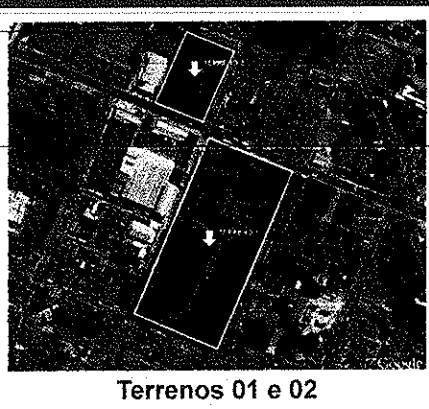




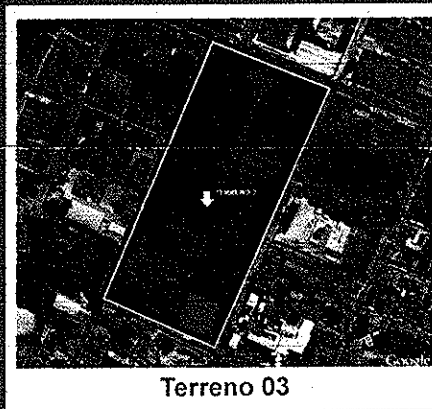
Prefeitura de
Fortaleza

PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA

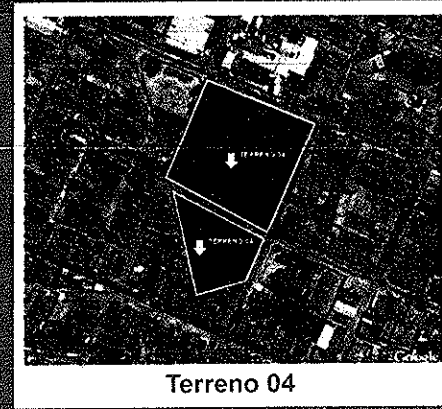
Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Infraestrutura - SEINF



Terrenos 01 e 02



Terreno 03



Terreno 04

Revisão, Complementação e/ou Elaboração de Estudos e Projetos de Infra-Estrutura e Arquitetura/Urbanização de Núcleos Habitacionais Urbanos Para Atendimento ao Componente Habitação - Reassentamento do Projeto Vila do Mar/PREURBIS

PROJETO DE INFRA-ESTRUTURA DO REASSENTAMENO
Projetos Executivo de Abastecimento de Água
Tomo I - Memorial Descritivo

TERRENO 03



consórcio

PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA
SECRETARIA MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO URBANO E INFRAESTRUTURA

Contrato n.º 016 / 2008

Revisão, complementação e/ou elaboração de estudos e projetos de infraestrutura e arquitetura / urbanização de núcleos habitacionais urbanos para atendimento ao componente habitação – reassentamento do Projeto Vila do Mar / PREURBIS, Fortaleza/CE

PROJETO DE INFRAESTRUTURA DO REASSENTAMENTO

Projeto Executivo de Abastecimento de Água

TOMO I – MEMORIAL DESCRITIVO

TERRENO 3

Rev. 2

Março / 2012

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

O documento ora apresentado é para a revisão, Complementação e/ou Elaboração de Estudos e Projetos de Infraestrutura e Arquitetura / Urbanização de Núcleos Habitacionais Urbanos Para Atendimento ao Componente Habitação – Reassentamento do **Projeto Vila do Mar / Preurbis**, Fortaleza/Ce, conforme **Contrato N.º 016 / 2008** firmado entre o **Consórcio Quanta/Engesoft** e a **Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Infraestrutura – SEINF**.

O **Projeto Vila do Mar / PREURBIS**, procura atender à Demanda do Orçamento Participativo da Prefeitura Municipal de Fortaleza e representa a busca na solução à problemática das condições de moradia precárias para as famílias residentes em áreas de risco, promovendo o acesso a moradia e elevando os padrões de habitabilidade e qualidade de vida. Ele procura garantir o ordenamento territorial da cidade, por intermédio da regular ocupação e uso do solo urbano e possibilitar a preservação ambiental e a diminuição dos impactos ambientais nas áreas atendidas.

Procura-se, através dos vários estudos e projetos, abranger todos os aspectos relevantes para o exercício da cidadania da população afetada, assim como, a recuperação do meio ambiente bastante degradado, contribuindo à construção de uma cidade mais justa e sustentável.

Para a área de reassentamento estão previstas a construção de unidades habitacionais, urbanização das áreas livres e implantação de infraestrutura tais como água, esgotamento sanitário, drenagem, pavimentação, energia elétrica, iluminação pública e serviço de coleta de lixo.

O **PRODUTO 6** é composto pelos seguintes volumes:

- **Projetos de Terraplenagem, Pavimentação e Drenagem Urbana;**
- **Projeto de Abastecimento de Água;**
- **Projeto de Esgotamento Sanitário;**
- **Projetos de Iluminação Pública.**

O Projeto de Abastecimento de Água será formado pelos seguintes tomos:

Tomo I – Memorial Descritivo

Tomo II – Especificações Técnicas

Tomo III – Projeto Elétrico

Tomo IV – Peças Gráficas

Neste tomo é apresentado o **Memorial Descritivo** do Projeto de Abastecimento de Água do Terreno 3, dos Núcleos Habitacionais Urbanos - PROJETO VILA DO MAR, localizados próximo à Avenida Francisco Sá.

INDICE

1. EQUIPE TÉCNICA.....	9
2. RESUMO DO PROJETO.....	12
3. INTRODUÇÃO.....	17
4. ESTIMATIVA POPULACIONAL.....	20
5. VAZÕES DE DIMENSIONAMENTO.....	22
6. DESCRIÇÃO DO SISTEMA.....	25
6.1 RESUMO.....	26
6.2 DIRETRIZES DE PROJETO.....	26
6.2.1 <i>Estação Elevatória EE-01 Projetada.....</i>	26
6.2.2 <i>Estudo de Transientes.....</i>	27
6.2.2.1 Base Metodológica e Conceitual dos Estudos.....	27
6.2.2.2 Equipamentos Alternativos de Proteção Contra Transientes Hidráulicos.....	32
6.2.3 <i>Reservatório.....</i>	36
6.2.4 <i>Rede de Distribuição.....</i>	36
6.3 CAPTAÇÃO.....	37
6.3.1 <i>Derivação.....</i>	37
6.3.2 <i>Dimensionamento do Poço de Sucção da EE-01 Projetada.....</i>	38
6.3.3 <i>Dimensionamento da Estação Elevatória Projetada EE-01 – Abastecimento REL Existente REL-01.....</i>	38
6.3.3.1 Considerações Iniciais.....	38
6.3.3.2 Definição de Diâmetros.....	38
6.3.3.3 Dimensionamento da Estação Elevatória EE-01 Projetada.....	40
6.3.3.4 Verificação da EE-01 Projetada para Abastecimento dos Castelos d'Água de Combate a Incêndio.....	46
6.3.4 <i>Avaliação dos Transientes.....</i>	56
6.3.4.1 Linha de Recalque LR-01.....	56
6.3.4.1 Linha de Recalque LR-02.....	58
6.3.4.2 Linha de Recalque LR-03.....	60
6.4 REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA.....	63
6.5 LIGAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA.....	68
7. ANEXO.....	69

