



PROJETO BÁSICO

**INFRAESTRUTURA DE REFORÇO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA
SEDE MUNICIPAL DE ESTÂNCIA/SE – LOTEAMENTOS SÃO JORGE E SÃO
PAULO**

Engº. Marcus Paulo Rosa Barbosa
Mestre em Saneamento Ambiental
Doutor em Engenharia de Processos
CREA 10.502/D-SE – RNP 270227733-0
Consultor Técnico

JANEIRO/2022

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. SITUAÇÃO ATUAL E INFRAESTRUTURA EXISTENTE	2
3. MEMORIAL DE CÁLCULO DA INFRAESTRUTURA PROPOSTA	4
3.1. POPULAÇÃO DE PROJETO	4
3.2. PARÂMETROS E COEFICIENTES ADOTADOS	4
3.3. CÁLCULO DA DEMANDA	5
3.4. DIMENSIONAMENTO E AVALIAÇÃO DA INFRAESTRUTURA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	6
3.4.1. INFRAESTRUTURA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA	6
3.4.2. RESERVAÇÃO	15
3.4.3. INFRAESTRUTURA DE CAPTAÇÃO, BOMBEAMENTO E ADUÇÃO	16
5. MEMORIAL DESCRITIVO	24
5.1. ÁREA DE CAPTAÇÃO	24
5.1.1. EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS	26
5.1.2. PADRÃO DE ENTRADA	26
5.1.2.1. DEMANDA ABSORVIDA PELA REDE	26
5.1.2.2. ENTRADA DE ENERGIA	27
5.1.2.3. DESENHO DO PADRÃO DE ENTRADA	28
5.2. ÁREA DE RESERVAÇÃO	28
5.3. INFRAESTRUTURA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA	29
6. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE MATERIAIS E SERVIÇOS	30
6.1. SERVIÇOS PRELIMINARES	30
6.2. MOVIMENTO DE TERRA	30
6.3. TUBOS, PEÇAS E CONEXÕES	31
6.3.1. FORNECIMENTO DE TUBOS, PEÇAS E CONEXÕES	31
6.3.2. ASSENTAMENTO DE TUBOS, PEÇAS E VÁLVULAS	31

6.3.3. BLOCOS DE ANCORAGEM	32
6.3.4. CAIXAS DE PROTEÇÃO PARA REGISTROS DE MANOBRA	33
7. RECOMENDAÇÕES	33
8. ESTIMATIVA DE INVESTIMENTO	35
ANEXOS	A
ANEXO 01: PEÇAS TÉCNICAS DE ORÇAMENTÁRIAS	a
ANEXO 02: PLANTAS – RESERVATÓRIO ELEVADO DE 100 m ³ E ABRIGO DOS POÇOS – SAA DOS LOTEAMENTOS SÃO JORGE E SÃO PAULO – ESTÂNCIA/SE	b
ANEXO 03: PROJETOS DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DOS ABRIGOS DOS POÇOS 1 E 2 – SAA DOS LOTEAMENTOS SÃO JORGE E SÃO PAULO – ESTÂNCIA/SE	c

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização dos Loteamentos São Jorge e São Paulo na sede municipal de Estância/SE.	1
Figura 2 – Localização dos poços 1 e 2 do Loteamento São Jorge e São Paulo.	3
Figura 3 – Rede de distribuição de água para pré-dimensionamento e cotas do terreno – Loteamentos São Jorge e São Paulo – Imagem de satélite do Google Earth®.	7
Figura 4 – Rede de distribuição de água – Trechos e comprimentos para pré-dimensionamento – Loteamentos São Jorge e São Paulo.	8
Figura 5 – Rede de distribuição de água calculada – Loteamentos São Jorge e São Paulo.	13
Figura 6 – Infraestrutura de reforço do sistema de abastecimento de água Central – Loteamentos São Jorge e São Paulo.	14
Figura 7 – Barrilete padrão de poço artesiano – Composição	21
Figura 8 – Infraestrutura de reforço do sistema de abastecimento de água Central – Nós – Loteamentos São Jorge e São Paulo.	22
Figura 9 – Área de captação – Abrigo dos poços e dispositivos de comando – Loteamentos São Jorge e São Paulo (cotas em cm).	25
Figura 10 – Área de reservação – Loteamentos São Jorge e São Paulo (cotas em cm).	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características do Poço 1.....	3
Tabela 2 – Características do Poço 2.....	3
Tabela 3 – Parâmetros para o dimensionamento da infraestrutura de abastecimento de água.	5
Tabela 4 – Dimensionamento de rede de distribuição de água	9
Tabela 5 – Verificação das pressões disponíveis na rede de distribuição de água.....	11
Tabela 6 – Cálculo das perdas de carga na coluna do Poço 1.....	17
Tabela 7 – Cálculo das perdas de carga na coluna do Poço 2.....	17
Tabela 8 – Cálculo das perdas de carga por trecho da adutora do Poço 1.	18
Tabela 9 – Cálculo das perdas de carga por trecho da adutora do Poço 2.	18
Tabela 10 – Bomba submersa sugerida para o Poço 1	19
Tabela 11 – Bomba submersa sugerida para o Poço 2	20
Tabela 12 – Barrilete padrão de poço artesiano – Peças e respectivas quantidades.....	20
Tabela 13 – Relação de peças por nó – Adutoras e rede de distribuição de água.	23
Tabela 14 – Profundidade da vala por diâmetro da tubulação.....	32

1. INTRODUÇÃO

O sistema de abastecimento de água da sede municipal de Estância/SE foi implantado no final da década de 60 e, desde então, vem sendo ampliado para acompanhar o crescimento da população.

O crescimento desordenado da cidade e a desconsideração de requisitos técnicos de ampliações efetuadas na rede de distribuição de água ao longo do tempo, aliados ao relevo acidentado e ao esvaziamento dos reservatórios de distribuição, devido ao consumo irracional e excessivo, tornam sazonal o abastecimento de água de algumas áreas dessa localidade.

A problemática desse abastecimento intermitente afeta, dentre outras localidades, a microrregião leste da sede municipal de Estância/SE, onde estão situados os Loteamentos São Jorge e São Paulo, área correspondente à hachura da Figura a seguir.

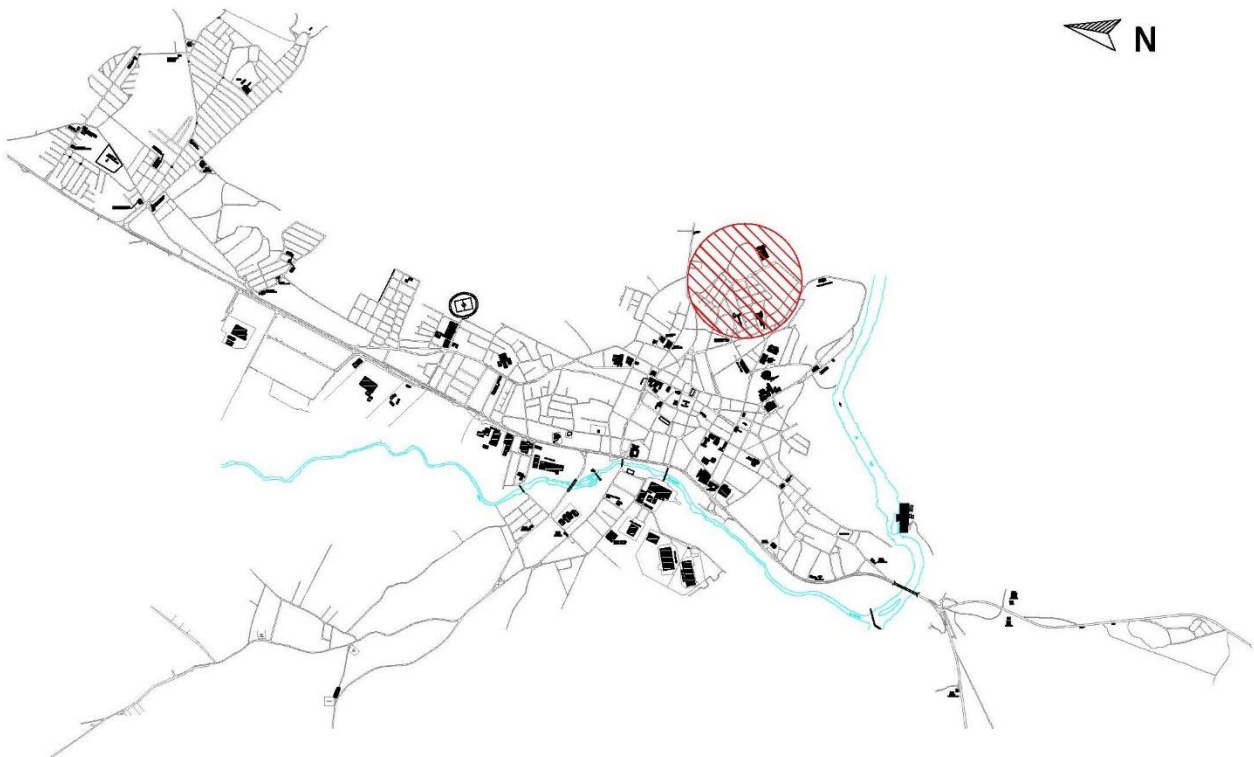


Figura 1 – Localização dos Loteamentos São Jorge e São Paulo na sede municipal de Estância/SE.

Assim, tem-se como objetivo do presente trabalho avaliar o sistema atual e oferecer subsídios para o reforço do sistema de abastecimento de água da região, sendo a sua concepção adotada para se obter economia e facilidade na implantação, aproveitando a infraestrutura existente, quando possível, dentro dos requisitos técnicos necessários.

