido o uso de conexões soldadas.

As ligações deverão ser feitas de acordo com as recomendações do fabricante, evitando curvas que prejudiquem a isolação dos cabos e sem forçar os terminais dos equipamentos.

Se o barramento do painel (principal ou derivação) for isolado, a conexão e a parte não isolada do cabo secundárias deverão ser verificadas e apertadas nos locais onde estiverem frouxas.

O cabo terra deverá ser fixado em local próprio e não deverá possuir emenda desde o equipamento até o sistema de aterramento.

Deverá ser feita limpeza dos equipamento e verificação geral quanto às suas locações corretas e alguma possível irregularidade.

Procedimentos durante a partida inicial:

Verificar se o conjunto está alinhado e firmemente fixo na base;

Verificar a estanqueidade das tubulações, principalmente a de sucção;

Verificar o nível de óleo do mancal. Deve-se usar óleo SAE 30 sem HD;

Colocar a proteção do acoplamento fixando-a firmemente na base;

Verificar o sentido de rotação do motor, imprimindo um ligeiro toque na botoeira manual de partida. Caso o motor esteja girando no sentido contrário ao da seta que está gravada no corpo da bomba, inverter a ligação no motor elétrico;

Fechar o registro de recalque e abrir o registro de sucção, quando houver;

Ligar definitivamente o motor;

Abrir lentamente o registro de recalque.

Verificar a corrente do motor (Esta não pode ultrapassar o seu valor nominal).

Assentamento de válvula de pé

Para a montagem de válvulas com flanges deverão ser verificados a sua locação e o seu posicionamento, de acordo com o projeto, levando em conta ainda a acessibilidade para sua manutenção ou eventual troca.

Antes da montagem deverá ser feita a verificação das condições do flange fixo onde será colocada a válvula, cuja face deverá estar obrigatoriamente perpendicular ao eixo da tubulação, bem como a posição dos furos do flange, visto que o plano vertical do eixo do tubo deverá passar pelo meio da distância que separa os dois

furos superiores. Esta condição poderá ser verificada com a utilização de nível de bolha aplicado aos dois furos superiores do flange.

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

Alinhamento ou nivelamento deverão ser executados nos tubos através de cortes ou desbastes, desde que autorizado pela Fiscalização.

Após a retirada da válvula do almoxarifado, a Contratada deverá limpar a peça, lubrificar, acionar o mecanismo de abertura e fechamento, verificar as condições das sedes de vedação e as próprias vedações. Este serviço deverá ser executado com o acompanhamento da Fiscalização e do supervisor de montagem do fabricante.

As juntas ou anéis de vedação a ser utilizados deverão estar de acordo com as normas de fabricação dos flanges. Quanto aos dimensionais e à espessura e composição do material, deverão estar de acordo com o projeto.

É importante que se observe o sentido do fluxo para a compatibilidade dos sistemas de operação e vedação recomendados pelo fabricante.

O alinhamento da válvula 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 no seu local de montagem, a Contratada deverá observar as normas indicadas para levantamento e transporte pelo fabricante,

evitando assim danos em sedes de vedação, vedações, acionamentos, revestimentos e outros.

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, diametralmente opostos, graduando, através de torquímetro, o ajuste em pelo menos dois ciclos completos, antes do aperto final.

Estando a válvula instalada, limpa e lubrificada, será acionada para serem observadas suas condições operacionais.

8.10.2.2 Critérios de controle

Qualquer peça, material ou equipamento que seja fornecido fora das especificações, sendo rejeitado pela Fiscalização, será prontamente substituído pela Contratada, sem ônus para a Contratante.

Todas as montagens deverão ser executadas em consonância com os projetos executivos, as prescrições contidas nas presentes especificações,

Normas Técnicas da ABNT e na falta destas, normas nacionais ou internacionais pertinentes.

Nenhuma montagem poderá ser executada pela Contratada sem que seus planos de montagem tenham sido submetidos à aprovação e liberação prévia da Fiscalização.

A execução das montagens somente poderá ser feita por profissionais devidamente habilitados, o que não eximirá a Contratada de qualquer das responsabilidades pelo perfeito funcionamento das instalações.

Quaisquer serviços iniciados sem a observação dessas exigências serão sumariamente recusados pela Fiscalização, correndo por conta da Contratada todos os ônus relativos à re-execução dos serviços.

Todos os materiais e equipamentos a serem utilizados deverão ter a garantia de que foram fabricados dentro das normas pertinentes e especificações do projeto, fornecida pelo fabricante.

A Fiscalização poderá recusar os equipamentos e materiais que, a seu critério, não se enquadrem nas garantias de qualidade exigidas.

A forma de garantia será a estabelecida de comum acordo entre a Contratada e a Fiscalização, respeitando as condições contratuais.

Todos os equipamentos serão submetidos a controle visual, dimensional e de qualidade de seus componentes, com a presença da Fiscalização.

A Fiscalização deverá exigir da Contratada a apresentação de toda documentação técnica dos equipamentos, a ser fornecida pelos fabricantes, compreendendo entre outros: desenhos de fabricação com indicação das peças componentes, certificados de materiais, certificados de testes, manuais de instrução para instalação, operação e manutenção.

Serão rejeitados aqueles que apresentem defeitos de fabricação ou que tenham sofrido avarias no transporte, bem como os que contrariem frontalmente as especificações de fabricação e de projeto.

8.10.2.3 Critérios de medição e pagamento

A montagem de conjuntos moto-bomba será medida por unidade executada, devidamente testada e aprovada pela Fiscalização.

O pagamento da instalação de bombas será feito de acordo com o respectivo item na planilha geral de preços da obra, por unidade implantada, e no preço proposto deverão estar incluídos todos os custos com materiais, mão de obra, encargos sociais, máquinas e equipamentos, tarifas e tributos.

Os testes de funcionamento, a interligação com as tubulações de sucção e recalque, os painéis de comando e as instalações elétricas necessárias ao funcionamento do conjunto também estarão inclusos no preço proposto.

Os serviços de execução da base em concreto, escavação, reaterro, pintura de barriletes etc. serão remunerados separadamente.

O pagamento da instalação das válvulas de pé será feito por unidade instalada, e no preço do serviço estarão incluídos todos os custos com mão de obra, máquinas e equipamentos utilizados, tributos e tarifas.

Em ambos os serviços, o fornecimento do material a ser instalado será feito pela Contratante, salvo disposição contrária definida em contrato.

8.10.3 Fornecimento de equipamentos

8.10.3.1 Bombas

Para o sistema de tratamento em questão serão utilizadas as seguintes bombas descritas abaixo:

Bombeamento PULMÃO/ETA

Marca:	APN 3X2X8 60 hz
Tensão:	220 V/380
Potência:	3,00 CV
RPM:	1750
Vazão de bombeamento:	18,00 m³/h
Altura Manométrica:	12,95 m.c.a
Tempo de bombeamento:	1 horas
Nº de bombas:	1 + 1 (reserva)
Nº de partida (por bomba):	4 vez/dia

Bombeamento APOIADO/ELEVADO

Marca:	INI 50160 60 hz
Tensão:	220 V/380
Potência:	3,00 CV
RPM:	1750
Vazão de bombeamento:	50,00 m³/h
Altura Manométrica:	8,50 m.c.a
Tempo de bombeamento:	1 horas
Nº de bombas:	1
Nº de partida (por bomba):	3 vez/dia

Bombeamento RETROLAVAGEM

Marca:	INI 40160 60hz
Tensão:	220 V/380
Potência:	2,00 CV
RPM:	1750
Vazão de bombeamento:	19,60 m³/h
Altura Manométrica:	11,01 m.c.a
Tempo de bombeamento:	2 horas
Nº de bombas:	1
Nº de partida (por bomba):	1 vez/dia

8.10.3.2 Floco Decantador Vertical (Clarificador Claripetra)

Equipamento destinado à floculação e posterior decantação dos materiais em suspensão presentes na água bruta. Possuirá as seguintes especificações:

Floco Decantador tipo Claripetra com 1900 mm de diâmetro com altura cilíndrica de 2400 mm;

Meio filtrante poroso em gradiente de dimensões para floculação em altas taxas.

8.10.3.3 Filtro De Areia

Unidade de filtração rápida com taxa declinante variável e fluxo descendente com taxa média de filtração de 360 m³/m²/dia em leito filtrante de areia suportado por camadas de seixos rolados e sistema de auto-lavagem onde um filtro é lavado utilizando-se a água filtrada. Possuirá as seguintes especificações:

Sistema de Filtração em Areia composto por um filtro de 900 mm de diâmetro com altura cilíndrica de 1200 mm;

Meio filtrante de areia classificada;

Fundo falso crepinado.

8.10.3.4 Bombas dosadoras de Químicos

Bombas composta de motor e cabeçotes apropriados para a dosagem de produtos químicos em estações de tratamento de água. Aspiram um determinado volume de

líquido e pressionam-no para a linha de dosagem através de pulsos. A capacidade de dosagem poderá ser regulada através do ajuste do volume do pulso e do número de pulsos por unidade de tempo. Deste modo, é encontrada uma dosagem constante e exata mesmo com variações na contrapressão.

8.10.3.5 Tanques para Químicos

Tanques para preparo de soluções químicas que serão dosadas durante a operação da Estação de Tratamento de água. O tanque de mistura em polipropileno, tanque plástico, é utilizado para armazenamento de produtos químicos, processos industriais ou estações de tratamento de efluentes. Montados com bomba dosadora e agitador, substituem pré-fases de preparação, em reatores.

8.10.3.6 Válvulas de desvio de fluxo para Retrolavagem dos Filtros

Equipamento que visa facilitar a operação permitindo que se possa realizar a retrolavagem por inversão de fluxo nos filtros de areia e Floco-Decantador. As Válvulas de Retrolavagem de Filtros fecham a entrada do filtro, mudando a vazão da água para a direção oposta, passando através do elemento filtrante rumo ao dreno. A rapidez de DP alto cria as forças hidráulicas necessárias para remover os depósitos incrustados no filtro rumo à atmosfera, limpando, dessa forma, o elemento filtrante. As Válvulas de Controle de Vazão limitam a vazão de retrolavagem o filtro contra excessos na velocidade de vazão e no DP.

8.11 MATERIAL DRENANTE DO LEITO DE SECAGEM

As dimensões para o leito de secagem foram adotadas em função do volume de lodo descartado durante 5 dias ($v = 5 \times 1,0 = 5,0 \text{ m}^3$) com profundidade de 0,35 m. Dessa forma a profundidade do leito de secagem é de:

$$H = 5 / 0,40 \approx 12 \text{ m}^2$$

$$A = 3,0 \times 4,0 = 12,00 \text{ m}$$

O leito terá fundo inclinado dotado de tubulação de drenagem perfurada, que escoará o percolado ao tanque de clarificação, sobre o qual deverá existir uma camada de brita com espessura de 0,2 m

8.11.1.1 Medição

Em metros cúbicos (m³) de volume das camadas de materiais utilizados, conforme projeto.

Tijolos (alvenaria em tijolo cerâmico maciço 5x10x20cm 1/2 vez (espessura 5cm) como) será pago de acordo com a unidade.

8.11.1.2 Pagamento

O pagamento do item será realizado conforme previsto nos ITEMS 15.0 a 15.16 do Termo de Referência e, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

8.11.1.3 Preço unitário

Deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

8.12 FOSSA SÉPTICA

Compreende o fornecimento e a instalação de fossa séptica e de seus dispositivos acessórios. Estas estruturas, quando associadas a outras instalações complementares, constituem uma alternativa sanitária.

São encaminhados a fossa séptica todos os despejos domésticos oriundos de chuveiros, lavatórios, bacias sanitárias, bidês, mictórios e ralos de áreas internas.

8.12.1 Medição

A medição será efetuada por unidade de fossa instalada ou construída, completa com seus acessórios e interligada ao sumidouro ou ao coletor público de esgotos e aprovada pela FISCALIZAÇÃO, de acordo com sua capacidade.