	Páginas
Quadro 5.1: Equações de cálculo das vazões de projeto de abastecimento de água.....	23
Quadro 5.2: Vazões de dimensionamento do abastecimento dos Terrenos 3 e 4.....	24
Quadro 6.1: Dados das propriedades físicas da água à pressão atmosférica.....	31
Quadro 6.2: Velocidades e vazões máximas em redes de abastecimento.....	36
Quadro 6.3: Relação de conexões e cálculo do somatório dos coeficientes “k” da EE-01 projetada à entrada do REL-01 existente..	42
Quadro 6.4: Dados da curva do sistema da EE-01 projetada abastecendo o REL-01 existente e da curva do conjunto motor-bomba de referência.....	44
Quadro 6.5: Relação de conexões e cálculo do somatório dos coeficientes “k” da EE-01 projetada à entrada do CDA I.....	47
Quadro 6.6: Relação de conexões e cálculo do somatório dos coeficientes “k” da EE-01 projetada à entrada do CDA II.....	49
Quadro 6.7: Relação de conexões e cálculo do somatório dos coeficientes “k” da EE-01 projetada à entrada do CDA III.....	50
Quadro 6.8: Dados das curvas dos sistemas CDA I, II e III e da curva do conjunto motor-bomba de referência.....	52
Quadro 6.9: Características da LR-01 aplicadas ao estudo de transientes hidráulicos.....	56
Quadro 6.10: Resultados do sistema da LR-01 para a condição transiente.....	57
Quadro 6.11: Características da LR-02 aplicadas ao estudo de transientes hidráulicos.....	58
Quadro 6.12: Resultados do sistema da LR-02 para a condição transiente.....	59
Quadro 6.13: Características da LR-03 aplicadas ao estudo de transientes hidráulicos.....	60
Quadro 6.14: Resultados do sistema da LR-03 para a condição transiente.....	61

Páginas

Figura 2.1: Arranjo do sistema de abastecimento de água do Terreno 3	16
Figura 3.1: Mapa de localização dos terrenos para reassentamento	19
Figura 6.1: Gráfico de pressões medidas no ponto de captação – relatório de medição de pressão nº 098/2007 (CAGECE).....	38
Figura 6.2: Gráfico da curva do sistema, curva do conjunto motor-bomba de referência e ponto de operação da EE-01 projetada abastecendo do REL-01 existente.....	44
Figura 6.3: Gráfico das curvas dos sistemas CDA I, II e III e da curva do conjunto motor-bomba de referência.....	52
Figura 6.4: Resultado da simulação para a LR-01 na condição de regime transiente.....	56
Figura 6.5: Resultado da simulação para a LR-02 na condição de regime transiente.....	58
Figura 6.6: Resultado da simulação para a LR-03 na condição de regime transiente.....	60

1. EQUIPE TÉCNICA

1 EQUIPE TÉCNICA

Produto: Revisão, Complementação e/ou Elaboração de Estudos e Projetos de Infraestrutura e Arquitetura / Urbanização de Núcleos Habitacionais Urbanos Para Atendimento ao Componente Habitação – Reassentamento do Projeto Vila do Mar / Preurbis, Fortaleza/Ce

Empresa: Consórcio Engesoft/Quanta

Endereço: Av. Pe. Antônio Tomás, 2420 – 10º Andar – Aldeota – CEP: 60140-160 – Fortaleza – Ceará - Brasil

Contrato: N.º 016 / 2008

Objeto: Projeto Executivo do Sistema de Abastecimento de Água

Engenheiros responsáveis:

José Ribamar de Sousa – CREA MA – 001882/D

João Fernandes Vieira Neto – CREA CE – 7736/D

Equipe para Projetos de Abastecimento de Água

Adonai de Sousa Porto – CREA CE – 5297/D

Flávio Lage Rocha – CREA CE – 8320/D

Francisco Edson de Alencar Souza Júnior – CREA CE – 15063/D

Gustavo Brasileiro Coelho – CREA CE – 013701/D

Ivo Leonarco Sales Freire – CREA MA – 007618/D

João Paulo Leite Félix – CREA CE – 38730/D

José Wilton Ferreira do Nascimento – CREA CE – 44286/AP

Contato: PABX # 55 (85) 3133-4900 – Fax: # 55 (85) 3268-1972

2. RESUMO DO PROJETO

2 RESUMO DO PROJETO

Informações do Projeto:

Projeto		
Projeto do sistema de abastecimento de água do Terreno 3 do Conjunto Habitacional Vila do Mar		
Responsável Técnico (Projeto)	Programa	
Eng° João Fernandes Vieira Neto CREA – 7736/D-CE Eng° José de Ribamar Sousa CREA – 1882/D-MA	Revisão, Complementação e/ou Elaboração de Estudos e Projetos de Infraestrutura e Arquitetura / Urbanização de Núcleos Habitacionais Urbanos Para Atendimento ao Componente Habitação – Reassentamento do Projeto Vila do Mar / Preurbis, Fortaleza/Ce	
Município	Localidade	Data de elaboração do Projeto
Fortaleza	Bairro Jacarecanga	Março de 2012

Dados Populacionais:

Número de Habitações	Taxa de Ocupação (hab./dom.)	População (hab.)
768	5,00	3.840

Vazões de Projeto:

Média	VAZÃO (L/s)	
	Máxima Diária	Máxima Horária
4,44	5,33	8,00

Captação:

Denominação da Fonte Hídrica	DN Tubulação Existente (mm)	Material Tubulação Existente	DN Tubulação Interligação Projetada (mm)	Material Tubulação Interligação Projetada
Derivação na Rede Existente da CAGECE	75	PVC	150	PVC DeFoFo

Reservatórios:

Denominação	Situação	Capacidade (m³)	Tipo	Fuste
RAP-01	Projetado	12,80	Apoiado	-
REL-01	Existente	50,00	Elevado	11,15
CDA I	Projetado	63,00	Elevado	11,00
CDA II	Projetado	63,00	Elevado	11,00
CDA III	Projetado	63,00	Elevado	11,00

Estação Elevatória:

Estação	Vazão (L/s)	Altura Manométrica (m)	Potência
EE-1	11,31	16,50	7,5

Linhas de Recalque:

Denominação	Montante	Jusante	Material	Diâmetro	Extensão
AAT-01	EE-1	Rel-01 Existente	FoFo	150	22,00
LR-01	EE-1	CDA I	PVC DEFoFo/FoFo	150	63,00
LR-02	EE-1	CDA II	PVC DEFoFo/FoFo	150	202,00
LR-02	EE-1	CDA III	PVC DEFoFo/FoFo	150	422,00

Rede de Distribuição:

Diâmetro (mm)	Extensão (m)	Material	Situação
50	1181,91	PVC PBA	Projetada
75	281,34	PVC PBA	Projetada
100	196,81	PVC PBA	Projetada
150	21,52	PVC DEFoFo	Projetada
Total	1681,58		

Ligações Prediais:

	Discriminação	Implantação
	Ligações Domiciliares	768

A seguir consta o arranjo do sistema proposto.

3. INTRODUÇÃO

3 INTRODUÇÃO

O projeto do sistema de abastecimento de água dos Núcleos Habitacionais Urbanos – Projeto Vila do Mar, na área dos reassentamentos, prevê infraestrutura completa de acordo com a demanda.

Foram definidas quatro áreas para a implantação das habitações conforme localização descrita a seguir:

- Terreno 1: delimitado pelas vias, Avenida Francisco Sá, Rua César Correia, Rua São Bernardo e Rua Graça Aranha;
- Terreno 2: confluência das vias, Avenida Francisco Sá e Rua Graça Aranha;
- **Terreno 3: delimitado pelas vias, Avenida Francisco Sá, Rua Tulipa, Rua General Mário Hermes e Rua Alberto Oliveira;**
- Terreno 4: delimitado pelas vias, Rua Alberto Oliveira, Rua Adolfo Bezerra Menezes e Rua Morumbi;

O presente relatório é referente ao Terreno 3.

Na **Figura 3.1** está apresentada a localização do Terreno 3.

4. ESTIMATIVA POPULACIONAL

4 ESTIMATIVA POPULACIONAL

Foram considerados para a determinação da população dos Núcleos Habitacionais Urbanos – Projeto Vila do Mar, parâmetros observados nos demais loteamentos de classe baixa instalados em Fortaleza, com características semelhantes. Dessa maneira considerou-se que para os lotes residenciais uni familiares a taxa de ocupação será de 5 pessoas por residência.

Como os Terrenos 3 e 4 terão em comum a mesma captação e reservação para abastecimento, também serão apresentadas a população e vazão do Terreno 4 para efeito de cálculo das unidades do sistema.

A população que residirá na área do reassentamento foi calculada da seguinte forma:

$$P = N^{\circ}.Re\ sid\ências \times Tx.Ocup.$$

– N° residências:

- Terreno 3: 768 unidades
- Terreno 4: 318 unidades

– Taxa de ocupação: 5 pessoas/residência

- $P_3 = 768 \times 5,00 = 3.840hab$

- $P_4 = 318 \times 5,00 = 1.590hab$

Não houve necessidade de um estudo de evolução da população. Todo dimensionamento da infraestrutura básica de saneamento foi elaborado adotando-se a ocupação máxima, representada pela população de **5.430 habitantes**.

5. VAZÕES DE DIMENSIONAMENTO

5 VAZÕES DE DIMENSIONAMENTO

O sistema de abastecimento de água das áreas do reassentamento atenderá toda área residencial e será determinada com base nas considerações que se seguem.

Serão atendidos 100% dos lotes e da área comum. O consumo "per capita" foi determinado de acordo com dados observados em loteamentos semelhantes a este, adotando-se o consumo "per capita" de 100,00 L/hab.dia. Os valores adotados foram aqueles usualmente utilizados em sistemas para comunidades de pequeno porte, associada às prescrições normativas da ABNT.

As vazões de abastecimento de água foram calculadas através das equações constantes no **Quadro 5.1**.

Quadro 5.1: Equações de cálculo das vazões de projeto de abastecimento de água

Vazão	Abastecimento de Água
Média	$Q_{med} = \frac{P \times q}{86400}$
Máxima Diária	$Q_{Máx Diária} = \frac{P \times q \times K_1}{86400}$
Máxima Horária	$Q_{Máx Hora} = \frac{P \times q \times K_1 \times K_2}{86400}$

Sendo:

- P = População (habitantes);
- q = Vazão per capita;
- K1 = Coeficiente do dia de maior consumo;
- K2 = Coeficiente da hora de maior consumo;

Os Coeficientes de variação de consumo adotados são:

- K1 = 1,20 – coeficiente do dia de maior consumo

- $K_2 = 1,50$ – coeficiente da hora de maior consumo

No **Quadro 5.2** estão apresentadas às vazões de projeto para sistema de abastecimento de água, utilizadas para os Núcleos Habitacionais Urbanos – Projeto Vila do Mar – Terreno 3 e Terreno 4.

Quadro 5.2: Vazões de dimensionamento do abastecimento dos Terrenos 3 e 4

Terrenos	Número de Unidades Habitacionais	Taxa de Ocupação (hab/lotes)	População Atendida c/ Rede (hab)	Consumo Per Capta (l/hab.dia)	Vazão (L/s)		
					Vazão Média	Vazão Máxima Diária	Vazão Máxima Horária
3	768	5,0	3.840	100	4,44	5,33	8,00
4	318	5,0	1.590	100	1,84	2,21	3,31
Totais	1.086	5,0	5.430	100	6,28	7,54	11,31

6. DESCRIÇÃO DO SISTEMA

6 DESCRIÇÃO DO SISTEMA

6.1 Resumo

O sistema de abastecimento de água do Terreno 3 será suprido pela CAGECE a partir da rede de distribuição existente localizada na R. Alberto de Oliveira, ponto sugerido pela CAGECE através da Declaração de Viabilidade Técnica de Água n° 32/08, documento apresentado no item **ANEXO**. Esse suprimento irá para o poço de sucção na forma de um reservatório apoiado (RAP-01) da elevatória EE-01, projetada para fazer o recalque de água tratada ao reservatório elevado existente (REL-01) na área do Terreno 3. As redes de distribuição dos Terrenos 3 e 4 serão pressurizadas através do reservatório existente. O ramal que interligará a rede existente ao poço de sucção projetado será tratado como ampliação da rede existente da CAGECE. A EE-01 projetada também abastecerá, quando necessário, os castelos d'água do sistema de combate a incêndio.