Este relatório foi estruturado nos seguintes subtópicos:

- Situação atual e infraestrutura existente;
- Memorial de cálculo da infraestrutura proposta;
- Memorial descritivo;
- Especificações técnicas de materiais e serviços;
- Anexos.

2. SITUAÇÃO ATUAL E INFRAESTRUTURA EXISTENTE

Os Loteamentos São Jorge e São Paulo, localizados ao leste da sede municipal de Estância/SE, no entorno do Forródro, são alimentados pelo sistema de abastecimento de água central, através do reservatório de 750 m³ situado na sede administrativa do SAAE e rede de distribuição de água deficitária, não abrangendo o arruamento da extremidade oriental da região e fornecendo água de forma intermitente para as porções de maior relevo.

Recentemente, foram perfurados 02 (dois) poços tubulares profundos de $\Phi 6''$, localizados próximos Forródro, nas seguintes coordenadas UTM (X, Y): Poço 1 (671.514, 8.753.503) e Poço 2 (671.570, 8.753.465), conforme imagem de satélite da Figura 2. Em seguida, são apresentadas as características dos poços, conforme dados disponibilizados no relatório de perfuração.



Figura 2 – Localização dos poços 1 e 2 do Loteamento São Jorge e São Paulo.

Tabela 1 – Características do Poço 1

Dados do Poço Artesiano	
Nível estático	17,52 m
Nível dinâmico	43,20 m
Vazão	3,19 L/s = 11,48 m ³ /h

Tabela 2 – Características do Poço 2

Dados do Poço Artesiano	
Nível estático	25,36 m
Nível dinâmico	49,51 m
Vazão	0,57 L/s = 2,04 m ³ /h

3. MEMORIAL DE CÁLCULO DA INFRAESTRUTURA PROPOSTA

A fim de se proceder com a avaliação e dimensionamento da infraestrutura de abastecimento de água da localidade em questão, serão apresentados os parâmetros utilizados no cálculo, e, em seguida, os dados da localidade, fornecidos pelos levantamentos em campo e pelos laudos de perfuração dos poços.

3.1. POPULAÇÃO DE PROJETO

Através de estudo demográfico, foi computada a população da localidade estudada, calculada de acordo com os dados censitários do IBGE (2010) do município de Estância/SE, referente a 4,1 habitantes/domicílio. A população atual do sistema foi calculada multiplicando-se o índice adotado pelo respectivo número de domicílios da área que será contemplada com a infraestrutura de reforço (402 residências), resultando em 1.648 habitantes.

A população futura, calculada através da equação (1), referente à projeção de atendimento para 20 anos, foi estimada levando-se em consideração uma taxa de crescimento anual de 0,91% (IBGE), resultando em 1.948 habitantes.

$$Pop_f = Pop_i \left[1 + \left(\frac{Tx}{100} \right) A \right] \quad (1)$$

Sendo, Pop_f = População final de projeto (hab);

Pop_i = População inicial de projeto (hab);

Tx = Taxa de crescimento linear da população (%);

A = Alcance de projeto (anos).

3.2. PARÂMETROS E COEFICIENTES ADOTADOS

A demanda atual foi estimada de acordo com os parâmetros mostrados na Tabela 3.

Tabela 3 – Parâmetros para o dimensionamento da infraestrutura de abastecimento de água.

Parâmetros	
Consumo <i>per capita</i> (usualmente empregado para baixo padrão construtivo das residências)	120 L/hab.dia
Coeficiente do dia de maior consumo (k_1)	1,20
Coeficiente da hora de maior consumo (k_2)	1,50
Funcionamento do sistema	24 h

3.3. CÁLCULO DA DEMANDA

A demanda do sistema foi calculada através da equação (2), utilizando-se os dados de população e os parâmetros dos itens 3.1 e 3.2, respectivamente.

$$Q = \frac{\text{Pop}_f \cdot q \cdot k_1 \cdot k_2}{86400} \quad (2)$$

Sendo, Q = Demanda (L/s);

Pop_f = População final de projeto (hab);

q = Consumo per capita (L/hab.dia);

k_1 = Coeficiente do dia de maior consumo;

k_2 = Coeficiente da hora de maior consumo.

As demandas de alimentação e distribuição do sistema totalizaram, respectivamente, 3,25 L/s (11,69 m³/h) e 4,87 L/s (17,53 m³/h), logo, a disponibilidade de água provida atualmente poderá atender plenamente à expectativa de consumo.

3.4. DIMENSIONAMENTO E AVALIAÇÃO DA INFRAESTRUTURA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Foi redimensionado o sistema de abastecimento de água e avaliada a infraestrutura existente quanto à possibilidade de aproveitamento de componente do sistema atual.

3.4.1. INFRAESTRUTURA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

A partir do levantamento das cotas do terreno efetuado em campo e das informações disponibilizadas no laudo de perfuração dos poços, foi procedido o dimensionamento das instalações hidráulicas e dos equipamentos componentes do sistema, considerada a disposição apresentada na Figura 3.

Foi utilizado o método do seccionamento fictício para o dimensionamento da rede de distribuição de água a ser implantada, bem como para o cálculo das pressões disponíveis e da altura do nível de água mínimo no reservatório requerida para abastecimento das referidas localidades, de acordo com o estabelecido na NBR 12218:1994 - *Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público*. Os trechos de rede para cálculo e respectivos comprimentos são mostrados na Figura 4.

Os diâmetros calculados por trecho, conforme Tabela 4, são apresentados na Figura 5. E na Tabela 5, a avaliação das pressões atuantes no sistema.

A rede de reforço do sistema de abastecimento de água, considerando a infraestrutura existente, é mostrada na Figura 6.



Figura 3 – Rede de distribuição de água para pré-dimensionamento e cotas do terreno – Loteamentos São Jorge e São Paulo – Imagem de satélite do *Google Earth*®.

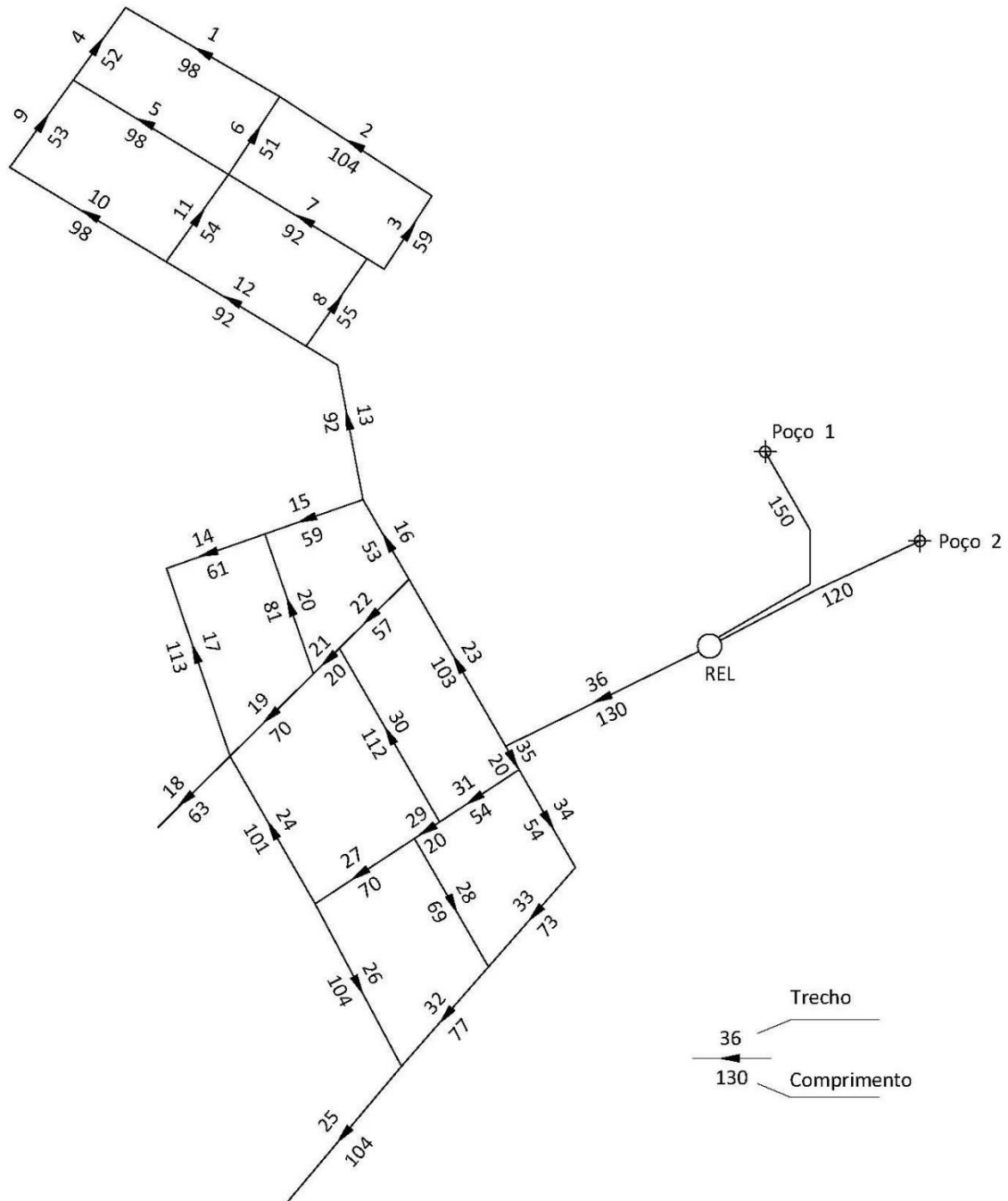


Figura 4 – Rede de distribuição de água – Trechos e comprimentos para pré-dimensionamento – Loteamentos São Jorge e São Paulo.