8.12.2 Pagamento

O pagamento do item será realizado conforme previsto nos ITEMS 15.0 a 15.16 do Termo de Referência e, observando o efetivamente executado pela contratada, obedecendo ao limite constante na planilha orçamentária da licitante vencedora.

ÍNDICE GERAL

- VOLUME 1 - RELATÓRIO SÍNTESE DO PROJETO
- VOLUME 2 - SERVIÇOS DE CAMPO
 - TOMO I - CARTOGRAFIA
 - TOMO II - GEOTECNIA
 - TOMO III - PEDOLOGIA
- VOLUME 3 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS
 - TOMO I - OBRAS CIVIS
 - TOMO II - EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS
 - TOMO III - EQUIPAMENTOS ELETROMECÂNICOS
 - TOMO IV - EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS
 - TOMO V - SISTEMA DE AUTOMAÇÃO
- VOLUME 4 - PEÇAS GRÁFICAS
- VOLUME 5 - MEMORIAL DE CÁLCULO E DIMENSIONAMENTOS
- VOLUME 6 - ORÇAMENTO DO PROJETO
 - TOMO I - MEMORIAL DESCRITIVO E QUANTITATIVOS
 - TOMO II - COMPOSIÇÕES DE CUSTOS
 - TOMO III - PLANILHAS ORÇAMENTÁRIAS
 - TOMO IV – CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO DA OBRA
 - TOMO V- PROPOSTA DOS FORNECEDORES
- VOLUME 7 - ESTUDOS AMBIENTAIS
- VOLUME 8 - PROJETOS COMPLEMENTARES
 - TOMO I – PROJETO ELETRICO
 - TOMO II – PROJETO AUTOMAÇÃO/COMUNICAÇÃO
 - TOMO III – PROJETO ESTRUTURAL
 - TOMO IV – INSTALAÇÕES HIDROSANITARIA
- VOLUME 9 - RELATÓRIO DE DESAPROPIAÇÃO
- VOLUME 10 - MANUAL DE OPERAÇÃO DO SISTEMA

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	2
APRESENTAÇÃO	3
1 EQUIPAMENTOS DO SISTEMA	4
1.1 SISTEMA DE ÁGUA TRATADA.....	5
2 OPERAÇÃO DO CONJUNTO MOTO-BOMBA	9
2.1 CUIDADOS PRELIMINARES	9
2.2 PROBLEMAS DURANTE A OPERAÇÃO	12
3 MANUTENÇÃO PREVENTIVA.....	18
3.1 PARTIDA E FUNCIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS.....	18
3.2 DIAGNÓSTICOS BÁSICOS E LOCALIZAÇÃO DAS AVARIAS	19
3.3 MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS COMUNS	21
3.4 MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS	22
4 FERRAMENTAS USADAS NA MANUTENÇÃO.....	30
5 PRINCÍPIOS BÁSICOS SOBRE HIGIENE E SEGURANÇA.....	31
5.1 EQUIPAMENTO PESSOAL DE SEGURANÇA	31
6 REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA	32
6.1 CARGA, TRANSPORTE E DESCARGA DE PEÇAS, TUBOS E CONEXÕES	32
6.2 ASSENTAMENTO DE PEÇAS, TUBOS E CONEXÕES	33
6.3 MOMENTO DE TRANSPORTE DE MATERIAIS	36
7 RESERVATÓRIOS.....	37
7.1 DETECÇÃO DE VAZAMENTOS.....	37
7.2 LIMPEZA DOS RESERVATÓRIOS	38
8 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA	41
8.1 ANÁLISES DE ROTINA.....	42
8.2 CASA DE QUÍMICA.....	44
8.3 FILTRAÇÃO	46
8.4 LEITOS DE SECAGEM.....	47
8.5 MANUTENÇÃO PREVENTIVA E CORRETIVA DE EQUIPAMENTOS.....	49
8.6 DISSIPADORES DE ENERGIA.....	49
8.7 CONSERVAÇÃO DA ETA.....	49
9 OPERADORES DO SISTEMA.....	50

APRESENTAÇÃO

O Canal do Sertão Alagoano se consolida como a principal obra estruturante em andamento no estado, com objetivo de garantir o abastecimento de água aos municípios da bacia do rio São Francisco, zonas do sertão, transição e agreste alagoano, passando a viabilizar projetos tradicionais ligados à agricultura e pecuária, pois eliminará boa parte dos problemas que eram fatores limitantes na captação da calha do rio São Francisco.

Desta forma, as populações rurais difusas tradicionais, poderão ser atendidas em suas demandas de água. Principalmente as relativas ao abastecimento humano, pois sistemas de adução poderão agora ser propostos e efetivados e esta água então distribuída para as comunidades, através de subsistemas e redes de distribuição, além de possibilitar acesso aos perímetros irrigados, quintais, lotes e demais áreas rurais difusas.

Este sistema de distribuição de água para abastecimento, irrigação e dessedentação animal, além de promover o planejamento de ações territoriais para o desenvolvimento dos arranjos produtivos, demonstra também que poderá aliviar a sobrecarga de demanda e desperdícios de água tratada dos sistemas de abastecimento coletivos locais.

O objeto do Contrato de Prestação de Serviços nº 5.045.000/2013 firmado entre a empresa COHIDRO Consultoria Estudos e Projetos, Ltda. e a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba - CODEVASF (doravante denominada CODEVASF) é o desenvolvimento dos serviços técnicos para elaboração do Projeto Básico de Sistemas de Abastecimento de Água para consumo humano e aproveitamento hidroagrícola em comunidades rurais difusas localizadas nos municípios de Pariconha, Delmiro Gouveia e Água Branca, no Estado de Alagoas, com suprimento hídrico pelo Canal do Sertão Alagoano.

O objetivo principal deste relatório é apresentar o MANUAL DE OPERAÇÕES do sistema de água tratada do Subsistema XII, que as comunidades: – COMUNIDADES DE ROLAS, CAMPINHO, TANQUE, VERDÃO, CAPIM, CALDEIRÃO, QUEIMADAS, CARAIBEIRAS DO TEODOSIO, ARATICUM (GERIPANCÓ), FIGUEREDO (GERIPANCÓ), OURICURI (GERIPANCÓ), TABULEIRO, PIANCÓ, PÉ DE SERRA, VIEIRA MOXOTÓ, SERROTE DO OVOS,

CACHOEIRA, POÇO DA AREIA, SERRA DO ENGENHO, SERRA DOS VITÓRIOS, SERRA DA JUREMA E DA BAIXA VERDE. Parte das informações contidas neste relatório foram construídas com base nos seguintes documentos:

- a) HeliBombas - Manual de instalação e operação de bombas anfíbias (apresentada em anexo A).

1 EQUIPAMENTOS DO SISTEMA

1.1 SISTEMA DE ÁGUA TRATADA

1.1.1 Manancial

- a) Reservatório de água bruta do sistema de aproveitamento hidro agrícola

1.1.2 Reservação de água tratada

- a) Capacidade dos reservatórios:

i. Apoiado: 150 m³

ii. Elevado: 50m³

- a) Sistema de Recalque

Tabela 1 – Bombas dimensionadas do recalque

Sistema	Potência (CV)	Vazão (m ³ /h)	Altura Manométrica (m.c.a)	Recalque DN (mm)
APOIADO/ELEVADO	3,0	20,00	10,06	75
RETROLAVAGEM	3,0	19,60	9,98	75

- i. Bombeamento APOIADO/ELEVADO:

Tensão:	220 V/380
Potência:	3,00 CV
RPM:	1750
Vazão de bombeamento:	20,00 m ³ /h
Altura Manométrica:	10,06 m.c.a
Tempo de bombeamento:	2 horas
Nº de bombas:	1
Nº de partida (por bomba):	3 vez/dia

- i. Bombeamento RETROLAVAGEM:

Tensão:	220 V/380
Potência:	3,00 CV
RPM:	1750
Vazão de bombeamento:	19,60 m ³ /h
Altura Manométrica:	9,98 m.c.a

Tempo de bombeamento: 2 horas
Nº de bombas: 1
Nº de partida (por bomba): 1 vez/dia

1.1.3 Reservação

- a) Tipo: Apoiado (150m³) + Elevado (40m³)
- b) Capacidade: 190 m³

1.1.4 Distribuição

- a) Rede principal
 - i. Tipo: PVC

DN	COMPRIMENTO
50	43315,58
75	2674,13
100	6226,48
150	101,21
TOTAL	52317,40

1.1.5 Sistema elétrico

- a) Transformador de potência
 - i. Potência: 15 kVA
 - ii. Nº de fases (primária): 03
 - iii. Tensão primária: 13800/13200/12600/12000 V
 - iv. Tensão secundária: 380/220 V
 - v. Frequência: 60 hz
- b) Aterramento
 - i. Bitola: seção 25 mm²
 - ii. Resistência ôhmica: 5 ohm
- c) Medição

A medição de energia será realizada na baixa tensão, do tipo direta, através de um medidor de Kwh e de medidor kVarh instalado em caixa de alumínio tipo M3 externo padrão EDAL, e ficará sob responsabilidade do consumidor.

1.1.6 Estação de tratamento de água

- a) Capacidade: 9 m³/h
- b) Tipo de Tratamento: Dupla Filtração

1.1.6.1 EQUIPAMENTOS:

- a) Floco Decantador Vertical (Clarificador Claripetra)

Equipamento destinado à floculação e posterior decantação dos materiais em suspensão presentes na água bruta.

- b) Filtro De Areia

Unidade de filtração rápida com taxa declinante variável e fluxo descendente com taxa média de filtração de 360 m³/m²/dia em leito filtrante de areia suportado por camadas de seixos rolados e sistema de auto-lavagem onde um filtro é lavado utilizando-se a água filtrada.

- c) Bombas dosadoras de Químicos

Bombas composta de motor e cabeçotes apropriados para a dosagem de produtos químicos em estações de tratamento de água.

- d) Tanques para Químicos

Tanques para preparo de soluções químicas que serão dosadas durante a operação da Estação de Tratamento de água.

- e) Válvulas de desvio de fluxo para Retrolavagem dos Filtros

Equipamento que visa facilitar a operação permitindo que se possa realizar a retrolavagem por inversão de fluxo nos filtros de areia e Floco-Decantador.

1.1.6.2 SALA DE QUÍMICA

- a) TANQUE DE REAGENTES

Os tanques de reagentes deverão ser lavados mensalmente removendo-se todas as incrustações e o material depositado.

b) MISTURADORES ELÉTRICOS

Os misturadores elétricos deverão ter seu eixo e hélice lavados mensalmente.

c) BOMBA DOSADORA

As cabeças das bombas dosadoras (em especial as válvulas de retenção), deverão ser limpas constantemente. A lubrificação com graxa de boa qualidade deverá ser efetuada mensalmente enquanto que a troca de óleo do redutor deverá ser efetuada anualmente, com óleo mineral 90. O nível do mesmo deverá ser verificado semanalmente.

A manutenção dos demais equipamentos, deverá seguir as recomendações gerais aplicadas a indústria.

Em princípio anualmente os vasos deverão ser inspecionados em seu interior, verificando-se o seu estado. Caso necessário se aplicará um reforço da pintura, devendo-se no entanto primeiramente efetuar a devida limpeza.

No filtro deverá observar-se o nível da areia bem como o seu estado. Aproximadamente a cada 2 anos, deve-se proceder a substituição da areia filtrante.

2 OPERAÇÃO DO CONJUNTO MOTO-BOMBA

2.1 CUIDADOS PRELIMINARES

Antes de colocar o sistema pela primeira vez em operação, verifique os seguintes itens:

- d) Se a bomba e o motor estão fixados firmemente na base;
- e) Se as tubulações de sucção e recalque estão fixadas;
- f) Se as ligações elétricas e os sistemas de proteção do motor, encontram-se ajustados e funcionando;
- g) Se o conjunto está alinhado;
- h) Se os mancais da bomba estão lubrificados corretamente;
- i) Montar a proteção do acoplamento (se houver);
- j) Se o conjunto girante roda livremente, verificar manualmente;
- k) Se a luva de acoplamento está lubrificada, caso esta exigir lubrificação;
- l) Verificar o sentido de rotação do motor, se possível com a bomba desacoplada para evitar operação com a mesma em seco;
- m) Se a bomba esta escorvada;
- n) Se a bomba é equipada com câmara de resfriamento, líquido de selagem ou lavagem, verifique se as tubulações estão conectadas e colocar em funcionamento;
- o) Se a bomba é equipada com engaxetamento convencional, as porcas da sobreposta devem estar encostadas, não apertadas.