6.2 Diretrizes de Projeto

6.2.1 Estação Elevatória EE-01 Projetada

O dimensionamento da EE-01 projetada foi desenvolvido conforme especificações técnicas de projetos vigentes na NB-569 da ABNT, NBR 12208 e recomendações da própria CAGECE, sendo observados os seguintes critérios e formulações:

- A fórmula de Hazen-Williams foi utilizada para o cálculo da perda de carga na tubulação;
- Para o cálculo da potência instalada, levou-se em conta acréscimos recomendados pelo Manual de Hidráulica do Azevedo Netto e pela Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- Para o sistema de recalque foram especificadas bombas centrífugas de eixo horizontal, acionadas por motores elétricos. Serão implementados dois conjuntos elevatórios, sendo um de reserva.

6.2.2 Estudo de Transientes

6.2.2.1 Base Metodológica e Conceitual dos Estudos

Os transientes hidráulicos ocorrem sempre que se pára de bombear a água numa instalação de recalque, porém a parada dos conjuntos pode ocorrer de forma controlada atenuando-se o golpe de aríete ou então de forma brusca, que é o pior caso, quando, por exemplo, a energia de alimentação dos conjuntos é bruscamente interrompida por um *blackout* energético.

Esta condição de parada dos motores, conforme indica a própria literatura especializada, constitui-se na condição mais crítica de funcionamento do sistema, quando são provocadas as maiores sobrepressões e subpressões nas linhas de recalque.

Para isso se deve projetar equipamentos de proteção contra o golpe de aríete que deve ser feito através de simulação computacional do funcionamento das instalações em condições tanto em regime permanente como em condições transientes para se avaliar as envoltórias de sobrepressão e subpressão que possam afetar as instalações.

Para análise dos transientes hidráulicos nas linhas de recalque do projeto foi empregado o programa CTRAN, desenvolvido pela Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica – FCTH, ligada a Universidade de São Paulo - USP, Brasil.

A formulação matemática da maioria dos programas de análise de transientes hidráulicos normalmente adota o Método das Características, apresentado por CHAUDHRY¹ e pode ser vista também em SOUSA² dentre outros autores consagrados.

As equações básicas utilizadas na análise de transitórios hidráulicos podem ser matematicamente expressas pela equação dinâmica do escoamento dada pela 2ª Lei de Newton e pela equação da Continuidade. O sistema dado por essas equações diferenciais pode ser resolvido pelo Método das Características permitindo-se avaliar os valores da vazão Q e da carga piezométrica H ao longo da tubulação dada pela abscissa x e do tempo t . As equações são:

¹ Chaudhry, M.H., "Applied Hydraulic Transients", Van Nostrand Reinhold Co. Publ., New York, 1989

² Souza, P. A; Martins, J. R. S.; Fadiga Jr., F. M., "Métodos Computacionais Aplicados à Engenharia Hidráulica", Centro Tecnológico de Hidráulica e Recursos Hídricos, EPUSP, São Paulo, 1991.

Equação do Movimento:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{f}{2DA} Q|Q| = 0 \quad Eq - 1$$

onde o primeiro termo do membro esquerdo da equação representa a variação da aceleração do movimento, o segundo representa a variação do gradiente de pressão, e o terceiro, representa os efeitos decorrentes da dissipação de energia.

Equação da Continuidade:

$$\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{c^2}{gA} \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad Eq - 2$$

onde o primeiro termo do membro esquerdo da equação representa a variação de fluxo de massa, e o segundo termo, a variação de massa. O parâmetro *c* é a celeridade de propagação das ondas de pressão e de velocidade durante o transitório hidráulico conhecida comumente apenas como *celeridade da onda*.

A introdução de aparelhos e equipamentos de proteção na modelagem matemática do transitório se faz por aplicação de condições de contorno específicas para cada caso e tipo de equipamento.

Cálculo da Celeridade da Onda:

A celeridade da onda é função das características da tubulação (elasticidade, deformação, espessura da parede da tubulação, diâmetro, grau de fixação da tubulação, etc) e das características do fluido (compressibilidade, presença de ar, etc.). A seguinte equação geral é normalmente empregada nos programas de cálculo de transientes:

$$c = \frac{\sqrt{\frac{K}{\rho}}}{\sqrt{1 + \frac{K\Psi}{E}}} \quad Eq - 3$$

$$e \quad \Psi = \frac{D}{e} (1 - \nu^2) \quad Eq - 4$$

para o caso de tubulação de parede fina ancorada contra movimentação longitudinal. Na maioria dos casos:

K = compressibilidade do fluido, igual a 2,19 GPa para escoamento de água;

ν = coeficiente de Poisson, valendo 0,25 para ferro fundido; 0,40 para PVC, 0,5 a 0,55 para PRFV;

E = Módulo de Elasticidade Circunferencial do material da tubulação, sendo normalmente adotado 170 GPa para ferro fundido, 30 Gpa para PVC 1 Mpa DeFoFo;

ρ = massa específica do fluido, valendo 1000 Kg/m³ para água doce;

D = diâmetro da tubulação em metros;

e = espessura do tubo;

Cálculo do Momento de Inércia Total do Sistema:

O momento de inércia total é a soma dos momentos de todas as partes girantes no conjunto motor-bomba. Este dado que é de suma importância no cálculo dos transientes hidráulicos, costuma ser apresentado de diversas formas pelos fabricantes, tanto das bombas quanto dos motores, gerando certa confusão. Apresenta-se a seguir, um sumário das diversas formas como estes são apresentados normalmente em catálogo de fabricantes:

J = momento de inércia (kg * m²);

$GD^2 = 4 * \text{momento de inércia (kg * m}^2\text{)}$;

$J = GD^2/4$;

G = massa girante (kg);

D = diâmetro de giração = 2 * o raio de giração;

$I = J = \text{momento de inércia}$;

$$I = \sum_i m_i r_i^2 \quad \text{Eq - 6}$$

ou $I = MR_G^2$

I = momento de inércia;

M = massa do corpo;

R_G = raio de giração, igual à distância ao eixo da rotação em que toda a massa poderia ser concentrada sem variar o momento de inércia.

Os momentos de inércia das bombas e motores devem ser obtidos junto a catálogos de fornecedores em função das características particulares de cada equipamento.