Tabela 4 – Dimensionamento de rede de distribuição de água

Trecho	L (m)	C	Vazão (L/s)				D (mm)	V (m/s)	Cota Piez.	Hf	Cota Piez.	Cota do Terreno		Pressão Disponível	
			Montante	Jusante	(m)	(m)			(m)		(m)				
									Montante		Jusante	Montante	Jusante		
			Jusante	Marcha	Montante	Fictícia			(m)		(m)	Montante	Jusante	Montante	Jusante
1	98,00	140	0,00	0,18	0,18	0,09	50	0,09	63,76	0,01	63,75	50,00	52,00	13,76	11,75
2	104,00	140	0,18	0,19	0,37	0,27	50	0,19	63,82	0,07	63,76	46,00	50,00	17,82	13,76
3	59,00	140	0,37	0,11	0,48	0,42	50	0,24	63,90	0,08	63,82	50,00	46,00	13,90	17,82
4	52,00	140	0,00	0,09	0,09	0,05	50	0,05	63,85	0,00	63,85	52,00	52,00	11,85	11,85
5	98,00	140	0,09	0,18	0,27	0,18	50	0,14	63,88	0,03	63,85	52,00	52,00	11,88	11,85
6	51,00	140	0,00	0,09	0,09	0,05	50	0,05	63,88	0,00	63,88	52,00	50,00	11,88	13,88
7	92,00	140	0,09	0,17	0,26	0,18	50	0,13	63,90	0,03	63,88	50,00	52,00	13,90	11,88
8	55,00	140	0,74	0,10	0,84	0,79	50	0,43	64,15	0,25	63,90	53,00	50,00	11,15	13,90
9	53,00	140	0,00	0,10	0,10	0,05	50	0,05	63,97	0,00	63,97	52,00	52,00	11,97	11,97
10	98,00	140	0,10	0,18	0,28	0,19	50	0,14	64,00	0,03	63,97	54,00	52,00	10,00	11,97
11	54,00	140	0,00	0,10	0,10	0,05	50	0,05	64,00	0,00	64,00	54,00	52,00	10,00	12,00
12	92,00	140	0,37	0,17	0,54	0,46	50	0,28	64,15	0,15	64,00	53,00	54,00	11,15	10,00
13	92,00	140	1,38	0,17	1,55	1,47	75	0,35	64,33	0,18	64,15	53,00	53,00	11,33	11,15
14	61,00	140	0,00	0,11	0,11	0,06	50	0,06	64,32	0,00	64,31	54,00	54,00	10,32	10,31
15	59,00	140	0,11	0,11	0,22	0,17	50	0,11	64,33	0,01	64,32	53,00	54,00	11,33	10,32
16	53,00	140	1,77	0,10	1,87	1,82	75	0,42	64,49	0,15	64,33	53,00	53,00	11,49	11,33
17	113,00	140	0,00	0,21	0,21	0,10	50	0,11	64,15	0,01	64,14	48,00	54,00	16,15	10,14
18	63,00	140	0,00	0,12	0,12	0,06	50	0,06	64,15	0,00	64,15	48,00	45,00	16,15	19,15
19	70,00	140	0,32	0,13	0,45	0,39	50	0,23	64,23	0,08	64,15	50,00	48,00	14,23	16,15
20	81,00	140	0,00	0,15	0,15	0,07	50	0,08	64,23	0,00	64,23	50,00	54,00	14,23	10,23
21	20,00	140	0,60	0,04	0,63	0,62	50	0,32	64,29	0,06	64,23	51,00	50,00	13,29	14,23
22	57,00	140	0,63	0,10	0,74	0,69	50	0,38	64,49	0,20	64,29	53,00	51,00	11,49	13,29

Trecho	L (m)	C	Vazão (L/s)				D (mm)	V (m/s)	Cota Piez. Montante (m)	Hf (m)	Cota Piez. Jusante (m)	Cota do Terreno (m)		Pressão Disponível (m)	
			Jusante	Marcha	Montante	Fictícia						Montante	Jusante	Montante	Jusante
23	103,00	140	2,60	0,19	2,79	2,70	75	0,63	65,11	0,62	64,49	50,00	53,00	15,11	11,49
24	101,00	140	0,00	0,18	0,18	0,09	50	0,09	64,31	0,01	64,30	40,00	48,00	24,31	16,30
25	104,00	140	0,00	0,19	0,19	0,09	50	0,10	64,23	0,01	64,22	37,00	34,00	27,23	30,22
26	104,00	140	0,19	0,19	0,38	0,28	50	0,19	64,31	0,07	64,23	40,00	37,00	24,31	27,23
27	70,00	140	0,56	0,13	0,69	0,63	50	0,35	64,51	0,21	64,31	45,00	40,00	19,51	24,31
28	69,00	140	0,00	0,13	0,13	0,06	50	0,06	64,51	0,00	64,51	45,00	43,00	19,51	21,51
29	20,00	140	0,82	0,04	0,85	0,84	50	0,44	64,61	0,10	64,51	46,00	45,00	18,61	19,51
30	112,00	140	0,00	0,20	0,20	0,10	50	0,10	64,61	0,01	64,60	46,00	51,00	18,61	13,60
31	54,00	140	1,06	0,10	1,16	1,11	50	0,59	65,07	0,46	64,61	50,00	46,00	15,07	18,61
32	77,00	140	0,00	0,14	0,14	0,07	50	0,07	64,99	0,00	64,99	43,00	37,00	21,99	27,99
33	73,00	140	0,14	0,13	0,27	0,21	50	0,14	65,02	0,03	64,99	49,00	43,00	16,02	21,99
34	54,00	140	0,27	0,10	0,37	0,32	50	0,19	65,07	0,05	65,02	50,00	49,00	15,07	16,02
35	20,00	140	1,53	0,04	1,57	1,55	75	0,35	65,11	0,04	65,07	50,00	50,00	15,11	15,07
36	130,00	140	4,36	0,24	4,60	4,48	100	0,59	65,61	0,50	65,11	52,00	50,00	13,61	15,11
Σ=	2.666,00														

Tabela 5 – Verificação das pressões disponíveis na rede de distribuição de água

Trecho	Cota do Terreno Jusante (m)	Hf Acumulada (m)	CT + Hf + Pressão Mínima Disponível	Pressão Disponível no Nó (mca)	Observações
1	52,00	1,86	63,86	11,75	
2	50,00	1,85	61,85	13,76	
3	46,00	1,78	57,78	17,82	
4	52,00	1,76	63,76	11,85	
5	52,00	1,76	63,76	11,85	
6	50,00	1,73	61,73	13,88	
7	52,00	1,73	63,73	11,88	
8	50,00	1,70	61,70	13,90	
9	52,00	1,64	63,64	11,97	
10	52,00	1,64	63,64	11,97	
11	52,00	1,61	63,61	12,00	
12	54,00	1,61	65,61	10,00	Trecho mais desfavorável
13	53,00	1,45	64,45	11,15	
14	54,00	1,29	65,29	10,31	
15	54,00	1,29	65,29	10,32	
16	53,00	1,27	64,27	11,33	
17	54,00	1,47	65,47	10,14	
18	45,00	1,46	56,46	19,15	
19	48,00	1,46	59,46	16,15	
20	54,00	1,38	65,38	10,23	
21	50,00	1,37	61,37	14,23	
22	51,00	1,32	62,32	13,29	
23	53,00	1,12	64,12	11,49	
24	48,00	1,31	59,31	16,30	

Trecho	Cota do Terreno Jusante (m)	Hf Acumulada (m)	CT + Hf + Pressão Mínima Disponível	Pressão Disponível no Nó (mca)	Observações
25	34,00	1,38	45,38	30,22	
26	37,00	1,37	48,37	27,23	
27	40,00	1,30	51,30	24,31	
28	43,00	1,10	54,10	21,51	
29	45,00	1,09	56,09	19,51	
30	51,00	1,01	62,01	13,60	
31	46,00	0,99	56,99	18,61	
32	37,00	0,62	47,62	27,99	
33	43,00	0,61	53,61	21,99	
34	49,00	0,59	59,59	16,02	
35	50,00	0,54	60,54	15,07	
36	50,00	0,50	60,50	15,11	