2.1.1 Escorva

É o processo de enchimento da bomba e tubulação de sucção com o líquido a ser bombeado antes da operação. Sem isto a bomba não é capaz de bombear, no caso de sucção negativa. Diversos sistemas de escorvamento podem ser escolhidos, citando-se entre eles os seguintes:

- a) Se o reservatório de sucção é superior à linha de centro da bomba, basta encher o reservatório e abrir as válvulas de sucção e recalque que a bomba estará escorvada;
- b) Se o reservatório é mais baixo que a bomba e a tubulação de sucção tem válvula de pé, basta abrir o furo de escorvamento (se houver) e colocar água até encher o tubo de sucção e a bomba. Se a tubulação de recalque tem válvula de retenção, basta colocar um sistema de “By-Pass”, entre as partes posteriores e anteriores da válvula, sendo necessário somente abrir o registro de bloqueio do “By-Pass”, deixando também o furo de escorvamento aberto. Após a operação recolocar o tampão no furo de escorvamento.

2.1.2 Acionamento

A instalação elétrica do motor de acionamento deve estar de acordo com os dados da placa do motor. Para motores maiores que 7,5 cv, a partida não deve ser direta, instalando-se tipos de chaves que reduzam a corrente inicial, evitando sobrecargas na rede elétrica. Dispositivos de proteção adequado também devem ser previstos para assegurar o motor contra imprevistos no fornecimento de energia elétrica. Para motores a combustão interna, é conveniente prever um sistema de escape adequado, evitando a operação em ambientes totalmente fechados. É importante verificar todos os procedimentos previstos no catálogo do fabricante, antes da partida.

2.1.3 Partida da bomba

O procedimento de partida pode variar com a instalação, porém os seguintes itens devem ser observados:

- a) O registro da sucção deve ser totalmente aberto. Se a tubulação de recalque está vazia, o registro de recalque deve ser fechado antes da partida com exceção dos casos de bombas operando com ácidos em que o registro fechado, poderá fazer aumentar a temperatura e tornar o ácido mais corrosivo. Este registro deve ser aberto tão logo que o motor atinja a rotação de trabalho;
- b) Dê a partida no motor;

- c) Verifique se a bomba esta recalando. Um manômetro colocado na saída pode fornecer tal informação;
- d) Quando o equipamento estiver operando, verifique a corrente elétrica no motor ou a rotação no caso de motores a combustão;
- e) Com cerca de meia hora de operação, verifique a temperatura dos mancais; a mesma poderá atingir até 50°C, acima da temperatura ambiente, não devendo, porém, a soma exceda à 90°C. Proceda ao ajuste da sobreposta da seguinte maneira:
 - i. Aperte as porcas dos prisioneiros, uma volta por vez alternadamente até que o vazamento esteja dentro dos níveis aceitáveis. Leve gotejamento deve ser mantido para lubrificar e refrigerar as gaxetas, cerca de 30 (trinta) gotas por minuto;
 - ii. O aperto das porcas deve ser simétrico para que a sobreposta fique posicionada corretamente.

2.1.4 Parada da bomba

O procedimento de parada também pode variar, porém os seguintes itens devem ser observados:

- a) Se o recalque não tem válvula de retenção, feche o registro de gaveta. A não observância deste procedimento pode causar sérios danos à bomba, principalmente no caso de instalações de grande porte;
- b) Desligue o motor;
- c) Feche as tubulações auxiliares, se houver, desde que não contrarie as indicações do fabricante do selo mecânico;
- d) Se a bomba deve ficar parada por longo período, a carcaça e a caixa de gaxetas devem ser drenadas;
- e) A sobreposta não deve ser apertada para estancar o vazamento a menos que seja feito um desaperto antes da nova partida.

2.2 PROBLEMAS DURANTE A OPERAÇÃO

Se observados os procedimentos recomendados para instalação e operação, a bomba deve operar satisfatoriamente sem cuidados especiais. Porém se houver algum problema verificar os seguintes itens antes de contatar a fábrica ou qualquer outro tipo de assistência técnica.

2.2.1 A bomba não recalca

- a) Houve perda de escorva;
- b) A altura manométrica do sistema, não foi dimensionada corretamente, sendo maior do que aquela, para a qual a bomba foi especificada;
- c) O N.P.S.H. disponível não é suficiente, ou seja, a altura de sucção é maior que a máxima admissível, ou a pressão de vapor do líquido está próxima da pressão de sucção;
- d) A rotação do motor de acionamento está abaixo do valor previsto;
- e) O motor gira em sentido contrário ao do indicado pela seta na carcaça da bomba;
- f) Bolhas de vapor ou ar na tubulação de sucção;
- g) Entrada de ar na tubulação de sucção ou nos elementos de vedação da bomba (juntas, selos mecânicos, ou gaxetas sem apertos suficientes);
- h) Entrada da tubulação de sucção pouco imersa no líquido.

2.2.2 Vazão menor que a requerida

- a) Bomba mal dimensionada. A altura manométrica é maior que a especificada;
- b) Rotação do motor abaixo da nominal;
- c) Rotor parcialmente entupido;
- d) N.P.S.H. disponível insuficiente (ocorrência de cavitação), ou seja, altura de sucção demasiadamente elevada, pressão do vapor do líquido próxima à pressão de sucção;
- e) Válvula de pé muito pequena ou obstruída;
- f) Válvula de pé pouco submersa;

- g) Sentido de rotação errado;
- h) Quantidades excessivas de ar ou gases dissolvidos no líquido;
- i) Bolsões de ar na tubulação de sucção;
- j) Entrada de ar na sucção ou nas vedações da bomba;
- k) Tubulação do líquido de selagem obstruída ocasionando má vedação do selo mecânico (se houver);
- l) Viscosidade do líquido maior do que a usada na seleção da bomba;
- m) Anéis de desgaste muito desgastados;
- n) Rotor avariado.

2.2.3 Pressão insuficiente

- a) Sentido da rotação errado;
- b) Rotação abaixo da nominal;
- c) Rotor avariado ou obstruído;
- d) Altura manométrica maior que a especificada;
- e) N.P.S.H. disponível insuficiente;
- f) Entrada de ar na sucção ou nas vedações;
- g) Anéis de desgaste muito desgastados.

2.2.4 A bomba perde o escorvamento após a partida

- a) Entrada de ar na sucção ou vedações;
- b) Altura de sucção demasiadamente elevada;
- c) Operação muito no início da curva característica (Vazão abaixo de 30% do ponto de máximo rendimento para o rotor especificado);
- d) N.P.S.H. disponível insuficiente;
- e) Bolsões de ar na tubulação de sucção.

2.2.5 A bomba sobrecarrega o motor

- a) Altura manométrica muito abaixo da especificada;
- b) Viscosidade ou densidade do líquido maior que a especificada;
- c) Rotor com diâmetro maior que o necessário;
- d) Rotação acima da especificada;
- e) Engaxetamento feito incorretamente;
- f) Atrito entre as partes móveis e fixas da bomba;
- g) Desalinhamento do conjunto;
- h) Rolamentos danificados;
- i) Sobreposta demasiadamente apertando o engaxetamento.

2.2.6 Vibração excessiva.

- a) Desalinhamento do acoplamento;
- b) Eixo empenado;
- c) Conjunto girante desbalanceado (Rotor);
- d) Fundações incorretas;
- e) Rotor obstruído;
- f) N.P.S.H. disponível insuficiente;
- g) Operação muito no início da curva característica;
- h) Válvula de pé muito pequena ou insuficientemente submersa;
- i) Rolamentos danificados;
- j) Excesso de graxa nos rolamentos;
- k) Poeira ou sujeira nos rolamentos;
- l) Montagem incorreta dos rolamentos;
- m) Atrito entre partes fixas e móveis;
- n) Rolamentos enferrujados devido à entrada de água na caixa dos mancais.

2.2.7 Engaxetamento com vida curta

- a) Desalinhamento;
- b) Eixo empenado;
- c) Eixo ou bucha do eixo demasiadamente ásperos ou corroídos na região do engaxetamento;
- d) Rolamentos danificados;
- e) Refrigeração e lubrificação insuficientes;
- f) Sobreposta demasiadamente apertada;
- g) Tipo de gaxetas incorretamente selecionada;
- h) Anel lanterna fora de sua posição correta;
- i) Rotor desbalanceado;
- j) Folga diametral excessiva entre o fundo da caixa de gaxetas e o eixo, fazendo com que o engaxetamento seja forçado para dentro da bomba;
- k) Líquido de selagem sujo com abrasivos, provocando a erosão da bucha do eixo.

2.2.8 Vazamento excessivo na caixa de gaxetas

- a) Desalinhamento;
- b) Eixo empenado;
- c) Rolamento danificado;
- d) Bucha muito desgastada;
- e) Seleção incorreta do tipo de engaxetamento;
- f) Falha do sistema de resfriamento ou lubrificação;
- g) Anel lanterna em posição incorreta;
- h) Engaxetamento já no final de sua vida, devendo ser substituído.

2.2.9 Vida Curta do selo mecânico

- a) Desalinhamento interno das peças evitando que a sede estacionária e o anel rotativo do selo se adaptem corretamente;
- b) Eixo empenado;
- c) Selo mecânico incorretamente selecionado;
- d) Selo mecânico mal instalado;
- e) Presença de sólidos em suspensão no líquido, quando estes não são previstos;
- f) Falha da refrigeração ou lubrificação;
- g) Bucha ou eixo girante fora de centro devido a rolamentos desgastados.

2.2.10 O selo mecânico vaza excessivamente

- a) Má instalação do selo mecânico;
- b) Desalinhamento de peças internas;
- c) Seleção incorreta do selo mecânico;
- d) Desbalanceamento do conjunto girante;
- e) Vazamento por baixo da bucha por falha da vedação;
- f) Bucha do eixo girando fora de centro;
- g) Selo mecânico trabalhando com abrasivo sem ser especificado para tal;
- h) Houve falha de refrigeração ou lubrificação;
- i) O selo chegou ao final de sua vida útil.

2.2.11 Vida curta dos rolamentos

- a) Desalinhamento do acoplamento;
- b) Eixo empenado ou avariado;
- c) Carga axial elevada devido a entupimento dos furos de equilíbrio do rotor;
- d) Desalinhamento interno devido a esforços de tubulações;
- e) Falta de lubrificação;

- f) Excesso de graxas nos rolamentos;
- g) Tipo de graxa ou óleo fora do especificado pelo fabricante;
- h) Avarias ocorridas durante a montagem dos rolamentos;
- i) Entrada de poeira ou água na caixa dos mancais;
- j) Operação com rotações acima das especificadas;
- k) Anéis de desgaste muito desgastados;
- l) Líquidos com densidade diferente do especificado.

2.2.12 Superaquecimento da bomba ou grimpamento

- a) Operação com válvula de descarga fechada ou vazão reduzida;
- b) Falta de lubrificação;
- c) Falta de escorva ou funcionamento a seco;
- d) Atrito entre superfícies fixas e móveis;
- e) Rolamentos desgastados por tempo de uso;
- f) Desalinhamento do acoplamento ou empeno do eixo.

3 MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Para realização do trabalho da manutenção preventiva como também o da inspeção dos órgãos do sistema é necessário parar as máquinas, o que pode se traduzir em uma perda na produção. Portanto, este trabalho deverá ser feito num momento que não prejudique o fornecimento normal de água, e deve ser feito sempre que possível com aviso prévio aos consumidores, respeitadas todas as normas de regulação.