Conceituação Teórica dos Transientes Hidráulicos:

As pressões transientes resultantes da interrupção do bombeamento por falha no fornecimento de energia aos motores são as mais extremas à que usualmente estão sujeitos os sistemas de recalque. Se o bombeamento abastecendo uma linha de recalque for subitamente interrompido, o fluxo irá também parar.

Se o perfil da tubulação, em função das cotas do terreno natural, for relativamente próximo da linha piezométrica, a súbita desaceleração da coluna de água pode causar uma queda de pressão interna a valores inferiores à da pressão atmosférica. O mais baixo valor a que poderia cair uma pressão interna é a *pressão de vapor*.

A vaporização ou mesmo a *separação de coluna* pode ocorrer em pontos altos ao longo do perfil da tubulação de recalque. Quando a onda de pressão retorna aos valores positivos, a coluna de água se reunirá dando vez à ocorrência de sobrepensões do golpe de aríete, podendo colocar em risco a estabilidade da tubulação ou dos equipamentos conectados. No **Quadro 6.1** são apresentados os valores usuais da pressão de vapor nas condições da pressão atmosférica, além de outros parâmetros de interesse no cálculo dos transitórios hidráulicos.

Quadro 6.1: Dados das propriedades físicas da água à pressão atmosférica

Temperatura (°C)	Viscosidade Cinemática $\nu = \mu/\rho$ (m ² /s)	Tensão de Vapor h (mca) a 4° C	Módulo de Elasticidade e (N/m ²)
0	$1,78 \times 10^{-6}$	0,062	$19,52 \times 10^8$
4	$1,57 \times 10^{-6}$	0,083	-
10	$1,31 \times 10^{-6}$	0,125	$20,50 \times 10^8$
20	$1,01 \times 10^{-6}$	0,239	$21,39 \times 10^8$
30	$0,83 \times 10^{-6}$	0,433	$21,58 \times 10^8$
40	$0,66 \times 10^{-6}$	0,753	$21,68 \times 10^8$
50	$0,56 \times 10^{-6}$	1,258	$21,78 \times 10^8$
60	$0,47 \times 10^{-6}$	2,033	$21,88 \times 10^8$
80	$0,37 \times 10^{-6}$	4,831	-
100	$0,29 \times 10^{-6}$	10,333	-

Conforme se pode depreender do **Quadro 6.1**, a pressão interna mínima das tubulações nas condições de subpressão durante o transitório hidráulico deveria ser de no mínimo 0,24 mca, para uma temperatura da água em torno de 20 °C. Esta condição de estabilidade da coluna de água deve ser considerada como meta a atingir no dimensionamento do sistema de proteção das tubulações adutoras, para os pontos mais críticos das linhas de recalque.

A filosofia por trás do projeto da maioria dos equipamentos de proteção contra golpe de aríete é bastante similar. O objetivo na maioria dos casos é reduzir a *subpressão* na tubulação, causada pela parada das bombas. Assim a correspondente *sobrepessão* será reduzida ou mesmo eliminada.

O método mais comum de limitar-se a subpressão é alimentando-se a linha de recalque com água tão logo a pressão interna tenda a cair. Isto é conseguido através do emprego de uma série de equipamentos de proteção para os quais se a seguir uma breve descrição funcional.

6.2.2.2 Equipamentos Alternativos de Proteção Contra Transientes Hidráulicos

- Ventosas e Registros de Descarga:

Os equipamentos convencionais de uso obrigatório para proteção de linhas de recalque são as *ventosas*, que devem ser instaladas nos pontos altos das canalizações, e os *registros de descarga* nos pontos baixos de curvas verticais, sendo estes últimos considerados mais um equipamento de utilidade operacional para limpeza e deságüe da canalização, do que propriamente um equipamento de segurança.

As *ventosas*, dependendo do tipo adotado, destinam-se a expulsar o ar durante a fase de enchimento da tubulação, ou mesmo das bolhas de ar que se formam durante operações normais, e de admitir também o ar para evitar as pressões negativas que podem ocorrer durante os transitórios hidráulicos, dependendo da conformação topográfica do terreno.

Do ponto de vista da segurança operacional das instalações de recalque, alguns autores recomendam que as ventosas sejam instaladas como dispositivos de proteção obrigatórios, projetadas conforme a topografia do terreno e das condições de fluxo na canalização, *mas que sejam ignoradas para efeito de cálculo* na análise dos transitórios hidráulicos.

Esta relaxação da função da ventosa como componente ativo do sistema de proteção das linhas de recalque, se deve à recomendação herdada de consultores com larga experiência no projeto e análise de sistemas de recalque, segundo os quais, é comum a ocorrência de pressões negativas inconvenientes por mau funcionamento das ventosas, devido a ausência de manutenção adequadas das linhas, decorridos alguns anos ainda dentro da vida útil do equipamento.

Entretanto, apesar da recomendação contrária de diversos autores creditados para não se considerar a utilização das ventosas como componente ativo dos sistemas de proteção, verifica-se na prática que esta recomendação *encarece* demasiadamente os sistemas de proteção contra transientes hidráulicos, tornando inviáveis economicamente os sistemas de proteção de uma forma desnecessária.

As ventosas que atuam como proteções contra o golpe de aríete devem ser instaladas aos pares na linha de recalque, podendo ser em série ou em paralelo. Esta providência minimiza os riscos de colapso do sistema por mau funcionamento de uma das unidades componentes do par de ventosas.

A adoção desta sistemática de se empregar as ventosas como equipamento ativo de proteção contra o golpe de aríete, ressalvados os cuidados acima, tem viabilizado a construção de muitos sistemas de recalque de pequeno porte os quais, sem essa consideração, ficariam de sobremaneira caros e inviabilizados de serem construídos.

- **Válvulas de Alívio:**

As *válvulas de alívio* são dispositivos de proteção destinados a reduzir os efeitos das sobrepressões indesejáveis nas instalações de recalque, sendo normalmente colocadas imediatamente a jusante dos equipamentos da estação elevatória, de preferência imediatamente a jusante da Válvula de Retenção (VR). Seu funcionamento compreende a abertura da válvula durante os períodos de sobrepressão, liberando a água para manter as sobrepressões dentro de valores tolerados pelas canalizações.

Uma restrição que se faz é que a válvula deve abrir totalmente antes que a onda de pressão negativa retorne à bomba como onda de pressão positiva num segundo momento.

Nos casos em que não se admitem sobrepressões superiores àquelas da carga de pressão do regime permanente (carga operacional), a válvula deve ser dimensionada para descarregar todo o fluxo para uma carga igual à do regime operacional.