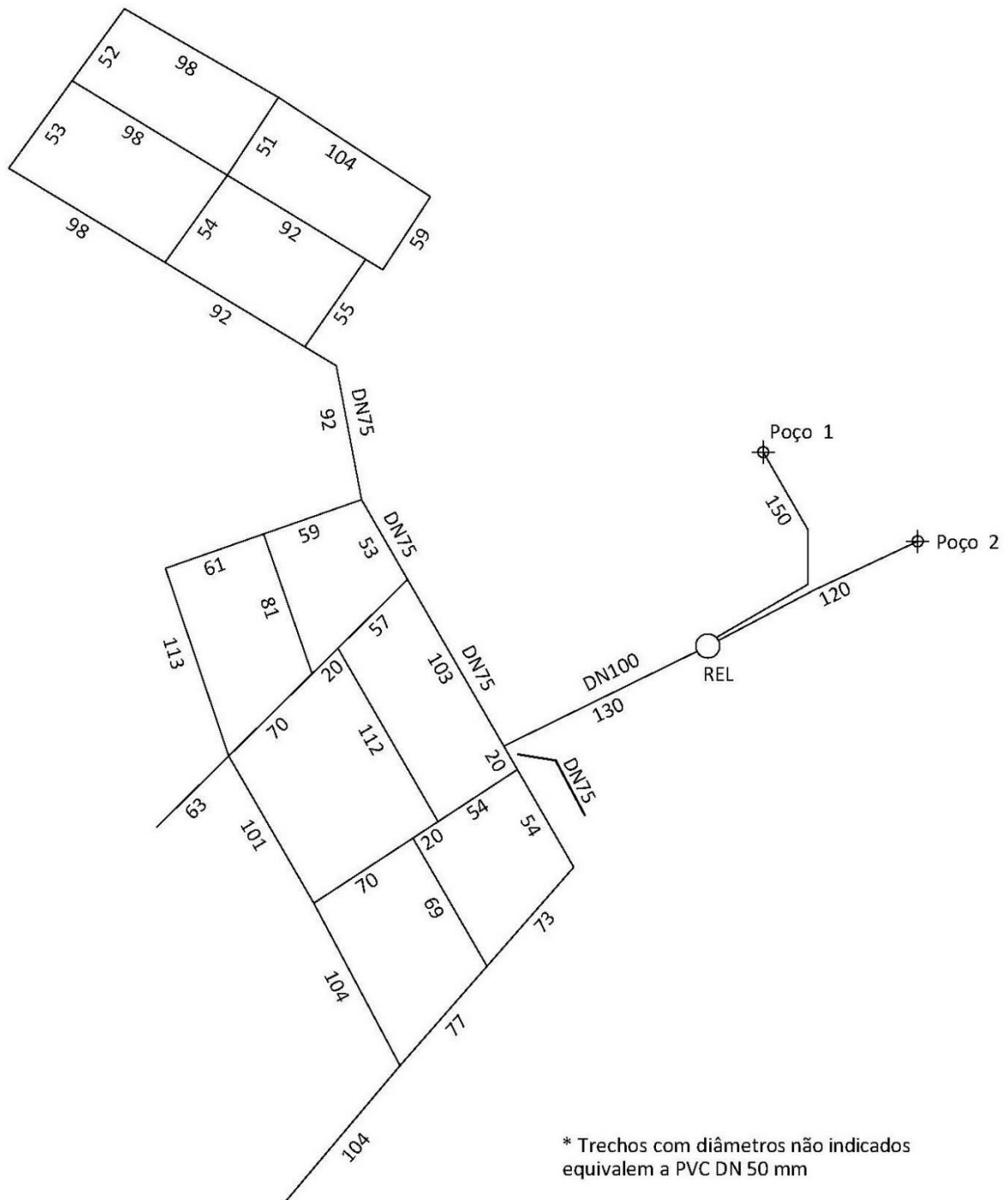


Figura 5 – Rede de distribuição de água calculada – Loteamentos São Jorge e São Paulo.

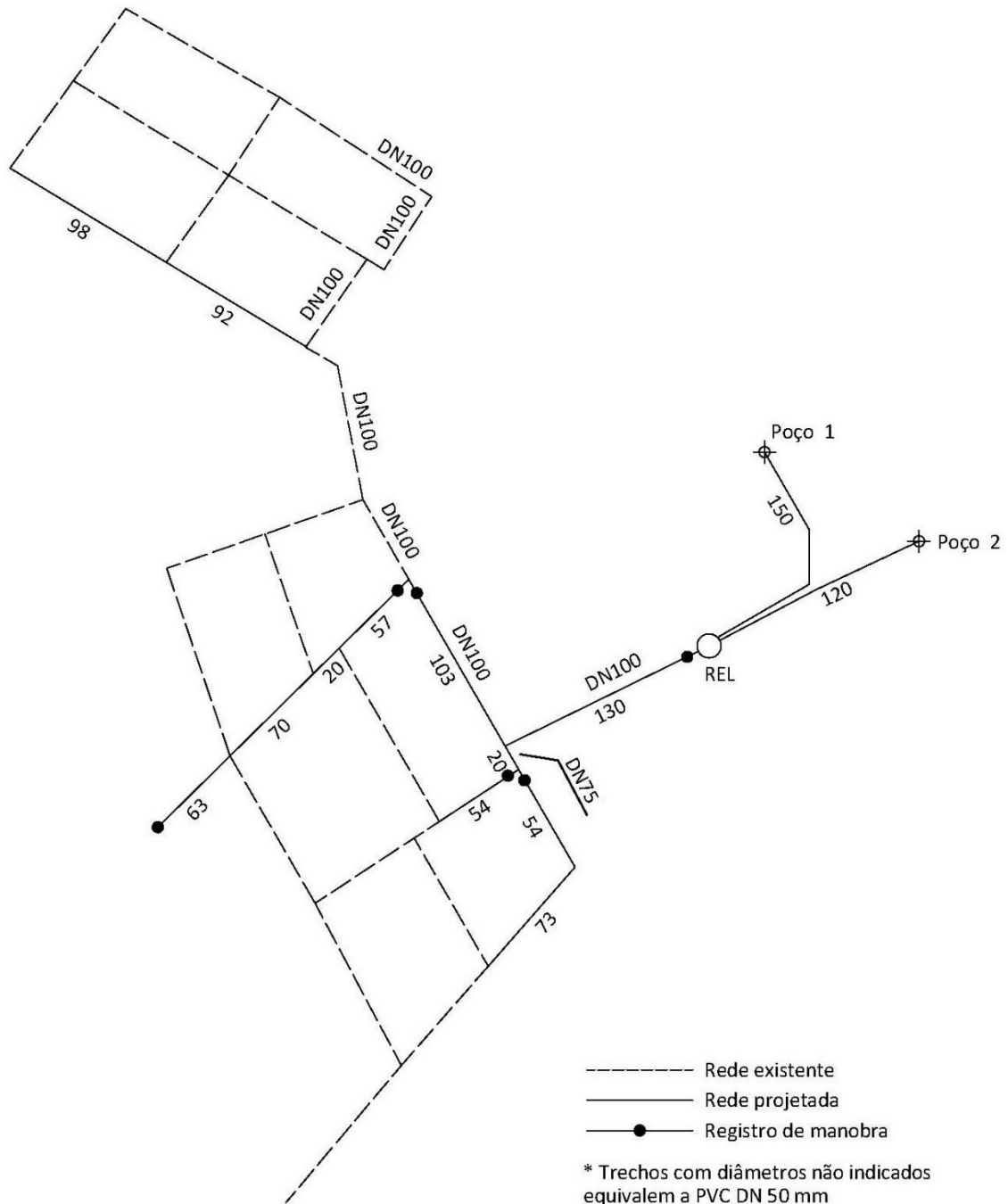


Figura 6 – Infraestrutura de reforço do sistema de abastecimento de água Central – Loteamentos São Jorge e São Paulo.

3.4.2. RESERVAÇÃO

Foi verificado que, para o abastecimento por gravidade através de reservatório, será necessário um nível de água mínimo com altura de 13,61 m, para manter a pressão mínima de 10,00 mca na rede de distribuição.

Estabelecendo a relação de *Frühling* por medidas econômicas (equação 3), relativa a 1/5 do volume demandado no dia de maior consumo, a capacidade calculada do reservatório para o sistema foi aproximadamente 56,00 m³. Priorizando o aumento da reservação, será adotado o modelo de reservatório elevado de 100 m³ já utilizado pelo SAAE, cujo projeto estrutural já está disponível, cujo projeto arquitetônico segue apensado no Anexo 3 deste relatório.

$$V = \frac{1}{5} \left(\frac{24Q}{k_2} \right) \quad (3)$$

Sendo, V = Volume (m³);

Q = Demanda (m³/h);

k₂ = Coeficiente da hora de maior consumo.

3.4.3. INFRAESTRUTURA DE CAPTAÇÃO, BOMBEAMENTO E ADUÇÃO

Consiste no conjunto formado pela bomba submersa, dispositivos de comando e pela tubulação, peças e conexões dos segmentos compreendidos entre a bomba e o reservatório, calculado através da soma dos seguintes trechos:

- Poço 1:

- Profundidade de instalação da bomba (coluna do poço) = 54,00 m;
- Comprimento da adutora (contabilizada da saída do barrilete do poço até a base do reservatório) = 150,00 m
- Altura de entrada no reservatório elevado (altura da base até a entrada no reservatório) = 17,00 m

- Poço 2:

- Profundidade de instalação da bomba = 60,00 m;
- Comprimento da adutora = 120,00 m
- Altura de entrada no reservatório elevado = 17,00 m

Sendo assim, verificou-se as perdas de carga contínuas no recalque, ocorridas ao longo da tubulação, segundo o método de Hazen-Williams, separadamente, na coluna do poço e no barrilete, e na adutora, por segmento, até o reservatório.

Para o Poço 1, admitindo-se na coluna do poço tubos de PVC rígido roscáveis, foram calculadas as perdas de carga para os diâmetros de 2" (DE 60 mm), 3" (DE 85 mm) e 4" (DE 110 mm), como mostrado na Tabela 6.