3.1 PARTIDA E FUNCIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS

3.1.1 Conjunto Moto-Bomba

Antes do operador acionar as eletrobombas deverá primeiro verificar o equipamento de MEDIDA instalado no quadro elétrico, neste caso, o VOLTÍMETRO, se a tensão na rede está dentro dos parâmetros técnicos, isto é, 380 e 220 V. Se os valores estiverem mais ou menos 10% além do valor normal, não deve ser feito o acionamento das bombas.

Observações:

Durante o funcionamento, o Operador deve verificar o registro do AMPERÍMETRO se os valores que ele registra não estão para além das intensidades nominais.

- a) Verificar se o motor funciona corretamente.
- b) Verificar se o motor gira no sentido contrário.
- c) Verificar se a rotação é equivalente.
- d) Verificar se a transmissão do acoplamento está correta
- e) Verificar se as chumaceiras não aquecem.
- f) Verificar a folga das chumaceiras.
- g) Verificar se não se produzem ruídos estranhos e/ou altas vibrações.

3.1.2 Estação de Tratamento de Água

a) Operação Antes da Partida

- ✓ Colocar o filtro na posição “Pré-Funcionamento”
- ✓ Abrir os registros dos filtros
- ✓ Abrir os registros de dosagem
- ✓ Ligar a eletro bomba de recalque de água bruta
- ✓ Ligar os agitadores de sulfato e álcali
- ✓ Ligar as bombas dosadoras

b) Partida de Instalação

- ✓ Com os itens anteriores realizados, verificar a qualidade da água tratada. Se estiver satisfatória, colocar o filtro na posição “Funcionamento Normal”.
- ✓ Regular o registro para descarga contínua de lodo, aproximadamente “uma volta” do volante.
- ✓ Sempre que houver chuvas e a água se apresentar “barrenta”, aumentar a descarga.

3.2 DIAGNÓSTICOS BÁSICOS E LOCALIZAÇÃO DAS AVARIAS

3.2.1 Motor

3.2.1.1 O motor não arranca

- a) Fusíveis fundidos
- b) Eixo colado
- c) Bomba colada

3.2.1.2 O motor aquece

- a) Sobrecarga de trabalho
- b) Voltagem demasiado elevada
- c) Mau alinhamento do motor com a bomba

3.2.1.3 O motor gira com demasiada rapidez

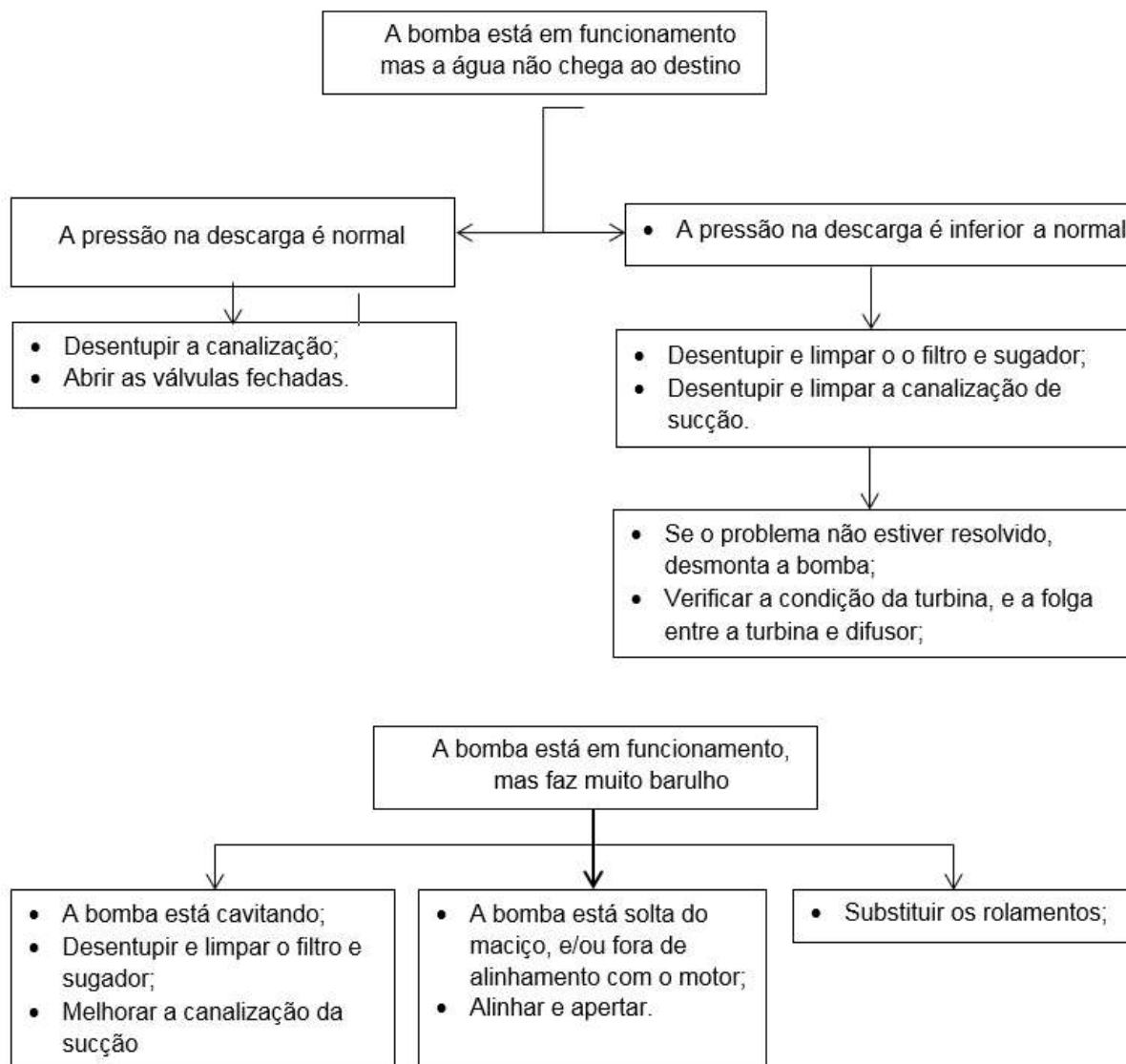
- a) Voltagem demasiado elevada
- b) Carga demasiado ligeira

3.2.1.4 O motor gira devagar

- a) Baixa Voltagem
- b) Sobrecarga

3.2.2 Bomba

Para facilitar a deteção da avaria nas bombas o esquema a seguir serve de orientação para o trabalho do operador.



3.3 MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS COMUNS

3.3.1 Áreas dos reservatórios

3.3.1.1 Limpeza

As vias de acesso e as demais desmatadas deverão ser conservadas isentas de vegetação. Além destas áreas, é importante que os locais onde estão instaladas as placas de aviso e as cercas também sejam mantidos em condição de fácil acesso.

3.3.1.2 Drenagem

As tubulações de drenagem devem permanecer desobstruídas, sendo feitas vistorias periódicas para a retirada de entulhos e/ou animais.

3.3.1.3 Manutenção de cerca

A manutenção deverá ser feita anualmente ou quando houver algum dano.

As cercas de proteção sobre o muro de alvenaria com 1,5 m de altura, serão executadas em cantoneira de ferro 1" x 1/8" em L a cada 1,50 m.

3.3.1.4 Pintura dos portões

A manutenção deverá ser feita anualmente ou quando houver algum dano.

A superfície a ser pintada deverá estar limpa, sem nenhum resíduo de óleo, graxa e mofo, entre outros, e seca. Deve-se remover completamente pontos de ferrugem e descascamento através do lixamento. Depois, deve-se usar um produto fosfatizante e desengraxante e aplicar primer adequado.

Terminada essa etapa, deve-se aplicar um primer anticorrosivo adequado ao metal que será pintado. Deve-se aguardar o tempo de secagem do primer para iniciar a pintura do acabamento escolhido. Deve ser aplicado uma demão de primer, mais duas a três demãos de acabamento, e aguardado o tempo de secagem entre as demãos. A melhor hora para iniciar a pintura é o início da manhã, quando o orvalho já evaporou, ou antes do final da tarde, quando o sereno ainda não surgiu e o sol baixou. Evite o horário próximo ao meio-dia, com sol intenso.

3.4 MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

3.4.1 Bombas

Deverá existir uma equipe responsável pela manutenção preventiva e ocasionalmente executará trabalhos corretivos. Esta equipe tem a função exclusiva de planejamento dos trabalhos que serão realizados nos locais onde encontram-se os equipamentos instalados. Os serviços indicados para a realização da manutenção preventiva estão abaixo descritos:

- a) Retirada e instalação das bombas e motores;
- b) Realização de ensaios eletromecânicos em todos os equipamentos;
- c) Limpeza, reaperto e ensaios elétricos em equipamentos das subestações elétricas que fazem parte do sistema;
- d) Reparo, manutenção em painéis de comando, chaves soft-starter, inversores de frequência e instalações elétricas dos sistemas;
- e) Manutenção e rebobinamento de motores elétricos;
- f) Confeção de peças, mancais de bombeadores, motores elétricos e tubulação hidráulica;
- g) Serviços de solda em geral em tubos;
- h) Manutenção em registros e válvulas;
- i) Montagem de sistemas completos de abastecimento de água.

A manutenção preventiva deverá ser realizada trimestralmente e estima-se que o tempo de manutenção de cada grupo será de 15 dias mensais. As manutenções corretivas deverão ser realizadas imediatamente a identificação dos problemas encontrados.

Os procedimentos citados são gerais e se aplicam a todas as bombas. Para procedimentos específicos de uma bomba em particular, será necessária a consulta aos desenhos e instruções fornecidas no pacote final de dados da bomba especificada.

3.4.2 Subestação

- a) Os consumidores ficam obrigados a manter em bom estado de conservação os componentes da sua subestação. Caso contrário, a distribuidora pode vir a exigir os reparos necessários ou até mesmo a substituição dos materiais inadequados ou danificados;
- b) Os consumidores são responsáveis pelos equipamentos de medição da distribuidora instalados na subestação de entrada da edificação e responderão pelos eventuais danos a eles causados por sua ação ou omissão;
- c) O local da subestação, bem como o acesso ao mesmo, devem ser mantidos limpos e desimpedidos pelos consumidores, de modo a agilizar as leituras dos medidores e inspeção das instalações pela distribuidora;
- d) O consumidor deve possuir funcionários capacitados para os trabalhos que se fizerem necessários na subestação ou nos equipamentos elétricos em geral, bem como possuir normas de segurança que prescrevam que os locais dos mesmos apresentam risco de morte, a metodologia a ser adotada como "controle de risco" e os EPI e EPC mínimos a serem utilizados; caso se mostre mais viável, o consumidor pode contratar o serviço de terceiros, através de empresas especializadas, para os serviços de manutenção necessários;
- e) Caberá ao consumidor manter a subestação com disponibilidade para inspeção da distribuidora sempre que solicitado;
- f) Recomenda-se ao consumidor programar a manutenção dos equipamentos de proteção e transformação de sua propriedade de acordo com as orientações dos fabricantes desses equipamentos. Quando da execução dos serviços de limpeza ou manutenção na subestação ou nos equipamentos, o cliente deverá apresentar à distribuidora, por escrito, o Pedido de Desligamento – PD juntamente com a ART de manutenção e croqui de localização;

- g) É responsabilidade do consumidor manter a iluminação, para-raios, aterramento, dispositivos de proteção e demais materiais, dispositivos e equipamentos da subestação em condições de plena operação.

3.4.3 Sistema de aterramento

A boa qualidade da energia elétrica e a proteção de equipamentos elétricos dependem muito de um sistema de aterramento bem feito e com manutenção adequada. Esta manutenção deverá ser feita em ocasiões em que não ocorram chuvas para evitar acidentes com descargas elétricas da atmosfera.

A instalação de sistema de aterramento é fundamental para proteção das pessoas e dos equipamentos correspondentes a motores, computadores, sistemas telefônicos, etc.

Os consumidores são responsáveis pela manutenção preventiva dos equipamentos e deverão realizar, anualmente, a medição da resistência de aterramento na qual deverá ser executada de acordo com o Anexo J da NBR 5410/2004 e corrigidas conforme orientações da norma mencionada.