Quando é necessária uma precisão acurada contra o golpe de aríete, ou quando o golpe é provavelmente um problema durante desligamento parcial das bombas em importantes sistemas de recalque, recomenda-se a instalação de duas ou mais válvulas de alívio em paralelo, podendo ser as mesmas ajustadas para atuar a diferentes cargas de pressão.

- **Volantes de Inércia:**

A utilização de um volante de inércia montado sobre o conjunto moto-bomba, permite reforçar os efeitos de inércia do grupo e aumentar o tempo de parada do bombeamento, com a conseqüente diminuição dos efeitos do choque hidráulico. Entretanto, de acordo com Lencastre:

“ a utilização dos volantes está bastante limitada, pois desde que o comprimento da canalização ultrapasse algumas centenas de metros, chega-se rapidamente a pesos exagerados para o volante e este sistema deixa de ser econômico. Por outro lado, quanto mais pesado for o volante, tanto maior terá de ser a potência do motor para vencer, na

partida, a inércia deste volante. Esta situação pode conduzir a chamadas de intensidade de corrente impraticáveis que poderão pôr em cheque o arranque dos motores em condições satisfatórias”.

Para sistemas elevatórios com extensões como as linhas de recalque de Piaus, fica inteiramente inviabilizado o uso de volante de inércia como meio de atenuação dos efeitos do golpe de aríete.

▪ **Chaminés de Equilíbrio:**

As chaminés de equilíbrio são reservatórios em contacto com a superfície livre atmosférica, que são intercalados ao longo das linhas de recalque, destinados a reduzir a intensidade do golpe de aríete nas canalizações a partir da divisão do comprimento da adutora em dois trechos, cujos comportamentos hidráulicos serão diferenciados no momento da ocorrência do transitório.

No caso de linhas de recalque de estações elevatórias, o trecho de jusante em relação à chaminé de equilíbrio, ou trecho protegido da adutora, sofre um processo de *oscilação de massa* durante o transitório hidráulico, enquanto que o trecho de montante, ou trecho desprotegido, sofre um processo normal de golpe de aríete por ação da *propagação da onda elástica* quando da interrupção do bombeamento.

A principal vantagem da chaminé de equilíbrio é a de proporcionar uma proteção adequada ao trecho de jusante da adutora quer nas sobrepressões, quer nas subpressões, diminuindo substancialmente os efeitos do golpe de aríete na canalização.

Sua principal desvantagem reside no fato de requerer uma topografia favorável para sua instalação, o que nem sempre é disponível, principalmente em linhas de recalque de estações elevatórias. O uso mais comum de chaminés de equilíbrio se dá na proteção de tubulações de alimentação de turbinas em usinas hidrelétricas.

▪ **Tanques de Alimentação Unidirecionais ou “One-Way”:**

Os tanques de alimentação unidirecionais (TAU) ou One-Ways tem o objetivo de evitar a formação de subpressões indesejáveis na tubulação estando durante o funcionamento normal do sistema, ficando separados da tubulação de recalque por meio de uma válvula de retenção, abrindo-se esta quando ocorre uma depressão na canalização, evitando-se assim que a pressão interna

diminua, devendo ser dimensionado para manter a pressão interna sempre superior à tensão de vapor da água à temperatura do bombeamento.

O tanque é alimentado por um "by-pass" servido de um flutuador ou registro automático de entrada. Normalmente são empregados em pontos elevados da linha de recalque, podendo ser únicos ou distribuídos em seqüência ao longo da tubulação.

A vantagem do sistema de one-ways em relação à chaminé de equilíbrio é a de poderem ser instalados em condições topográficas mais desfavoráveis, não requerendo grandes alturas construtivas. Sua principal desvantagem é o custo de construção da estrutura (reservatório), peças especiais de controle operacional, e, a formação indesejável de lodo no fundo do reservatório devido à sedimentação dos sólidos em suspensão quando se trata de água bruta, mas que pode ser solucionada pela construção de um sistema de drenagem do lodo. No caso de adutoras de água tratada, minimiza-se essa desvantagem.

▪ **Reservatório Hidropneumático:**

O reservatório hidropneumático, é de utilização quase que obrigatória quando o transitório hidráulico pode causar subpressões inaceitáveis ao longo das canalizações que não podem ser solucionadas por sistemas de reservatórios do tipo "one-way", ou chaminés de equilíbrio, em virtude das cotas topográficas disponíveis.

A restrição maior ao seu uso está associada às exigências rigorosas de operação e manutenção do dispositivo, que às vezes pode não ser implementada durante toda a vida útil da instalação, principalmente quando se trata de instalações de pouca importância que não disponham de um serviço contínuo de manutenção e operação permanentes.

A instalação de um reservatório hidropneumático requer a presença permanente de um sistema compressor de ar destinado a manter uma pressão interna adequada de ar dentro do vaso hidropneumático. Esta condição pressupõe também a instalação de um grupo gerador de forma a manter o sistema em condições operacionais permanentes, mesmo quando da interrupção do fornecimento de energia elétrica.

Esta restrição pode inviabilizar economicamente seu emprego, requerendo também a presença constante de profissional habilitado para sua operação e manutenção. Uma falha de operação

pode causar acidentes indesejáveis caso não haja outros mecanismos de segurança para proteção do sistema.

Na verdade, a proteção mais adequada quase nunca é conseguida com o emprego de um único equipamento numa instalação de recalque de grande importância, mas sim com uma combinação otimizada de equipamentos dimensionada e projetada para cada caso específico.

6.2.3 Reservatório

No Terreno 3 há um reservatório elevado existente, denominado REL-01, o qual deve sofrer pequenos reparos para ser incorporado ao sistema que irá abastecer os Terrenos 3 e 4. O REL-01 existente terá como finalidade garantir as pressões mínimas nas redes de distribuição, não sendo, portanto, reservatório de acumulação. O reservatório é em concreto tendo 3,50 m de diâmetro, 5,30 m de altura, volume de 50 m³, com fuste de 11,15 m.

6.2.4 Rede de Distribuição

Devido às características arquitetônicas das unidades habitacionais da área do reassentamento, determinou-se a pressão mínima satisfatória como sendo 10,00 mca, satisfazendo também a Norma da ABNT 12.218 de julho de 1994, e a máxima de 50,00 mca. No dimensionamento da rede de distribuição foi aplicado o diâmetro interno das tubulações. Para definição do diâmetro das tubulações foi considerada a perda de carga unitária máxima de 8,00 m/Km. A partir deste valor, e considerando tubulações em PVC, coeficiente de Hazen-Williams igual a 140, tem-se no **Quadro 6.2** os valores das velocidades máximas a serem obedecidas no dimensionamento da rede de distribuição.