Tabela 6 – Cálculo das perdas de carga na coluna do Poço 1

Vazão (m ³ /h)	Comprimento (m)	Coefficiente de Hazen-Williams	Diâmetro (mm)	Perda de Carga Contínua (m)
11,48	54,00	140	60	1,32
			85	0,45
			110	0,07

De forma análoga, para o Poço 2, tem-se:

Tabela 7 – Cálculo das perdas de carga na coluna do Poço 2

Vazão (m ³ /h)	Comprimento (m)	Coefficiente de Hazen-Williams	Diâmetro (mm)	Perda de Carga Contínua (m)
2,04	60,00	140	32	1,28
			40	0,43
			50	0,15

Assim, para o Poço 1, por razões econômicas, será adotado o diâmetro de 3" (DE 85 mm) para as colunas; para o Poço 2, por conta da maior resistência à alta profundidade, será adotado o diâmetro de 1 ¼" (DE 40 mm).

Foi utilizada a equação do dimensionamento econômico de Bresse para o cálculo das adutoras, considerando-as segmentadas em dois trechos: da saída do barrilete do poço até a base do reservatório, em tubos de PVC PBA, e na subida para o reservatório, em tubos de aço galvanizado roscáveis. As respectivas perdas de carga foram calculadas conforme as Tabelas 8 e 9.

Foi considerada, então, para o Poço 1 a adutora com PVC PBA DN 75 mm / FoGo DN 100 mm, este último, justificado pela possibilidade de ampliação futura do sistema; para o Poço 2, dada a sua limitada vazão produzida, a adutora deverá ser implantada em PVC PBA DN 50 mm e trecho aéreo do reservatório em FoGo DN 100 mm, analogamente ao Poço 1.

Tabela 8 – Cálculo das perdas de carga por trecho da adutora do Poço 1.

Vazão (m³/h)	Comprimento (m)	Coefficiente de Hazen-Williams	Diâmetro (mm)	Perda de Carga Contínua (m)
11,48	150,00	140	60	3,67
			75	1,24
			100	0,31
	17,00	130	60	0,48
			75	0,16
			100	0,04

Tabela 9 – Cálculo das perdas de carga por trecho da adutora do Poço 2.

Vazão (m³/h)	Comprimento (m)	Coefficiente de Hazen-Williams	Diâmetro (mm)	Perda de Carga Contínua (m)
2,04	120,00	140	50	0,29
	17,00	130	100	0,00

Ainda, admitindo-se uma perda de carga localizada nas peças e conexões constantes nas tubulações de recalque equivalente a 10% das perdas de carga contínua, tem-se:

- Poço 1: Perdas de carga (H_f) = $[0,45 + 1,24 + 0,04] (1 + 10\%) = 1,90 \text{ m}$

- Poço 2: Perdas de carga (H_f) = $[0,43 + 0,29 + 0,00] (1 + 10\%) = 0,80 \text{ m}$

Assim, levando-se em consideração as cotas apresentadas na Figura 3, foram calculados o desnível geométrico e a altura manométrica de transporte (AMT), referente à diferença entre as cotas de instalação da bomba submersa de cada poço e de entrada nos respectivos reservatórios, sendo calculadas da seguinte forma:

- Poço 1:

Desnível Geométrico (Hg) = $(52,00 - 45,00) + 54,00 + 17,00 = 78,00$ m

AMT = $H_g + H_f = 78,00 + 1,90 = 79,90$ mca

Assim, o ponto de operação da bomba submersa adequada para esse sistema será:

Vazão = $11,48 \text{ m}^3/\text{h}$

AMT = $79,90$ mca

- Poço 2:

Desnível Geométrico (Hg) = $(52,00 - 47,00) + 60,00 + 17,00 = 82,00$ m

AMT = $H_g + H_f = 82,00 + 0,80 = 82,80$ mca

Assim, o ponto de operação da bomba submersa adequada para esse sistema será:

Vazão = $2,04 \text{ m}^3/\text{h}$

AMT = $82,80$ mca

A Tabela 10 apresenta, a seguir, de forma sugestiva, as características do conjunto motor-bomba submersas disponível no mercado com ponto de operação mais próximo do requerido, a ser empregado no sistema de abastecimento de água.

Tabela 10 – Bomba submersa sugerida para o Poço 1

Dados do Conjunto Motor-Bomba (Bomba Submersa)	
Fabricante	Thebe
Modelo	TSM-4014W
Vazão	$10,80 \text{ m}^3/\text{h}$
AMT	$90,00$ mca
Número de estágios	14
Diâmetro de recalque	3"
Potência	5,50 CV
Tensão (número de fases)	220 V (trifásica)

Tabela 11 – Bomba submersa sugerida para o Poço 2

Dados do Conjunto Motor-Bomba (Bomba Submersa)	
Fabricante	Thebe
Modelo	TSM-1310W
Vazão	1,80 m ³ /h
AMT	85,00 mca
Número de estágios	10
Diâmetro de recalque	1 ¼"
Potência	1,00 CV
Tensão (número de fases)	220 V (trifásica)

A Tabela 12 relaciona os tubos, peças e conexões do barrilete dos poços, de acordo Figura 7. Os componentes variarão conforme o diâmetro das respectivas colunas dos poços: para o Poço 1, Φ3" (DE 85 mm); para o Poço 2, Φ1 ¼" (DE 40 mm).

Tabela 12 – Barrilete padrão de poço artesiano – Peças e respectivas quantidades.

Item	Peças	Quantidade	
		Poço 1	Poço 2
1	Tubo de PVC rígido roscável ou tubo de ferro galvanizado, L = 6,00 m	10,00	11,00
1*	Luva roscável de ferro galvanizado	8,00	9,00
2	Curva de 90º de ferro galvanizado roscável		3,00
3	Niple duplo de ferro galvanizado		4,00
4	Tê de PVC rígido roscável		1,00
5	Registro de gaveta bruto em bronze		2,00
6	Ventosa simples em ferro fundido, com rosca		1,00
7	Válvula de retenção horizontal		1,00

1* a ser instalada entre os tubos da coluna do poço

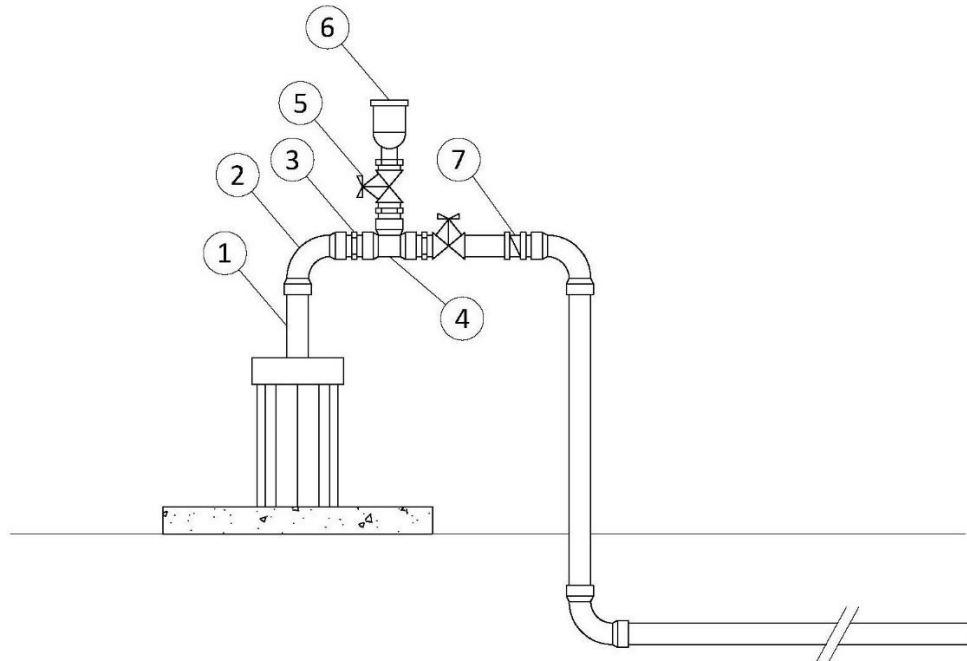


Figura 7 – Barrilete padrão de poço artesiano – Composição

O sistema proposto após o dimensionamento hidráulico da tubulação de recalque é apresentado na Figura 8.

Na Tabela 13, a seguir, é apresentada a relação de peças por nó, conforme numeração constante na Figura 8, das adutoras e rede de distribuição de água.