3.4.4 Supervisão periódica das bombas

O QUÊ?	QUANDO?			
	SEMANAL	MENSAL	SEMESTRAL	ANUAL
Vibrações e ruídos anormais.	■			
Vazamento das gaxetas.	■			
Ponto de Operação da Bomba.	■			
Pressão de sucção.	■			
Nível do óleo	■			
Corrente consumida pelo motor e valor da tensão na rede.	■			
Temperatura dos mancais		■		
Intervalo de troca de óleo (Ver item: Manutenção do Mancal).		■		
Alinhamento do conjunto Moto-Bomba.			■	
Parafusos de fixação da Bomba, Base e Acionador.			■	
Substituir o engaxetamento, se necessário.			■	
Lubrificação do acoplamento, quando aplicável.			■	
Desmontar a Bomba para manutenção e inspecionar: mancais e rolamentos minuciosamente, retentores, o-rings, juntas, rotores, parte interna da carcaça, espessura da paredes, áreas de desgaste, acoplamento, etc.				■

ANOMALIAS DE FUNCIONAMENTO E CAUSAS PROVÁVEIS

DEZ SINTOMAS

- | | |
|---|---|
| 1 – Bomba não bombeia
2 – Capacidade insuficiente
3 – Pressão insuficiente
4 – A bomba perde escorvamento após a partida
5 – A bomba sobrecarrega o motor | 6 – Selo mecânico vaza excessivamente
7 – Selo mecânico tem vida curta
8 – A bomba vibra ou faz barulho
9 – Rolamentos tem vida curta
10 – Bomba superaquecendo ou grimpando. |
|---|---|

CAUSAS PROVÁVEIS	DEZ SINTOMAS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bomba não foi escorvada.	■									■
Bomba ou tubulação de sucção não estão totalmente cheias de líquido.	■	■			■			■		
A altura de sucção é excessiva.	■	■			■		■	■		
Diferença mínima entre a pressão de vapor e a pressão de sucção.	■	■						■		■
Quantidade excessiva de ar ou gás no líquido.		■		■	■					
Penetração de ar na linha de sucção.		■			■					
Penetração de ar através do selo mecânico, juntas da bucha, junta da carcaça ou bujões.					■					
Válvula de pé muito pequena.		■						■		
Válvula de pé parcialmente obstruída.		■						■		
Entrada da tubulação de sucção insuficientemente submergida.	■	■			■			■		
Rotação muito baixa.	■	■		■						
Rotação muito alta.						■				
Sentido de rotação errado.	■			■		■				
Altura total maior do que aquela para a qual a Bomba foi projetada.	■		■	■						
Altura total menor do que aquela para a qual a Bomba foi projetada.						■				

CAUSAS PROVÁVEIS	DEZ SINTOMAS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Densidade do líquido diferente da usada na seleção.						■				
Viscosidade do líquido diferente da usada na seleção.			■	■		■				
Operação a capacidades muito reduzidas.								■		■
Operação de Bombas em paralelo inadequadas para esta aplicação.	■		■	■						■
Materiais estranhos no rotor.	■		■			■		■		
Desalinhamento devido à dilatação da tubulação.						■	■	■		■
Fundações incorretas.								■		
Eixo empenado.						■	■	■		■
Partes rotativas e estacionárias atritando-se.						■		■		■
Rolamentos gastos.							■	■		■
Anel de desgaste desgastado.				■		■				
Rotor avariado ou corroído.			■	■					■	
Vazamento por baixo da bucha devido ao estrago do anel de vedação ou junta.							■			
Bucha do eixo desgastada, corroída ou girando fora de centro.							■	■		
Selo mecânico incorretamente instalado.						■	■	■		
Tipo do selo mecânico incorretamente selecionado para as condições de operação.						■	■	■		
Selo mecânico incorretamente instalado.						■	■	■		
Eixo girando fora de centro, devido ao desgaste ou desalinhamento dos rolamentos.							■	■	■	■

CAUSAS PROVÁVEIS	DEZ SINTOMAS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rotor desbalanceado resultando em vibração.							■	■	■	■
Abrasivos sólidos no líquido bombeado.						■		■		
Desalinhamento interno das peças, evitando que a sede estacionária e o anel rotativo do selo se adapte corretamente.							■	■		
Selo mecânico trabalhou seco.							■	■		
Carga axial exagerada devido a falhas mecânicas internas.									■	■
Graxa excessiva nos rolamentos.									■	■
Rolamentos não lubrificados.									■	■
Rolamentos montados incorretamente (estragos durante a montagem, tipo errado de rolamento, etc).									■	■
Rolamentos corroídos devido a entrada de água pelo retentor.									■	■
Excesso, falta ou uso de óleo do cavalete não apropriado.								■	■	■
A folga de acoplamento não está sendo obedecida.								■		
O motor está funcionando somente com duas fases	■	■	■		■			■		■
Entrada de ar na câmara de vedação.	■	■	■	■	■					
Desgaste das peças internas.	■	■	■	■				■		
O conjunto Bomba-acionador está desalinhado.					■			■	■	■

PECAS SOBRESSALENTES RECOMENDADAS

A IMBIL recomenda para um trabalho contínuo de 2 anos, a quantidade de peças sobressalentes de acordo com o número de Bombas conforme tabela abaixo:

Denominação	Quantidade de Bombas							
	1	2	3	4	5	6 e 7	8 e 9	10 ou mais
	Quantidade de sobressalentes							
Eixo	1	1	1	2	2	2	3	30%
Rotor	1	1	1	2	2	2	3	30%
Rolamento (Cj)	1	1	1	2	2	3	4	50%
Cavalete	-	-	-	-	-	-	1	2 unidades
Retentor (Cj)	1	2	3	4	5	6	8	50%
Gaxeta (5 anéis)	1	4	4	6	6	6	8	40%
Anel de desgaste (Cj)	1	2	2	2	3	3	4	50%
Bucha protetora do eixo	1	1	1	1	2	2	2	20%
Jogo de juntas	4	4	6	8	8	9	12	150%
Jogo de o'ring	4	4	6	8	8	9	12	150%
Para execução com selo mecânico								
Jogo de juntas	4	4	6	8	8	9	12	150%
Jogo de o'ring	4	4	6	8	8	9	12	150%
Selo mecânico completo	2	2	2	3	3	3	4	20%

4 FERRAMENTAS USADAS NA MANUTENÇÃO

Para a elaboração da lista de ferramenta que segue, procurou-se ser menos exaustivo indicando o indispensável do ponto de vista do utilizador. Esta lista está de acordo com a prática cotidiana e poderá agregar-se mais ferramenta:

- a) Alicate de pontas com cabo isolado;
- b) Alicate de corte com cabo isolado;
- c) Alicate universal com cabo isolado;
- d) Jogo completo de chaves de fendas com cabo isolado;
- e) Jogo de chaves estrelas;
- f) Navalha com cabo de borracha;
- g) Jogo de chaves de boca até 27 mm;
- h) Jogo de chaves de luneta até 30 mm;
- i) Jogo de chaves sextavada;
- j) Martelo médio;
- k) Marreta;
- l) Maço;
- m) Saca rolamentos;
- n) Lâminas de folga"saca – rolamentos;
- o) Alicate de pressão;
- p) Chave francesa;
- q) Chaves de tubo;
- r) Vazadores para o anel vedante dos contadores.

5 PRINCÍPIOS BÁSICOS SOBRE HIGIENE E SEGURANÇA

A Higiene e Segurança são elementos fundamentais para a proteção das pessoas e poderemos subdividir em três partes como se apresenta a seguir:

5.1 EQUIPAMENTO PESSOAL DE SEGURANÇA

- a) Fardamento com calças e camisa
- b) Botas de borracha
- c) Luvas
- d) Capacete

O equipamento aludido deve ser fornecido ao trabalhador uma vez por ano excetuando o capacete que poderá ser entregue a este em períodos não inferiores a três anos dependendo do estado de conservação.

5.1.1 Segurança do Pessoal contra contatos diretos

- a) Recobrimento das massas com isolamento de proteção
- b) Ligação a terra de todas as partes que normalmente não se encontram sob tensão;
- c) Emprego de interruptores diferenciais
- d) Limpeza no local ou locais de trabalho como para este caso a captação, reservação, etc.;
- e) O equipamento em uso deve ser mantido limpo e bem conservado bem assim o equipamento que faz parte do sistema de abastecimento de água.

5.1.2 Segurança das instalações

- a) Proteção contra incêndio "extintor"
- b) Iluminação adequada das instalações
- c) Conservação das instalações

6 REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

A necessidade de serviços de manutenção em redes de distribuição é constante e o bom funcionamento do sistema de distribuição é determinado por como é administrada a rotina de manutenção. É importante que o controle das obras seja previsto para execução rápida, inclusive a atualização do cadastro. Veremos agora os tipos de manutenção.

- ✓ **Manutenção preventiva:** é todo serviço que tem como finalidade a preservação do bom funcionamento de adutoras em termos de estanqueidade, condições de operação, eficiência hidráulica e condições de segurança, englobando também a operação (manobra) de rotina e o levantamento cadastral.
- ✓ **Manutenção programada:** Trata-se de vazamentos em linhas alimentadoras que carecem de relativa urgência de reparo e não estão, até certo ponto, danificando a pavimentação, nem causando transtorno ao usuário, portanto, não estão prejudicando o livre trânsito de veículo, podendo ser reparados no dia seguinte.
- ✓ **Manutenção de emergência:** Neste caso, existe a necessidade de interrupção do abastecimento, geralmente provocada por rompimento, juntas deslocadas, registros com gavetas arriadas, etc. Limpeza, conservação e reabilitação de sistemas de distribuição de água

A equipe responsável pela operação da rede de distribuição de água precisa estar atenta à conservação e à limpeza dos equipamentos que fazem parte do sistema e, conseqüentemente, pela conservação da qualidade da água que o sistema transporta e armazena.

6.1 CARGA, TRANSPORTE E DESCARGA DE PEÇAS, TUBOS E CONEXÕES

Os tubos devem ser manuseados e ou içados de preferência sempre apoiando os tubos ou feixes de tubos em dois pontos;

O içamento deve ser feito com cinta de nylon ou cordas;

Os tubos não podem sofrer impactos e arranhões.

O transporte é geralmente feito por caminhão, por isso os tubos devem estar bem amarrados à carroceria e apoiados sobre berços de madeira.

O manuseio, carregamento e descarregamento dos tubos, devem ser feito com muito cuidado para que não seja danificada a superfície do material.

As extremidades dos tubos devem ser envolvidas com material macio (papelão) para assegurar proteção contra ocasionais impactos durante o transporte.

As extremidades flangeadas devem receber atenção especial, e dependendo do caso, devem ser instaladas contra-flanges de madeira para proteção.

As conexões e acessórios devem ser paletizadas ou encaixadas para o transporte.

Para descarregar os tubos, não se pode jogá-los ao chão. Os tubos deverão descer do caminhão, um a um, de forma manual ou com auxílio de equipamento mecânico.

6.2 ASSENTAMENTO DE PEÇAS, TUBOS E CONEXÕES

Os tubos podem ser alinhados ou desfilados ao longo da vala, utilizando-se para sua deposição a lateral da vala que seja oposta à do lançamento da terra escavada. A quantidade de tubos a ser desfilada não pode ultrapassar aquela que corresponde à capacidade diária de assentamento de tubulação da instaladora, com a exceção que poderá ser feita quando não haja riscos de desvio ou depredação ou dano por pessoas estranhas às obras, por haver vigilância permanente. No caso da exceção, os tubos deverão ser calçados para evitar rolamentos.

Antes da descida dos tubos para a vala, ela deve ser inspecionada para a verificação do seu estado no que diz respeito a:

- Largura;
- Profundidade;
- Escoramento;
- Drenagem;
- Uniformidade do fundo;
- Base de assentamento.

É descrita a seguir a sistemática de assentamento de junta elástica para tubos de PVC rígido, com ponta e bolsa, com junta elástica, que terá como função definir o modo de execução de uma junta por parte do Construtor.