Quadro 6.2: Velocidades e vazões máximas em redes de abastecimento

DN (mm)	D _{interno} (mm)	V _{máx} (m/s)	Q _{máx} (L/s)
50	54,60	0,58	1,36
75	77,20	0,72	3,38
100	100,00	0,85	6,68
150	156,40	1,13	21,70

Abaixo, seguem considerações aplicadas para o projeto da rede de distribuição do reassentamento:

- A rede de abastecimento de água foi dimensionada para a vazão máxima horária;
- As perdas de carga dos tubos foram calculadas pela Fórmula de Hazen-Williams;
- A rede foi dimensionada para os níveis máximo e mínimo do reservatório de distribuição do sistema;

6.3 Captação

6.3.1 Derivação

O ponto de captação foi definido tendo como base a Declaração de Viabilidade Técnica de Água N° 32/08 emitida pela CAGECE (ANEXO), que será a fornecedora de água para o sistema de abastecimento da área do reassentamento. De acordo com a viabilidade, foi recomendado o abastecimento do reassentamento a partir da rede de distribuição existente de 75 mm em PVC, localizada na R. Alberto de Oliveira.

A captação será realizada a partir da introdução de um TÊ de derivação no local indicado pela viabilidade. O ramal que interligará a rede existente ao RAP-01 terá diâmetro de 150 mm, em PVC DEFoFo.

Na Declaração de Viabilidade Técnica de Água N° 32/08 também consta o ensaio de pitometria realizado no ponto de captação sugerido, datado de 10 de dezembro de 2007, relatório de medição de pressão n° 098/2007. Nesta data, os valores de pressão medidos variaram de 6,50 mca a 19,60 mca, sendo a média igual a 12,10 mca (**Quadro 6.2**), pressão suficiente para abastecer o RAP-01, que terá altura de 2,80 m.

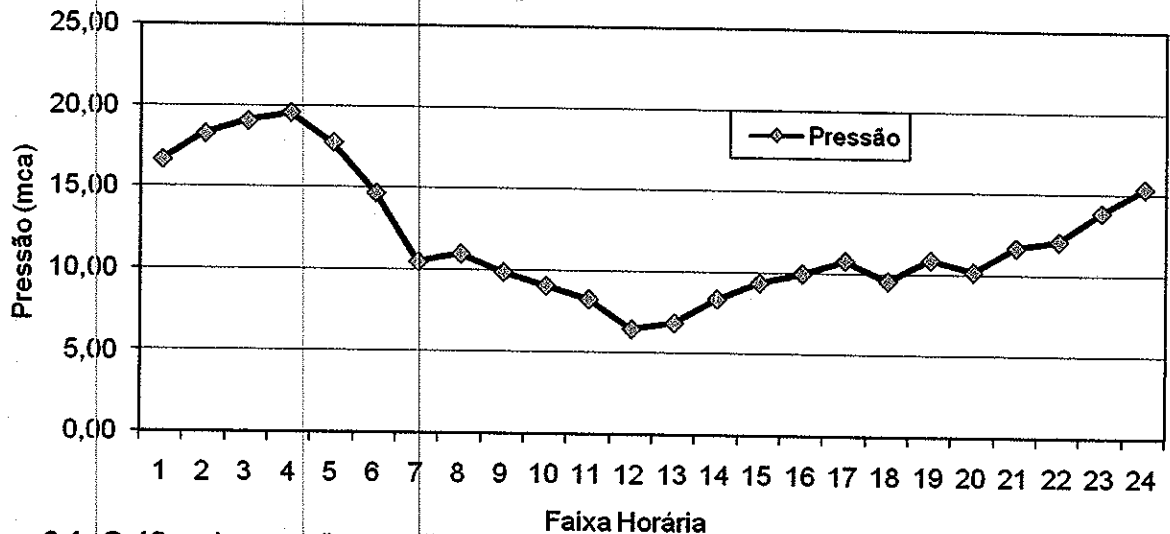


Figura 6.1: Gráfico de pressões medidas no ponto de captação – relatório de medição de pressão nº 098/2007 (CAGECE)

6.3.2 Dimensionamento do Poço de Sucção da EE-01 Projetada

O poço de sucção projetado terá função de garantir a submergência mínima da sucção da EE-01 projetada, tendo um volume útil que possibilite a operação liga/desliga dos conjuntos motor-bomba por meio de automação.

6.3.3 Dimensionamento da Estação Elevatória Projetada EE-01 – Abastecimento REL Existente REL-01

6.3.3.1 Considerações Iniciais

Devido a pequena capacidade de reservação do reservatório existente ($V = 50,00 \text{ m}^3$) que será utilizado para distribuir a água para os terrenos, no dimensionamento da EE-01 projetada foi considerada a vazão máxima horária, com tempo de funcionamento do sistema igual a 24 horas.

6.3.3.2 Definição de Diâmetros

- Definição do diâmetro da tubulação de interligação da rede existente com o poço de sucção da EE-01 projetada:

A definição do diâmetro das tubulações de interligação da rede existente com o poço de sucção da EE-01 projetada será feita com base na perda de carga unitária máxima recomendada pela

CAGECE (J = 8,00 m/km). Utilizando-se a fórmula de Hazen-Williams para a vazão máxima horária de projeto ($Q_{\text{máx.h}} = 11,31 \text{ L/s}$), tem-se:

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

D (mm)	J (m/km)
75	85,92
100	21,17
150	2,94
200	0,72

Onde:

J = perda de carga unitária (m/m)

Q = vazão (m³/s)

D = diâmetro (m)

C = coeficiente adimensional

Como a interligação vai ser realizada com tubos em PVC, o coeficiente da fórmula de Hazen-Williams utilizado foi C = 140. Os resultados apresentados ao lado da equação para o cálculo da velocidade direcionam para o diâmetro de 150 mm, diâmetro adotado em projeto.

Para o diâmetro de 150 mm, considerando a extensão de 30,00 m entre o ponto de derivação da rede existente da CAGECE e a entrada do RAP-01, tem-se uma perda de carga de 0,09 m. Para a pressão mínima da rede de 6,50 m (relatório de medição de pressão n° 098/2007), a pressão na ponta da derivação ficará acima de 2,80 m, altura de entrada no RAP-01 projetado.