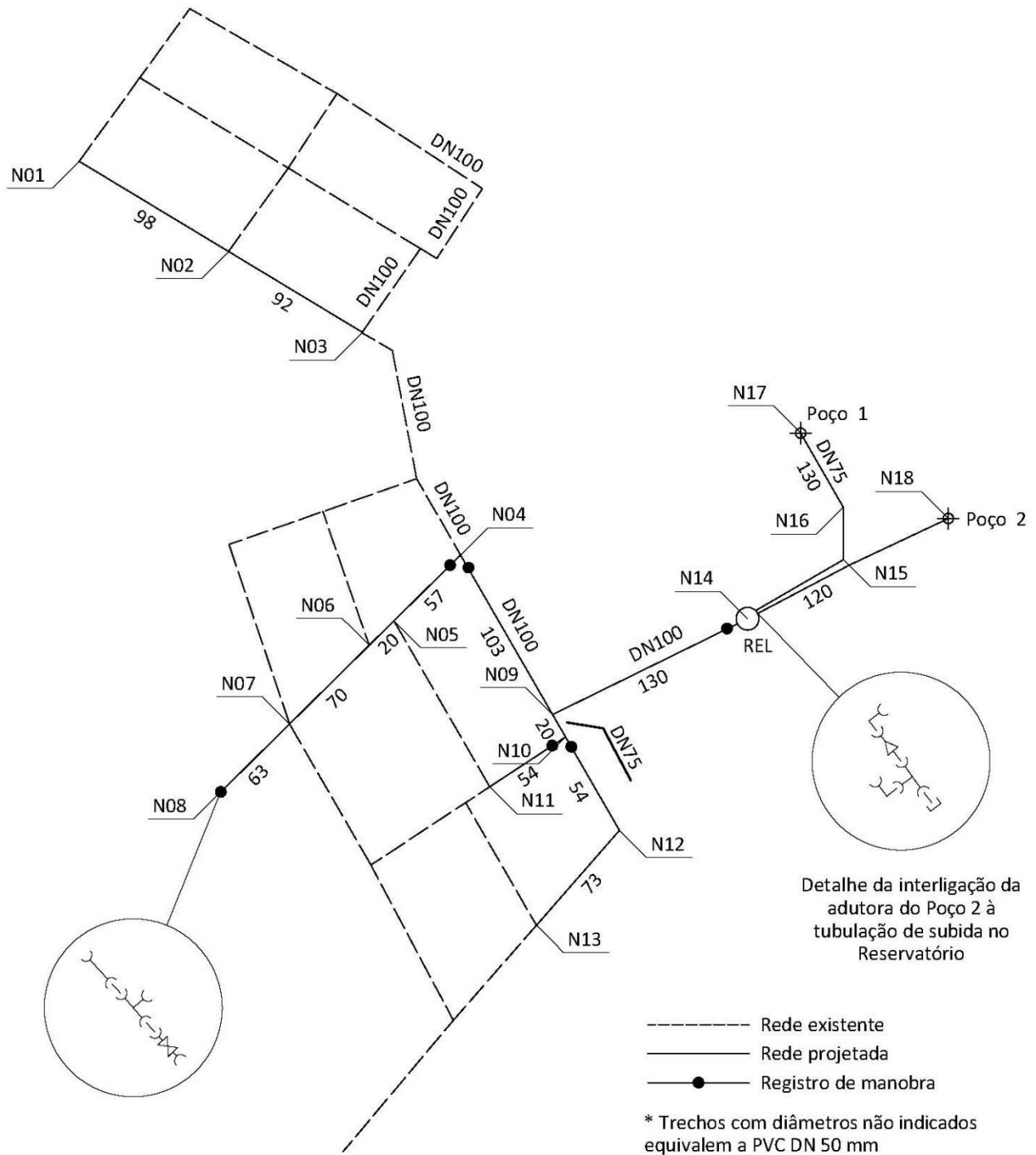


Figura 8 – Infraestrutura de reforço do sistema de abastecimento de água Central – Nós – Loteamentos São Jorge e São Paulo.

Tabela 13 – Relação de peças por nó – Adutoras e rede de distribuição de água.

Nó	Relação de Peças	
	Adutora	Rede de distribuição de água
1	-	T PVC BBB JEI DN 50 C45 PVC PB JEI DN 50 LCR PVC BB JEI DN 50
2	-	T PVC BBB JEI DN 50
3	-	T PVC BBB JEI DN 100 RD PVC PB JEI DN 100x50 LCR PVC BB JEI DN 100 (x2)
4	-	T PVC BBB JEI DN 100x50 RG FoFo BB JE DN 100 RG FoFo BB JE DN 50 LCR PVC BB JEI DN 100
5, 6	-	T PVC BBB JEI DN 50 LCR PVC BB JEI DN 50
7	-	T PVC BBB JEI DN 50 (x2) LCR PVC BB JEI DN 50 (x2)
8	-	T PVC BBB JEI DN 50 RG FoFo BB JE DN 50 LCR PVC BB JEI DN 50
9	-	T PVC BBB JEI DN 100 RD PVC PB JEI DN 100x75
10	-	T PVC BBB JEI DN 75x50 RD PVC PB JEI DN 75x50 RG FoFo BB JE DN 50 (x2)
11, 13	-	T PVC BBB JEI DN 50 LCR PVC BB JEI DN 50 (x2)
12	-	C90 PVC PB JEI DN 50
14	C90 PVC PB JEI DN 100 (x2) ADAPT PVC DN X DE BR DN 100 (x2) T PVC BBB JEI DN 100 RD PVC PB JEI DN 100x75 RD PVC PB JEI DN 100x50	C90 PVC PB JEI DN 100 ADAPT PVC DN X DE BR DN 100 (x2) RG FoFo BB JE DN 100

Nó	Relação de Peças	
	Adutora	Rede de distribuição de água
	CAP PVC JE DN 100	
15, 16	C45 PVC PB JEI DN 75	-
17	ADAPT PVC DE x DN JE DN 75	-
	C90 PVC PB JEI DN 75	
18	ADAPT PVC DE x DN JE DN 50	-
	C90 PVC PB JEI DN 50	

Legenda: ADAPT – Adaptador; C45 – Curva de 45°; C90 – Curva de 90°; PB – Ponta e bolsa; T – Tê; BB – Bolsa e bolsa; JEI – Junta elástica integrada; DE – Diâmetro externo; DN – Diâmetro nominal; BR – Bolsa e rosca; RG – Registro de gaveta; FoFo – Ferro fundido.

5. MEMORIAL DESCRITIVO

5.1. ÁREA DE CAPTAÇÃO

A edificação destinada ao abrigo dos poços e dos dispositivos de comando (quadro de comando e telecomando por rádio) possuirá área útil aproximada de 3,96 m² (1,80 x 2,20 m) e será construída em alvenaria de blocos cerâmicos, chapiscada e rebocada nas duas faces, com piso em concreto simples despolado, laje pré-fabricada em concreto armado e telhamento, para minimizar os efeitos de eventuais infiltrações. As aberturas serão fechadas com porta de ferro, de abrir, tipo grade com chapa e guarnições (0,90 x 2,10 m) e combogós de argamassa de cimento (0,60 x 0,60 m), para permitir a ventilação do ambiente. Deverá ser aplicada pintura com tinta PVA látex sobre as paredes na cor palha ou bege e novacor concreto sobre o piso, além da logomarca do SAAE. A área (5,40 x 5,40 m) deverá ser cercada através de cerca de arame farpado e postes pré-moldados em concreto, com portão em ferro galvanizado (1,20 x 2,00m), sendo aplicado ao piso dessa área lastro de brita 4 de 5 cm de espessura. De modo a garantir a segurança da população e de evitar que o sistema sofra interferências externas, a área de reservação deverá ser mantida sempre fechada. Os detalhes construtivos são mostrados na Figura 9 e no Anexo 2.

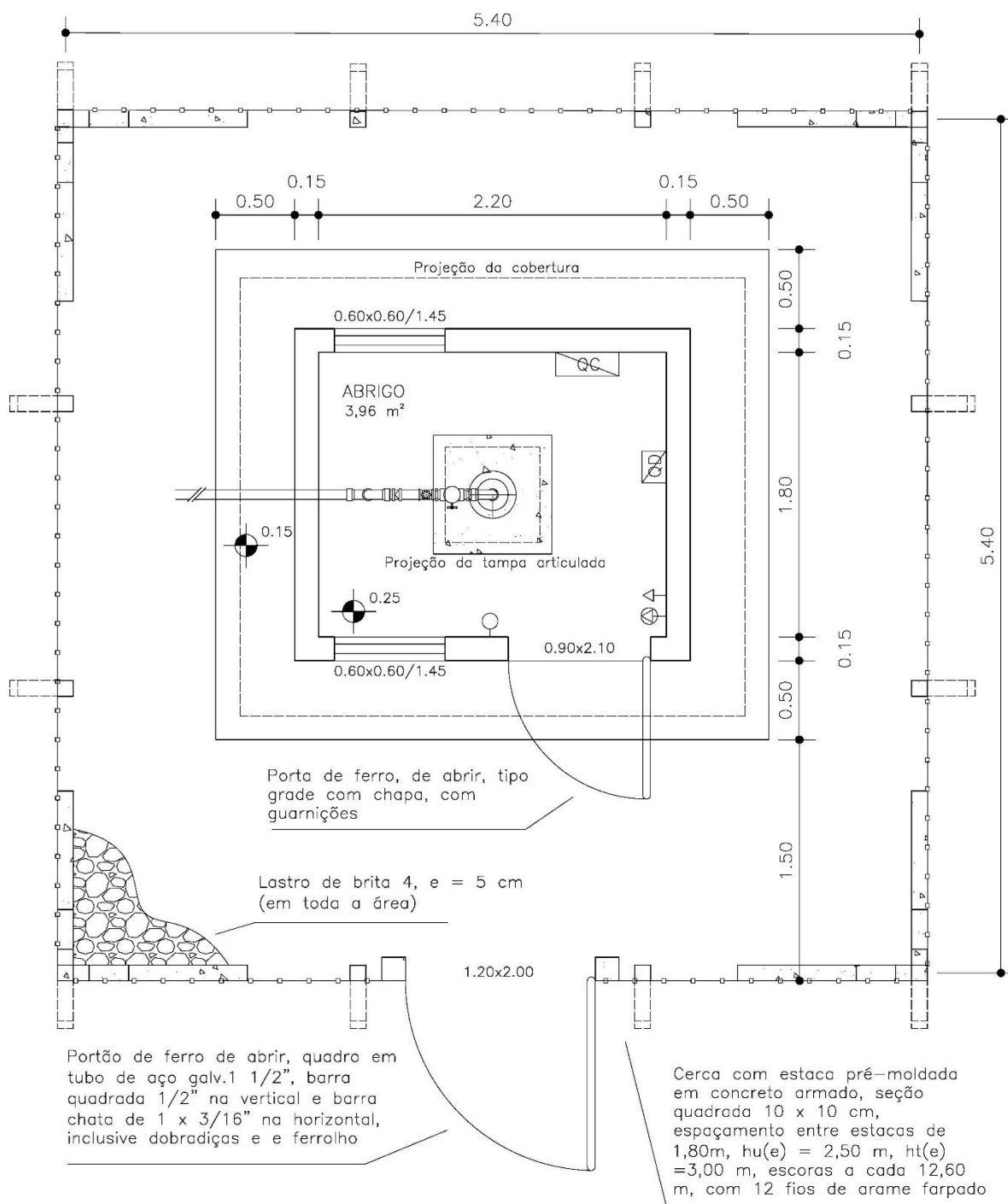


Figura 9 – Área de captação – Abrigo dos poços e dispositivos de comando – Loteamentos São Jorge e São Paulo (cotas em cm).