Considerar-se-á que, para o início dos serviços aqui mencionados, toda a tubulação de um trecho considerado deverá estar à borda da vala.

- Verificar, primeiramente, a tubulação, a fim de detectar defeitos que venham comprometer a eficiência da mesma quando em operação, observando se existe chanfro na extremidade da ponta do tubo a assentar. Caso não exista, deverá ser executado através de uma linha até que se obtenha o ângulo de 15°;
- Proceder à descida do tubo a assentar, da borda para o fundo da vala, cuidadosamente, sem choques que possam comprometer a estrutura das paredes da tubulação, alinhando-o e deixando uma folga entre as extremidades dos tubos a assentar e já assentados, de aproximadamente 0,20 m;
- Promover o calçamento das extremidades dos dois tubos próximos da junta a executar, utilizando dois sarrafos de madeira com espessura de, mais ou menos, 0,2 m, a fim de sustentá-los acima da superfície do solo, executando-se, a seguir, com o auxílio de estopa limpa, a limpeza da parte interna da bolsa de um tubo e a parte externa da ponta do outro;
- Tomar o anel devidamente limpo e providencia-se a sua introdução na parte interna da bolsa e no sulco apropriado a ele destinado;
- Aplicar, na parte visível do anel já instalado e na ponta do tubo a assentar, a pasta lubrificante específica para tubos de PVC, sendo vedada sua substituição por óleo mineral ou graxa;
- Promover, a seguir, a introdução da ponta chanfrada do tubo até o fundo da bolsa do tubo contíguo;
- Marcar, na ponta do tubo, o comprimento de penetração e executar o recuo do tubo a assentar numa distância de aproximadamente 0,01 m para garantia de dilatação da linha.

A introdução da ponta do tubo na bolsa poderá ser facilitada, empregando-se uma alavanca para auxiliar a operação.

Após o término da montagem dos tubos e antes da ocorrência do reaterro, a tubulação deverá ser testada para a verificação da qualidade do assentamento tendo em vista a estanqueidade de suas juntas.

A Contratada fornecerá todos os recursos necessários para os ensaios de estanqueidade. Fornecerá todo o pessoal que os ensaios requisitem e todos os materiais e equipamentos necessários, como bomba, instrumentos de medição – manômetros e piezômetros -, conexões, tampões, registros e todos os demais que

venham a se tornar necessário para a fiel execução dos ensaios, permitindo o enchimento de tubulação, expulsar o ar, alcançar as pressões definidas e o posterior esvaziamento da tubulação.

A água necessária para a realização será um fornecimento de responsabilidade do Construtor. A água deverá ser de boa qualidade, evitando-se o uso de águas contaminadas ou que contenham porcentagem elevada de sólidos, em suspensão ou dissolvidos.

Cada trecho da tubulação, uma vez terminado, será fechado em seus extremos e cheio de água, embora não seja necessário submeter à tubulação a uma pressão maior que a indispensável para mantê-la cheia, até que se realize a prova de estanqueidade.

Deve-se recobrir a parte central dos tubos, deixando as juntas a descoberto. De preferência, para facilidade operacional, o trecho a ser testado não deve exceder a 500 m.

A parte que vai ser testada será cheia com água, lentamente, deixando abertos todos os elementos que possam dar saída ao ar, os quais irão sendo fechados sucessivamente, de baixo para cima, logo que se tenha comprovado que não há ar na tubulação. O enchimento será feito lentamente para evitar que fique ar na tubulação.

Nos pontos altos, colocar-se-ão ventosas ou registros para expulsar o ar.

Aplica-se uma pressão 50% superior à pressão de trabalho, não devendo em ponto algum descer a menos de 0,1 MPa, nem exceder a pressão que determinou a classe dos tubos. Em linhas de secundária importância, pode ser utilizada apenas a água disponível, sem recurso à bomba de ensaio.

A duração da prova será de 1 hora para redes e adutoras. Durante esse período, a linha deverá ser percorrida, verificando-se as condições das juntas.

Se as perdas, a juízo da Fiscalização, forem excessivas, o Construtor, o seu cargo, repassará todas as juntas e tubos defeituosos.

Repetir-se-á a prova em todos os trechos da tubulação que se apresentarem defeituosos, até se chegar a um resultado satisfatório, sendo todas as despesas por conta do Construtor.

Uma vez concluída a construção de toda a tubulação, efetuar-se-á a prova final de estanqueidade de juntas, de modo similar ao já mencionado.

6.3 MOMENTO DE TRANSPORTE DE MATERIAIS

A escolha e o adequado dimensionamento dos equipamentos para transporte dos materiais é de responsabilidade do Construtor. Deve constar do “plano de trabalho”, que o Construtor deve apresentar e submeter à análise e aprovação da Fiscalização.

Durante a execução dos serviços a Fiscalização poderá exigir a remoção e substituição de qualquer equipamento que não corresponda aos valores de produção indicados no plano de trabalho, ou seja, considerado, por qualquer motivo, insatisfatório.

Os equipamentos comumente utilizados no transporte de materiais pétreos são caminhões basculantes convencionais e especiais.

Os equipamentos comumente utilizados no transporte de solos ou entulhos são caminhões basculantes convencionais.

O Construtor, em seu “plano de trabalho”, que deve ser submetido à análise e aprovação da Fiscalização, terá que definir claramente:

- A origem e o destino dos materiais a serem transportados;
- Os acessos a serem utilizados no transporte;
- O tipo de pavimento de cada acesso a ser utilizado;
- As distâncias a serem percorridas em cada trecho de acesso;
- A sinalização a ser colocada nesses acessos, objetivando a segurança necessária ao transporte.

Esse plano, após aprovado pela Fiscalização, será implementado e cumprido. As modificações julgadas necessárias pelo Construtor durante o decorrer dos trabalhos serão submetidas à aprovação da Fiscalização.

O Construtor deverá tomar providências para que todos os veículos utilizados no transporte estejam em condições satisfatórias, de modo a garantir a segurança do transporte. Do mesmo modo, toda a documentação dos veículos transportadores e dos operadores dos equipamentos deve estar de acordo com as exigências legais.

O controle será realizado por apreciação visual das atividades.

A Fiscalização fará as medições das distâncias percorridas entre os centros de gravidade das áreas de carga e das áreas de descarga dos materiais, que serão considerados para efeito de medição, e definirá as extensões pavimentadas e não pavimentadas.

7 RESERVATÓRIOS

Os reservatórios são sempre um dos pontos fracos no sistema de distribuição de água. Para evitar sua contaminação, é necessário que sejam protegidos com estrutura adequada, tubo de ventilação impermeabilização, cobertura, sistema de drenagem, abertura para limpeza, registro de descarga, ladrão e indicador de nível.

Devido a sua importância no sistema, deve ter sempre um plano de manutenção e limpeza do reservatório, de modo a observar também o perfeito funcionamento das tubulações e acessórios que compõem a estrutura.

7.1 DETECÇÃO DE VAZAMENTOS

Quanto à realização de testes para detecção de vazamentos (quando houver suspeitas), Sabesp (2012a) indica os seguintes procedimentos:

- a) Em reservatórios subterrâneos de edifícios: “Feche o registro de saída do reservatório do subsolo e a torneira da bóia. Marque no reservatório o nível da água e, após uma hora, verifique se ele baixou. Se isso ocorreu, há vazamento nas paredes do reservatório ou nas tubulações de alimentação do reservatório superior ou na tubulação de limpeza”;
- b) Em bóias de reservatórios: “Mantenha o registro do cavalete aberto e feche o registro de saída do reservatório e desligue a bomba de recalque. Marque no reservatório o nível de água e, após duas horas, verifique se ele baixou. Se o nível de água não baixar, então há um vazamento pelo extravasor que pode ser ocasionado por defeito na torneira da bóia”;
- c) Em reservatório superior: “Feche o registro de saída e a torneira do reservatório, desligue a bomba de recalque (edifícios). Marque o nível de água com um pedaço de barbante e giz. Aguarde duas horas e confira o nível de água. Se o nível de água baixou, há vazamento na canalização ou sanitários alimentados pela caixa d'água.”;
- d) Em reservatório inferior: “Mantenha o registro do cavalete aberto e feche o registro da saída do reservatório. Feche a bóia e marque o nível de água. Após duas horas, faça uma nova marcação e compare o

nível de água. Se o nível baixou há vazamento no reservatório devido registro com defeito ou trinca no reservatório.”

Para a eliminação de vazamentos pode ser necessário desde a simples regulação da torneira de bóia, sua substituição ou reparos nas tubulações, até a realização de recuperação estrutural do reservatório. Caso o extravasor não deságue em local visível, indica-se fortemente que sejam realizadas as alterações hidráulicas necessárias para que isto ocorra em função do elevado potencial de desperdício por extravasão.

7.2 LIMPEZA DOS RESERVATÓRIOS

A elaboração de um cronograma de limpeza e desinfecção dos reservatórios deve levar em conta a necessidade de realização destes serviços a cada 6 meses e as características dos reservatórios como, por exemplo a capacidade (pequena ou grande), pois estas características definem a forma de execução dos procedimentos de limpeza e desinfecção (por exemplo, a necessidade de EPIs para trabalho em altura se se tratar de reservatório tipo torre elevada).

O cronograma deve considerar também a programação de atividades da Unidade, de modo que estas não sejam comprometidas por uma falta de água inesperada (equipamentos de uso contínuo de água, utilizados em pesquisa, por exemplo).

7.2.1 Procedimentos preliminares

Há uma série de procedimentos que devem ser adotados anteriormente à realização da inspeção, limpeza e desinfecção dos reservatórios, entre os quais:

- ✓ Os reservatórios devem ser vistoriados antes do fechamento da programação dos serviços, de modo a verificar se há algum problema de acesso a eles ou algum impedimento para a realização dos serviços;
- ✓ As Unidades atendidas pelos reservatórios devem ser avisadas com antecedência para que fechem antes o registro antes do dia da limpeza, de modo que o reservatório fique apenas com o mínimo de água necessário para a realização dos procedimentos, minimizando,

assim o desperdício de água (a antecedência do fechamento dependerá do tamanho do reservatório e da demanda de água da Unidade);

- ✓ Ao tratar da utilização de Equipamentos de Proteção Individuais/Coletivos (EPI/EPCs) lembrar que em muitos lugares o trabalho será realizado “em altura”, o que requer EPI/EPCs específicos e cuidado redobrado; - Solicitar ao executor dos serviços que comunique, imediatamente, caso verifique, durante a limpeza, problemas graves no reservatório e barrilete, tais como rachaduras, vazamentos, tampas ou portas de acesso quebradas, entre outros; e
- ✓ Em caso de contratação externa do serviço, a empresa contratada deve ter o Alvará Sanitário (específico), da Vigilância Sanitária (VC) da e da Prefeitura Municipal para Limpeza e Desinfecção de Reservatórios.

7.2.2 Limpeza e Desinfecção

O processo de Limpeza de Caixa d'Água / Limpeza de Reservatório de Água (higienização e desinfecção), apesar de aparentemente simples requer atenção e deve ser acompanhado por um profissional capacitado a fim de garantir tanto a qualidade dos serviços quanto a integridade física das pessoas que o executam.

Os profissionais que atuam na higienização e desinfecção do reservatório devem ter treinamentos específicos, como por exemplo, sobre alguns itens da NR 18 (Norma Regulamentadora de segurança no trabalho e das condições ambientais na área da Construção Civil) no que se refere a trabalho em altitudes acima de 02 metros, a NR 33 (Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde nos Trabalhos em Espaços Confinados), além de habilitação para manipulação de produtos químicos, realização de serviços em locais insalubres e outros. Caso este profissional não esteja apto, ele pode oferecer riscos a sua saúde e aos demais que venham a usufruir da água do local.

a) Fases do Processo de Limpeza de Caixa d'Água / Limpeza de Reservatório de Água executada pela Ambisane em Indaiatuba e região

- ✓ Escoamento de toda a água dos reservatórios;
- ✓ Micro pulverização de toda a área interna (paredes, piso e teto) com produto

químico adequado a fim de esterilizar o local;

- ✓ Escovação de toda a área pulverizada com a finalidade de remover impurezas impregnadas nas paredes;
- ✓ Hidro-jateamento de todo interior do reservatório para total remoção das impurezas dissolvidas nas paredes;
- ✓ Sucção de todo e qualquer material contaminado remanescente oriundo da higienização;
- ✓ Liberação da rede para reabastecimento dos reservatórios;
- ✓ Análises físico-químicas e bacteriológicas para comprovar a eficácia da higienização e desinfecção.