O barrilete dos poços artesianos deverá estar em conformidade com as peças e respectivas quantidades apresentadas na Tabela 12, respeitado o diâmetro de recalque projetado, com detalhamento conforme Figura 7.

5.1.1. EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

Nos abrigos, deverão ser instalados quadros de comando completos para operação das bombas submersas sugeridas nas Tabela 10 e 11, compostos por horímetro, amperímetro, voltímetro, relê duplo (falta de fase e de nível), relê térmico e chave contatora. O controle de acionamento e desligamento deverá ser efetuado automaticamente através de telecomando, interligado aos eletrodos de níveis mínimo e máximo do reservatório elevado.

Para o Poço 1, a potência do motor requerida é 5,5 CV, e para o Poço 2, 1,0 CV, ambos trifásicos, 220 V.

Também serão instalados um ponto de iluminação no teto (25W), uma tomada de uso geral (100W) e uma de uso específico para serviço (1.500W).

5.1.2. PADRÃO DE ENTRADA

Para cálculo da demanda elétrica do abrigo foi utilizada como base a Norma Técnica de Distribuição – NTD-01 da Sulgipe.

5.1.2.1. DEMANDA ABSORVIDA PELA REDE

Utilizando a Tabela 18 – Motores trifásicos 60 Hz – Potência nominal, foram calculadas a potência absorvida da rede em kVA e kW, corrente nominal e de partida (pág. 39 da NTD-01):

- Abrigo do Poço 1: para um motor de 5,5 CV, trifásico, 220 V, a demanda absorvida pela rede é 6,55 kVA (4,92 kW), com corrente nominal de 17,18 A e corrente de partida de 110,54 A. OBS.: Por não estarem explicitados na referida Tabela 18 da NTD-01, esses valores foram obtidos por interpolação;

- Abrigo do Poço 2: para um motor de 1,0 CV, trifásico, 220 V, a demanda absorvida pela rede é 1,52 kVA (1,05 kW), com corrente nominal de 4,0 A e corrente de partida de, 20,70 A.

Considerando um $FD = 0,92$ para ambos os abrigos, a demanda efetiva das demais instalações é 1,77 kVA.

Assim, tem-se como demandas totais:

- Abrigo do Poço 1: $1,77 \text{ kVA} + 6,55 \text{ kVA} = 8,32 \text{ kVA}$;

- Abrigo do Poço 1: $1,77 \text{ kVA} + 1,52 \text{ kVA} = 3,29 \text{ kVA}$;

5.1.2.2. ENTRADA DE ENERGIA

Utilizando a Tabela 1 – Dimensionamento do padrão de entrada / Tabela de ligação (pág. 30 da NTD-01), tem-se:

- Abrigo do Poço 1:

- Tensão: 127/220V
- Ligação: Trifásica
- Tipo: T2
- Disjuntor: 60 A
- Ramal de entrada: $3\#16(16) \text{ mm}^2$
- Eletroduto: $\Phi 2''$
- Aterramento: Condutor em cobre $1\#10 \text{ mm}^2$
- Eletroduto de PVC rígido: $\Phi \frac{1}{2}''$
- Pontalete: $\Phi 40 \text{ mm}$
- Caixa de medição instalada a 1,70 m de altura (máxima).

- Abrigo do Poço 2:

- Tensão: 127/220V

- Ligação: Trifásica
- Tipo: T1
- Disjuntor: 40 A
- Ramal de entrada: 3#10(10) mm²
- Eletroduto: $\Phi 2''$
- Aterramento: Condutor em cobre 1#10 mm²
- Eletroduto de PVC rígido: $\Phi \frac{1}{2}''$
- Pontalete: $\Phi 40$ mm
- Caixa de medição instalada a 1,70 m de altura (máxima).

5.1.2.3. DESENHO DO PADRÃO DE ENTRADA

Conforme Desenho 7 – Padrão de entrada – Medição direta – Instalação em parede com pontalete (Págs. 56-57 da NTD-01).

Os detalhes construtivos da entrada de energia elétrica são apresentados nos projetos das instalações elétricas, Anexo 3.

5.2. ÁREA DE RESERVAÇÃO

O reservatório deverá ser equipado com registros de manobra geral e de descarga de fundo, conforme disposição mostrada no Anexo 2. Ainda, possuirá dosadores a tabletes de hipoclorito de cálcio, utilizado para tratamento da água por desinfecção, a ser dimensionado em função da vazão do sistema e instalado na tubulação de recalque de cada poço. Os dosadores deverão ser devidamente abrigados, em caixas de alvenaria chapiscada e rebocada nas duas faces, pintadas, com dimensões de 1,00 x 1,00 x 1,00 m, e tampa em chapa de ferro articulada, para não permitir operação indevida.

Conforme Figura a seguir, a área (10,80 x 12,60 m) deverá ser cercada através de cerca de arame farpado e postes pré-moldados em concreto, com portão em ferro galvanizado (2,40 x 2,00m), sendo aplicado ao piso dessa área lastro de brita 4 de 5 cm de espessura. De modo a

garantir a segurança da população e de evitar que o sistema sofra interferências externas, a área de reservação deverá ser mantida sempre fechada.

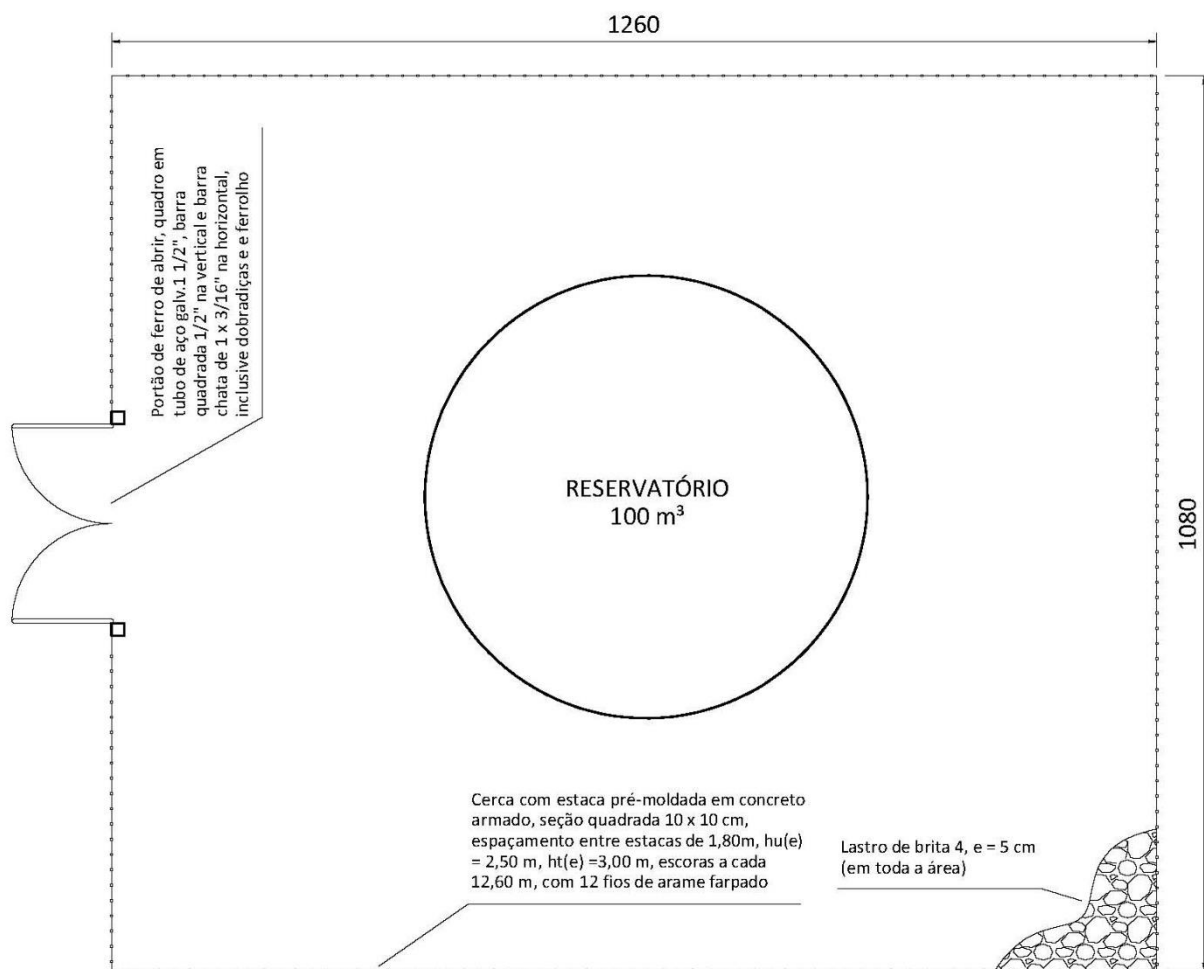


Figura 10 – Área de reservação – Loteamentos São Jorge e São Paulo (cotas em cm).

5.3. INFRAESTRUTURA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

A infraestrutura a ser implantada segue a disposição estabelecida na Figura 8 (pág. 22) e peças e conexões segunda a Tabela 13 (págs. 23 e 24), devendo ser assentada em valas de 0,60

m de largura e profundidade indicada na seção 6.3.2, Tabela 14, sobre colchão de areia ou terreno natural isento de pedregulhos.

As ligações domiciliares deverão ser executadas no padrão do SAAE, sendo apropriadas para instalação de hidrômetros. Vale salientar que o hidrômetro, como instrumento de limitação de consumo, evita o desperdício de água, além de viabilizar a sustentabilidade do sistema através da cobrança pelo uso da água distribuída.

6. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE MATERIAIS E SERVIÇOS

6.1. SERVIÇOS PRELIMINARES

Todos os materiais e serviços a serem empregados deverão satisfazer as exigências normativas da ABNT. Na obra, deverá constar uma via deste Memorial Descritivo e dos projetos devidamente aprovados pelas autoridades competentes, acompanhados pela Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) dos engenheiros responsáveis pelo projeto e pela execução da obra.

PLACA DA OBRA: Em local de boa visualização, deverá ser fixada a placa da obra contendo, dentre outras, informações da obra, órgão financiador, valor em R\$ e prazo de execução, nome e registro no CREA do engenheiro responsável.

6.2. MOVIMENTO DE TERRA

ESCAVAÇÕES MANUAIS: Serão executadas quando o volume de terra a ser deslocado for compatível com a capacidade da mão-de-obra disponível em serviço.

ESCAVAÇÕES MECANIZADAS: Serão executadas quando o volume de terra a ser deslocado for maior do que a capacidade da mão-de-obra existente ou quando as condições técnicas e econômicas assim o exigirem e permitirem.

ESCORAMENTOS: Todas as escavações com profundidade maior do que 1,50 m deverão ser obrigatoriamente escoradas, até a finalização dos serviços nesta fase, seguindo-se recomendações do engenheiro responsável pela obra. Escoramentos especiais deverão ser objeto de projeto específico.

TRANSPORTE E MOVIMENTAÇÃO DE TERRA: Serão executados com os meios adequados e de acordo com o volume de terra escavado, obedecendo a regras de segurança e racionalização dos trabalhos.

ATERRO, REATERRO E APILOAMENTO: O reaterro de valas e demais escavações, principalmente quando para sustentação de cargas que possam ocasionar recalques indesejáveis, deverão ser feitos em camadas de no máximo 20 cm, sofrendo apiloamento até que não mais ocorra redução no volume de terra. Poderão ser utilizados “maços” ou adensadores mecânicos, de acordo com a disponibilidade. Solos arenosos poderão ser saturados com água, para auxiliar o adensamento, conforme orientação específica do engenheiro responsável.

6.3. TUBOS, PEÇAS E CONEXÕES

6.3.1. FORNECIMENTO DE TUBOS, PEÇAS E CONEXÕES

Somente serão aceitos tubos, peças ou conexões com certificação de qualidade do INMETRO.

6.3.2. ASSENTAMENTO DE TUBOS, PEÇAS E VÁLVULAS

Os serviços serão executados obedecendo rigorosamente às coordenadas de projeto, profundidade de assentamento, aplicação de colchão de areia, e demais recomendações expressas pelo fabricante para garantir a estanqueidade do sistema, necessária ao fluxo dos líquidos de acordo com os requisitos estabelecidos.

As valas escavadas deverão ter profundidade de acordo com o diâmetro da tubulação assentada, devendo ser acrescido ao seu diâmetro 0,15 m de colchão de areia para regularização do leito e 0,80 m altura livre (medida da geratriz superior do tubo até o nível do logradouro). A largura deverá ser adequada às atividades inerentes ao assentamento da tubulação.

Tabela 14 – Profundidade da vala por diâmetro da tubulação.

Diâmetro da tubulação (mm)	Profundidade da vala (m)
50	1,00
75	1,05
100	1,05

Para não obstruir as ruas, a escavação será procedida em trechos de, no máximo, 200,00 m de comprimento, somente sendo permitido o avanço dos serviços para o próximo trecho após a reposição da pavimentação do trecho anterior. Todos os trechos deverão ser devidamente sinalizados com tela de pvc, do início dos serviços remoção da pavimentação até a cura posterior à reposição da mesma.

6.3.3. BLOCOS DE ANCORAGEM

Trata-se da confecção de blocos, em concreto simples, utilizados nas redes de distribuição de água, nas adutoras, nos pontos de deflexão e de mudança de diâmetro, nas instalações de aparelhos, peças especiais e conexões com junta elástica, nos terminais de linha e trechos inclinados sujeitos a deslizamento, com o objetivo de absorver os esforços resultantes da pressão exercida pela água nos mesmo.

Na ancoragem de conexões com junta elástica, deverão ser utilizados blocos convenientemente dimensionados para resistir aos esforços longitudinais ou transversais da tubulação que não são absorvidos pela junta.

As válvulas de bloqueio de fluxo e demais aparelhos deverão ser ancorados no sentido do seu peso próprio e dos possíveis esforços longitudinais ou transversais, sendo que a tubulação de PVC rígido interligada a essas e às peças de ligação deverá trabalhar livre desses esforços.

6.3.4. CAIXAS DE PROTEÇÃO PARA REGISTROS DE MANOBRA

As caixas para registros serão construídas em alvenaria de tijolo maciço (dobrada), com argamassa 1:2:8 (cimento / cal / areia) e junta de 2,0 cm, com dimensões de 1,20 x 1,20 m e profundidade adequada à instalação do respectivo registro de manobra. No fundo será aplicado lastro de concreto simples, $f_{ck}=13,5$ MPa.

A tampa será confeccionada em concreto armado $f_{ck}=21,0$ MPa, com espessura de 10 cm e mesma área da caixa, possuirá orifício central de 5,0 cm de diâmetro para passagem da chave de manobra e deverá ser assentada no mesmo nível do pavimento.

Assim, maiores informações a respeito das especificações técnicas dos materiais hidráulicos a serem empregados nos sistemas propostos neste trabalho podem ser encontradas abaixo, no endereço eletrônico da Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas de Sergipe – CEHOP:

<http://www.cehop.se.gov.br/orse>

7. RECOMENDAÇÕES

Pelo fato de os sistemas propostos terem como principal finalidade o fornecimento de água para consumo humano, a qualidade da água utilizada no abastecimento deverá atender a todos os parâmetros de potabilidade estabelecidos na Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914/2011.

De acordo com as análises físico-químicas efetuadas nas amostras coletadas durante o teste de vazão dos poços artesianos perfurados nas localidades estudadas, genericamente, a

qualidade da água dos mananciais subterrâneos do município de Estância/SE é satisfatória. Uma única retificação deverá ser procedida em relação ao não atendimento de um dos parâmetros supracitados, relativo à correção do pH da água da localidade, com adição de cal hidratada¹. Por observações empíricas, nesta região, sistemas semelhantes aos avaliados neste trabalho necessitam apenas de tratamento efetuado com a aplicação de cloro, para desinfecção da água.

Para isso, dado ao baixo custo de aquisição e à fácil operação, é sugerido o uso de dosadores a tabletes de hipoclorito de cálcio, adequados à vazão do sistema, a serem instalados em sistema de *by-pass* anteriormente ao reservatório, na linha de recalque. Recomenda-se, além da construção de abrigos para instalação dos dosadores, o treinamento de um membro da comunidade local para sua operação, já que, devido ao grande distanciamento entre essas localidades, o SAAE não dispõe de recurso humano suficiente para prestar apoio diariamente. Recomenda-se o emprego de dosadores da marca Hypocal ou similar, para sistema pressurizado. Atentar, somente, para que a pressão de máxima de serviço do dosador seja compatível com a pressão exercida pela bomba instalada no sistema de abastecimento.

Deve-se atentar para a profundidade adequada da vala para assentamento da tubulação, com recobrimento médio de 0,80 m, medido da geratriz superior do tubo, suficiente para protegê-lo de sobrecargas indesejáveis e/ou rompimento provocado por escavações acidentais. No assentamento, deve-se evitar o contato da tubulação com materiais pontiagudos ou pedregulhos, sendo empregado, se possível, colchão de areia no seu entorno.

As ligações domiciliares deverão ser executadas no padrão do SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Estância/SE.

Os serviços de instalação e montagem dos equipamentos requeridos pelos sistemas devem ser executados por profissionais capacitados, bem como o assentamento dos tubos, peças e conexões. Recomenda-se suporte técnico do SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto de

¹ Consultar um profissional da química para tal suporte.

Estância/SE para a execução de tais serviços.

Deve ser cobrado certificado de qualidade da ABNT dos materiais fornecidos para serem empregados na implantação dos sistemas, como forma de garantir que tais materiais são adequados à destinação. Materiais de qualidade duvidosa podem comprometer a vida útil do sistema e alterar a qualidade da água fornecida, pondo, dessa forma, em risco a população dessas localidades.

8. ESTIMATIVA DE INVESTIMENTO

Seguem anexas (Anexo 1) as peças técnicas relativas à estimativa de investimento necessária para execução do objeto.

Engº. Marcus Paulo Rosa Barbosa
Mestre em Saneamento Ambiental
Doutor em Engenharia de Processos
CREA 10.502/D-SE – RNP 270227733-0
Consultor Técnico

ANEXOS

ANEXO 01: PEÇAS TÉCNICAS DE ORÇAMENTÁRIAS