7.2.3 Capacitação e treinamentos

Deve-se realizar curso de capacitação e treinamentos para o pessoal de manutenção das Unidades, contemplando, entre outros:

- ✓ Normas Técnicas, Programas Setoriais da Qualidade e Legislação;
- ✓ Objetivos e características do Sistema de Reservação;
- ✓ Diretrizes de projeto, execução, operação e manutenção do Sistema de Reservação;
- ✓ Potabilidade da água;
- ✓ Testes para detecção de vazamentos em reservatórios;
- ✓ Procedimentos de inspeção, limpeza e desinfecção dos reservatórios;
e
- ✓ Normas de segurança no trabalho.

8 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Os filtros serão acompanhados de câmaras de carga. Esta unidade destina-se a garantir a distribuição uniforme da água aos filtros e assegurar a altura de água necessária ao processo de filtração. Ela dispõe na parte superior, de extravasores, em número igual ao de filtros. Portanto, cada extravasor corresponde a um filtro, que sinaliza o momento exato de iniciar o processo de lavagem.

Para que o processo de filtração seja bem sucedido, aplica-se, a montante da câmara de carga, solução de sulfato de alumínio, que tem a função de aderir às partículas suspensas na água formando partículas maiores (flocos) que ficam retidas no leito filtrante do filtro. Para que isto aconteça com êxito é necessário que a solução seja bem misturada com a água.

Cada filtro, tanto o de fluxo ascendente quanto o de fluxo descendente dispõe de 05 (cinco) registros (válvulas).

Um corresponde ao de entrada de água bruta que normalmente fica aberto durante a filtração.

Outro corresponde ao de entrada de água para lavagem que normalmente permanece fechado no processo de filtração.

Outro corresponde ao de saída de água filtrada que normalmente permanece aberto durante a filtração.

Outro corresponde ao de saída de água proveniente da lavagem do filtro, que permanece fechado durante a filtração.

Outro registro corresponde ao de descarga do lodo que se acumula no filtro durante a filtração normal. Este, também permanece fechado ao longo do processo de filtração.

A lavagem de um filtro de fluxo ascendente é feita periodicamente em intervalos que pode variar de 12h até 72h de acordo com a qualidade da água que se deseja tratar.

A lavagem dos filtros merece maior atenção e foi elaborado capítulo específico para o devido acompanhamento e operação do sistema.

8.1 ANÁLISES DE ROTINA

A garantia de eficiência na operacionalização de estações de tratamento de água e consequentemente a qualidade do produto final depende dentre outros processos, o da realização de procedimentos analíticos de rotina. Se por ventura, a qualidade da água na ETA, temporariamente se torna insatisfatória, os resultados dos testes dão indícios do problema e permitem uma ação corretiva imediata. Para o sistema de tratamento adotado será necessário um tempo de operação igual a 12 horas e mais 12 horas para a retrolavagem.

8.1.1 Número e frequência da Amostragem

As informações sobre a qualidade de água referem-se a um período, que pode ser horário, diário, semanal, mensal e anual, durante o qual esta qualidade pode vir a variar. Por isso, a periodicidade da amostragem deve ser estabelecida de forma que as análises mostrem variações, de natureza aleatória ou sistemática, que ocorrem na qualidade da água. A frequência com que são coletadas as amostras deve ser estabelecida com o objetivo de se obter informações necessárias com o menor número possível de amostras, levando em conta o aspecto custo-benefício. Os resultados analíticos devem reproduzir as variações, espacial e temporal, da qualidade da água amostrada.

Periodicidade	Parâmetros
De duas em 2 horas	cor, pH, turbidez, cloro
De quatro em 4 horas	alcalinidade, flúor
Uma vez ao dia	ferro e alumínio
Uma vez por semana	organismos indicadores de contaminação (na água tratada)

8.1.2 Coleta de Amostras

Para que haja um adequado e eficiente programa de monitoramento da qualidade da água, um dos passos mais importantes é a coleta de amostras de água. Essa coleta pode parecer uma tarefa relativamente simples. Porém, mais do que mergulhar uma garrafa para retirar um certo volume de água, torna-se necessário obter uma amostra representativa e estabilizada do ponto amostrado e das condições locais que podem interferir, tanto na interpretação dos dados quanto nas próprias determinações laboratoriais.

Assim, técnicos adequadamente treinados e motivados precisam observar e anotar quaisquer fatos ou anormalidades que possam interferir nas características da amostra como: cor, odor, ou aspecto estranho, presença de algas, óleos, corantes, material sobrenadante, peixes ou outros animais aquáticos mortos.

A técnica a ser adotada para coleta de amostras depende da água a ser amostrada: água bruta (entrada da ETA); água tratada (saída da ETA); unidades do processo de tratamento (decantação, filtração, desinfecção, etc); rede de distribuição; reservatórios setoriais da rede. A técnica depende também da natureza do exame a ser realizado (físico, químico, biológico) e do tipo de amostragem (amostra simples ou composta). Independentemente dessas características, porém, há os seguintes cuidados a serem tomados:

- a) As amostras não devem incluir partículas grandes, detritos, folhas, ou outro tipo de material acidental.
- b) Para minimizar a contaminação da amostra convém recolhê-la com a boca do frasco de coleta contra corrente.
- c) Coletar volume suficiente de amostra para eventual necessidade de se repetir análise no laboratório.
- d) Fazer todas as determinações de campo em alíquotas de amostras separadas das que serão enviadas ao laboratório, evitando-se, assim, o risco de contaminação.
- e) Empregar somente os frascos recomendados para cada tipo de determinação. Verificar também a limpeza dos frascos e demais materiais de coleta (balde, garrafas, pipetas etc.).
- f) A parte interna dos frascos e do material de coleta, assim como tampas, não podem ser tocadas com a mão ou ficar expostos ao pó, fumaça e outras impurezas (gasolina, óleo, e fumaça de exaustão de veículos podem ser grandes fontes de contaminação de amostra). Recomenda-se, portanto, que os coletores usem luvas plásticas (cirúrgicas e não coloridas) e não fumem durante a coleta das amostras.
- g) Imediatamente após a coleta e preservação das amostras, colocá-las ao abrigo da luz solar.

- h) As amostras que exigem refrigeração para sua preservação devem ser acondicionadas em caixa de isopor com gelo. Observar que as amostras para análise de oxigênio dissolvido – OD, não devem ser mantidas sob refrigeração.
- i) Manter o registro de todas as informações de campo, preenchendo uma ficha de coleta por amostra, ou conjunto de amostras da mesma característica contendo os seguintes dados: número da amostra; identificação do ponto de coleta; data e hora da coleta; tipo de amostra (água bruta, tratada, etc); medidas de campo como pH, temperatura ar/água etc; eventuais observações de campo; condições meteorológicas nas últimas 24 horas; indicação dos parâmetros a serem analisados; nome do responsável pela coleta; equipamento utilizado (nome, tamanho, malha, capacidade, volume etc).

8.2 CASA DE QUÍMICA

A estrutura física (pintura, limpeza e manutenção preventiva) deverá ser realizada anualmente ou em caso de danos, imediatamente.

Quanto aos equipamentos e materiais que necessitam para o correto funcionamento da ETA, a sua operação consistirá dos seguintes procedimentos:

- a) Preparação e Dosagem das Soluções Químicas
 - ✓ Carregamento e dosagem da solução de sulfato de alumínio
 - ✓ Encher com água até 3/4 do tanque de sulfato de alumínio (capac. total 500 litros);
 - ✓ Ligar o compressor de ar (regular a abertura da válvula de ar comprimido);
 - ✓ Colocar no tanque uma medida de 25 kg de sulfato de alumínio (5%);
 - ✓ Completar o enchimento do tanque até próximo da borda;
 - ✓ Ajustar a regulagem da bomba dosadora no ponto indicado, a mínima necessária e suficiente para ser obtida a coagulação química (na amostra tomada na saída da Parshall).
- b) Carregamento e dosagem da solução de cal ou barrilha (se necessário)
 - ✓ Encher com água até 3/4 do tanque de cal ou barrilha (capac. total de 500 litros);
 - ✓ Ligar o compressor de ar (regular a abertura da válvula de ar comprimido);

- ✓ Colocar no tanque uma medida de 12,5 kg de carbonato de sódio (2,5%);- Ajustar a regulagem da bomba dosadora no ponto indicado, a mínima necessária e suficiente para obter-se a a floculação (no caso de pré-dosagem) ou obter-se o pH de 6.5 (no caso de pós-dosagem). A dosagem de barrilha pode ser dispensada, caso a água tratada já se apresente com estas condições.

c) Dosagem do hipoclorito de sódio

- ✓ Encher com sal o tanque de saturação de salmoura, até o nível máximo indicado;
- ✓ Ajustar a vazão da dosadora de salmoura saturada para 2 l/h;
- ✓ Ajustar a vazão da água de diluição para 18 l/h;
- ✓ O hipoclorito de sódio, com concentração aproximada de 0,65% de cloro ativo, será produzido por um gerador de cloro, da marca Hidrogeron, modelo HG-3000 e dosado na água tratada por meio de uma bomba dosadora eletrônica, idêntica às utilizadas para as demais soluções químicas.
- ✓ Ajustar a regulagem da bomba da bomba no ponto indicado, a mínima necessária e suficiente para obter-se o teor de cloro de 0,5 mg/L na ponta da rede de distribuição. Como há perda na concentração de cloro entre o momento da dosagem e o momento em que a água se encontrará na rede, isto significa que o teor na saída da ETA deverá ser mais elevado, provavelmente algo em torno de 2 mg/L, valor que deverá ser verificado no local, no decorrer da rotina de operação da ETA.

d) dosadores químicos

Há um pH em que melhor se dá esta aglutinação, onde conseqüentemente se obtém a melhor floculação. Este pH é conhecido como pH ótimo de floculação. Nas águas superficiais represadas este pH é, via de regra, baixo, oscilando entre 5.0 e 7.0. Deve-se notar que cada água tem um pH ótimo de floculação e esse pH pode variar para a mesma água de acordo com as variações que se processam na sua composição.

A deficiência no controle desse pH comprometerá a eficiência do tratamento, resultando maior consumo de coagulante, menor remoção de cor e turbidez, aumento do teor de alumínio residual e até a dissolução completa dos flocos formados. A determinação do pH ótimo de floculação e a aplicação de quantidades certas de reagentes assume, pois, grande importância, conduzindo a uma operação

de clarificação bem efetuada.

b) Dosagem Mais Econômica

É a menor dosagem possível que conduza a água ao seu pH ótimo de floculação. Sua determinação também tem grande importância. Trabalhando na dosagem mais econômica temos certeza de que não estamos desperdiçando material e que não teremos excesso de alumínio residual.

8.3 FILTRAÇÃO

A água clarificada escoar dos decantadores e é distribuída equitativamente entre os filtros. A água entra abaixo do NA mínimo dos filtros (o que caracteriza a operação por taxa declinante variável); atravessa o material filtrante (composto de uma camada de antracito, de uma camada de areia e cinco pequenas camadas de seixos de suporte) em fluxo descendente; e é captada, já polida (turbidez < 1,0 NTU), pelos sistemas de drenagem dos filtros. Daí toda a água tratada converge para a coluna de saída e daí, finalmente, escoar para o poço de sucção da elevatória de água tratada.

Os filtros são projetados para operar sob o regime de taxa declinante variável, ou seja, formam uma bateria em que o grau de colmatação de cada filtro é diferente. Quando o nível máximo operacional (N2) é atingido, apenas o filtro mais sujo da bateria é lavado. Deste modo, sempre a velocidade (taxa) de filtração será a maior no filtro mais limpo e a menor no filtro mais sujo. Após a lavagem do filtro mais sujo da bateria, todo o conjunto assume o nível mínimo operacional (N1); o filtro recém-lavado assume a maior velocidade de filtração e as taxas dos demais filtros declinam proporcionalmente aos seus níveis de colmatação. Um novo ciclo se completa quando o N2 é novamente atingido, e um segundo filtro é paralisado para lavagem.

8.3.1 LAVAGEM DOS FILTROS

O método e a frequência de lavagem, tanto dos filtros ascendentes quanto dos filtros descendentes, são elementos importantes para o desempenho do sistema.

Os filtros descendentes normalmente são lavados aplicando-se um escoamento ascendente, com velocidade capaz de assegurar a expansão adequada

do meio filtrante. Pode ser lavado somente com água ou com ar e água.

Na filtração ascendente recomenda-se a realização das descargas de fundo intermediárias (DFIs), que removem parte das impurezas retidas no meio filtrante, e têm o objetivo de prolongar a carreira de filtração, promovendo um decréscimo da perda de carga do filtro. O número de DFIs depende das características da água bruta e da evolução da perda de carga no meio granular.

As descargas de fundo podem ser executadas durante as carreiras de filtração, que são as DFIs, ou ao final da carreira (DFF), iniciando o processo de limpeza do filtro ascendente. As descargas de fundo podem ser realizadas com o esvaziamento total do filtro ou com o esvaziamento até o topo do meio filtrante. No sistema projetado, dupla filtração, a lavagem do filtro ascendente em pedregulho pode ser realizada por meio de sucessivas descargas de fundo, com posterior recarga de água limpa, repetidas vezes, até que seja observado que a água descarregada esteja visivelmente limpa.

A lavagem dos filtros ascendentes deverá ser feita por bombeamento da água do reservatório apoiado, fechando o registro que conduz a água para o reservatório elevado e abrindo o registro que conduz a água para a entrada da ETA. Ao final da lavagem a operação reversa deve ser feita nos registros para que a água do reservatório apoiado volte a ser bombeada para o reservatório elevado.

8.4 LEITOS DE SECAGEM

Periodicamente, o operador deverá proceder a descarga do excesso de lodo do reservatório de retrolavagem (decantador). O fundo do reservatório, onde se acumula o lodo mais concentrado, é constituído de dois troncos de pirâmide invertidos, cada qual dispondo de uma tubulação de descarga com válvula externa de acionamento manual. O critério para realização da descarga, o qual deverá ser antecipado pelo operador, é a sobrecarga de lodo, indicada pelo aparecimento anormal de flocos flutuantes na superfície.

Para realização da descarga do excesso de lodo, o operador deverá abrir as duas válvulas de descarga por um intervalo de 60 segundos.

O volume de lodo formado é proporcional à quantidade de material em suspensão (turbidez) e à quantidade de coagulante utilizado na água bruta, isto é, quanto mais turva a água bruta, menor será o intervalo entre descargas do

decantador. Estima-se que, no período mais crítico, não sejam necessárias mais que uma descarga a cada 2 ou 3 dias e que, nos períodos de baixa turbidez, esta frequência possa ser estendida para uma descarga semanal ou mais. Recomenda-se, entretanto, que seja realizada pelo menos uma descarga por semana.

O efluente da lavagem dos filtros como contém grandes quantidades de material particulado agregado ao alumínio dosado como coagulante no processo de tratamento. Apesar disto, a concentração média de sólidos coloidais nestes efluentes é muito baixa, na ordem de 0,05%, o que denota que há um volume expressivo de água contida do lodo e que é necessário separá-la dos sólidos a fim de dispô-los adequadamente sem risco ambiental (aproveitamento como aditivo de olarias ou aterro químico), inclusive com o objetivo secundário de também aproveitar toda esta água contida no lodo.

Está sendo prevista uma instalação combinada (leitos) destinada ao adensamento e secagem do lodo. O lodo da ETA, com concentração inicial média de sólidos de 0,05%, é direcionado para uma das células de adensamento e secagem. (Após o lançamento do efluente, inicia-se prontamente a deposição dos sólidos (sedimentação) em direção ao pavimento de lajotas que recobrem o leito filtrante). Após 1 a 2 horas de sedimentação, inicia-se a lenta coleta do sobrenadante clarificado, através da abertura da válvula do coletor flutuante (situada num nível 60 cm acima da camada de lajotas), fazendo a água escoar para o poço de sucção contíguo e daí sendo bombeada para a entrada da ETA, onde será novamente processada.

O sistema de drenagem total do leito não será aberto antes de cerca de 40 a 60 operações subsequentes de lavagem, quando então a camada de lodo residual terá adquirido sua consistência final de 2 a 3% de sólidos, tornando-se adequada para o processo final de desidratação. Então as operações de descarga dos efluentes da ETA serão transplantadas para a célula seguinte e o lodo concentrado na primeira célula inicia o longo período de desidratação (primeiro é aberta à válvula de fundo, que permite que a água do lodo concentrado seja filtrada e direcionada para o poço de sucção, e depois conta-se apenas com os processos lentos de percolação e evaporação), o qual durará de 3 a 6 semanas até que os sólidos atinjam a sua consistência final para serem manuseados como sólidos, na forma de um torta ainda com um teor de água de 30 a 50%.

8.5 MANUTENÇÃO PREVENTIVA E CORRETIVA DE EQUIPAMENTOS

Normalmente, os equipamentos são acompanhados dos respectivos manuais contendo sua descrição e instruções para instalação, operação e manutenção. Esses manuais deverão ser, necessariamente, observados na execução da instalação e preservados para manutenção, devendo ser entregues à fiscalização por ocasião do recebimento do equipamento na obra, e dessa forma, fazer chegar à equipe de operação e manutenção.

Quando no procedimento de manutenção corretiva houver necessidade de transporte e levantamento do conjunto moto-bomba deverão ser usados os olhais ou as orelhas de suspensão da carcaça da bomba, não sendo permitido que os cabos de sustentação sejam atrelados à base ou em volta dos pedestais dos mancais.

8.6 DISSIPADORES DE ENERGIA

Os dissipadores de energia são dispositivos que visam promover a dissipação da energia de fluxos d'água escoados através de canalizações, de modo a reduzir os riscos dos efeitos de erosão nos próprios dispositivos ou nas áreas adjacentes.

A manutenção dos dissipadores se limitará a inspeção mensal para verificar a possibilidade de fissuras ou danos ao dissipadores e semanal para a limpeza dos sólidos que poderão obstruir a passagem dos líquidos.

8.7 CONSERVAÇÃO DA ETA

Estando as ETA's em funcionamento normal de abastecimento de água, e com respeito à conservação das instalações, abordaremos alguns aspectos, que devem ser observação para seu adequado funcionamento.

Além da limpeza periódica de operação, tal como lavagem dos decantadores, floculadores, filtros, tanques de preparo de solução, reservatório etc. É necessário preservar o aspecto higiênico da ETA nas paredes, áreas, jardins e partes externas.

Recomenda-se que as ETA's, reservatórios etc, devem ser providos de jardins e arborização adequado, para tornar o lugar agradável, principalmente para o pessoal de operação, como também para visitantes e para os próprios usuários de

serviços de água; há uma influência psicológica que não deve ser desprezado, ocasionado por áreas bem ajardinadas e arborizado, inspirando maior confiança em relação à qualidade da água fornecida a população.

9 OPERADORES DO SISTEMA

Para um sistema que, apesar de ser rural, se reveste de certa complexidade na sua concepção, não é fácil determinar o perfil do pessoal a envolver. Trata-se de um sistema de comando automático que requer uma intervenção humana limitada e bem conhecedora dos aspectos concernentes a sua operação e, tendo sempre presente o esquema do seu funcionamento. Contudo, pode se dizer que para o funcionamento são necessários 01 (um) encarregado das operações, 01 (um) encanador e guardas.

Os operadores devem ser capazes de ler e interpretar um esquema elétrico e os aparelhos disponíveis no quadro elétrico.

PLANILHA RESUMO

**SISTEMAS DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO E APROVEITAMENTO
HIDROAGRÍCOLA EM COMUNIDADES RURAIS DIFUSAS, LOCALIZADAS NOS MUNICÍPIOS DE
PARICONHA, DELMIRO GOUVEIA E ÁGUA BRANCA, NO ESTADO DE ALAGOAS, COM SUPRIMENTO
HÍDRICO PELO CANAL DO SERTÃO ALAGOANO.**

PROJETO BÁSICO - Sistema Adutor de Água Tratada - 04 - SUBSISTEMA XII		
BASE: JUNHO/2020 (COM DESONERAÇÃO)		
ITEM	DESCRIÇÃO	TOTAL
1. PROJETO EXECUTIVO / ADMINISTRAÇÃO LOCAL / SERVIÇOS PRELIMINARES		
1.1	PROJETO EXECUTIVO	R\$ 314.719,58
1.2	ADMINISTRAÇÃO LOCAL	R\$ 2.064.034,40
1.3	SERVIÇOS PRELIMINARES	R\$ 1.570.111,11
SUB-TOTAL		R\$ 3.948.865,09
2. SISTEMA DE TRATAMENTO E RESERVAÇÃO		
2.1	RESERVATÓRIO APOIADO - 150 m ³	R\$ 180.740,06
2.2	RESERVATÓRIO ELEVADO - 20 m ³	R\$ 158.572,38
2.3	RESERVATÓRIO DE RETROLAVAGEM - 40 m ³	R\$ 386.743,47
2.4	CASA DE QUÍMICA	R\$ 42.241,46
2.5	LEITO DE SECAGEM	R\$ 26.342,20
2.6	URBANIZAÇÃO(ETA+RESERVATÓRIO)	R\$ 2.767,41
SUB-TOTAL		R\$ 797.406,98
3. SISTEMA DE CAPTAÇÃO E RECALQUE		
3.1	CAPTAÇÃO	R\$ 1.305.413,62
3.2	LINHA DE RECALQUE	R\$ 13.949.126,13
3.3	RESERVATÓRIO PULMÃO (APOIADO)	R\$ 185.124,05
3.4	BOOSTER	R\$ 902.085,38
3.5	RESERVATÓRIO APOIADO - 200 m ³	R\$ 206.780,85
3.6	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - RESERVATÓRIO PULMÃO	R\$ 1.658.561,47
3.7	AS BUILT E CADASTRO	R\$ 46.667,77
SUB-TOTAL		R\$ 18.253.759,27
4. REDE DE DISTRIBUIÇÃO		
4.1	REDE DE DISTRIBUIÇÃO	R\$ 12.756.806,75
SUB-TOTAL		R\$ 12.756.806,75
5. REDE ELÉTRICA CAPTAÇÃO		
5.1	EXTENSÃO DA REDE ELÉTRICA EM 13,8 KV	R\$ 9.707,48
5.2	SUBESTAÇÃO	R\$ 43.859,39
5.3	AUTOMAÇÃO / URBANIZAÇÃO ÁREA DO RESERVATÓRIO PULMÃO	R\$ 92.260,36
5.4	CASA DE BOMBAS CAPTAÇÃO	R\$ 259.247,86
SUB-TOTAL		R\$ 405.075,09
6. REDE ELÉTRICA TRATAMENTO		
6.1	EXTENSÃO DA REDE ELÉTRICA EM 13,8 KV	R\$ 342.651,45
6.2	SUBESTAÇÃO	R\$ 26.425,09
SUB-TOTAL		R\$ 369.076,54
7. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - ETA		
7.1	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - RESERVATÓRIO APOIADO - 150 m ³	R\$ 12.110,68
7.2	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - RESERVATÓRIO RETRO LAVAGEM	R\$ 11.615,13
7.3	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - CASA DE QUÍMICA	R\$ 29.335,76
SUB-TOTAL		R\$ 53.061,57
TOTAL		R\$ 36.584.051,30