▪ Definição do diâmetro da sucção da EE-01 projetada:

A definição do diâmetro da tubulação de sucção da EE-01 projetada foi feita com base nas velocidades máximas de sucção recomendada pela NBR 12214, Tabela 1. Assim, para a vazão máxima horária de projeto ($Q_{\text{máx.h}} = 11,31 \text{ L/s}$), tem-se:

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

D (mm)	V (m/s)
100	1,44
150	0,64
200	0,36

Onde:

V = velocidade na tubulação em m/s;

Q = vazão de projeto em m³/s;

D = diâmetro da tubulação em m;

A partir da NBR 12214, foi definido o diâmetro da sucção da EE projetada em 150 mm.

- Diâmetro das tubulações do barrilete da EE-01 projetada e alimentação do REL-01 existente:

Considerando o material das tubulações do barrilete e alimentação do reservatório existente em FOFO, será adotado o C = 100 para verificação da perda de carga unitária. Assim, para a vazão de projeto (Q = 11,31 L/s), tem-se:

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

D (mm)	J (m/km)
75	160,11
100	39,44
150	5,48
200	1,35

Será adotado o diâmetro de 150 mm (J < 8,00 m/km).

6.3.3.3 Dimensionamento da Estação Elevatória EE-01 Projetada

- Perda de carga:

A perda de carga total (ΔH) é composta por duas parcelas: a perda de carga ao longo da tubulação (H) e o somatório das perdas de carga localizadas (hf).

- Perda de carga ao longo da tubulação:

A perda de carga ao longo das tubulações foi calculada aplicando-se a fórmula de Hazen-Williams, descrita abaixo:

$$H = L \times J \quad \gg \quad H = L \times (10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87})$$

Onde:

H = perda de carga ao longo das tubulações (m)

L = extensão das tubulações (m)

J = perda de carga unitária (m/m)

Q = vazão (m³/s)

D = diâmetro (m)

C = coeficiente adimensional (C = 100, ferro fundido)

Abaixo é apresentado o resultado da perda de carga ao longo da tubulação de alimentação do reservatório existente, em função da vazão para o projeto em questão:

L (m)	ø (mm)	C	H (Q ^{1,85})
22,00	150	100	480,75

➤ Perda de carga localizada:

As perdas de carga localizadas são função do quadrado da velocidade e do coeficiente "K". O valor deste coeficiente diz respeito ao tipo de singularidades das peças existente ao longo do sistema. A equação de cálculo das perdas de carga localizadas é apresentada abaixo:

$$h_f = \sum K \frac{V^2}{2g}$$

Onde:

h_f = perda de carga localizada (m)

K = coeficiente de perda de carga localizada

V = velocidade do líquido (m/s)

g = aceleração da gravidade (m/s²)

No **Quadro 6.3** constam as conexões da EE-01 projetada consideradas no cálculo das perdas de carga localizadas:

Quadro 6.3: Relação de conexões e cálculo do somatório dos coeficientes "k" da EE-01 projetada à entrada do REL-01 existente

Tipo de singularidade	k	Sucção		Barrilete		Alimentação	
		Quant.	Total	Quant.	Total	Quant.	Total
Ampliação gradual	0,30	0,00	0,00	1,00	0,30	1,00	0,30
Curva de 90°	0,40	1,00	0,40	2,00	0,80	1,00	0,40
Curva de 45°	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Curva de 22°30'	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Curva de 11°15'	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Entrada de Borda	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Entrada normal	0,50	1,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
Junção de 45°	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Redução gradual	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Registro de gaveta	0,20	1,00	0,20	1,00	0,20	0,00	0,00
Saída de canalização	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Tê de passagem direta	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tê de saída lateral	1,30	1,00	1,30	1,00	1,30	1,00	1,30
Válvula de retenção	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Junta de desmontagem	0,40	1,00	0,40	1,00	0,40	0,00	0,00
Σk			2,80		4,00		3,00

Abaixo é apresentado o resultado das perdas de carga localizadas em função da vazão para o projeto em questão:

Trecho	\varnothing (mm)	K	v (Q)	hf (Q ²)
Sucção	150	2,80	56,59	457,00
Barrilete	150	4,00	56,59	652,85
Alimentação	150	3,00	56,59	489,64
			Total	1599,49

- **Altura manométrica:**

A altura manométrica é calculada a partir da seguinte equação:

$$H_{man} = H_g + H + h_f$$

Onde:

H_{man} = Altura manométrica (m)

H_g = Altura geométrica (m)

H = Perda de carga ao longo das tubulações (m)

h_r = Perda de carga localizada (m)

A altura geométrica H_g representa o desnível entre a cota inicial e a cota final do trecho a ser dimensionado. A altura geométrica pode ser calculada com a seguinte equação:

$$H_g = C_f - C_i$$

Onde:

H_g = Altura geométrica (m)

C_r = Cota inicial de projeto (m)

C_i = Cota final de projeto (m)

Dessa forma, temos para altura geométrica o seguinte valor:

- Cota do piso da EE-01 projetada: 19,60 m
- Cota do nível mínimo do poço de sucção (C_i): $19,60 + 0,90 = 20,50$ m
- Cota do TN do reservatório elevado existente REL-01: 19,60 m
- Altura total do reservatório elevado existente REL-01: 17,00 m
- Cota de entrada do reservatório elevado existente REL-01 (C_r): $19,60 + 17,00 = 36,60$ m
- Desnível geométrico (H_g): $36,60 - 20,50 = 16,10$ m

Logo, a expressão representativa da altura manométrica em função da vazão para a EE-01 projetada abastecendo o REL-01 existente é a seguinte:

$$H_{man} = 16,10 + 480,75Q^{1,85} + 1599,49Q^2$$

Para a vazão de projeto, o ponto de operação para seleção do conjunto motor-bomba de referência é:

$$Q = 11,31 \text{ L/s} \gg H_{man} = 16,43 \text{ m}$$

▪ Conjunto motor-bomba de referência selecionado:

- Marca/Modelo: KSB ETA 50-26
- Rotação: 1710 rpm

- Eficiência: 59%
- $NPSH_R$: 3,70 m
- Rotor: 235 mm

A seguir constam os dados (**Quadro 6.4**) e o gráfico (**Figura 6.2**) da curva do sistema e da curva do conjunto motor-bomba de referência de abastecimento do reservatório elevado existente:

Quadro 6.4: Dados da curva do sistema da EE-01 projetada abastecendo o REL-01 existente e da curva do conjunto motor-bomba de referência

Q (L/s)	Hsis (m)	Hbomba (m)
0,00	16,10	24,60
2,78	16,12	24,60
4,17	16,15	24,40
5,56	16,18	23,80
6,94	16,23	22,70
8,33	16,28	21,40
9,72	16,34	19,60
11,31	16,43	16,50
12,22	16,48	14,60

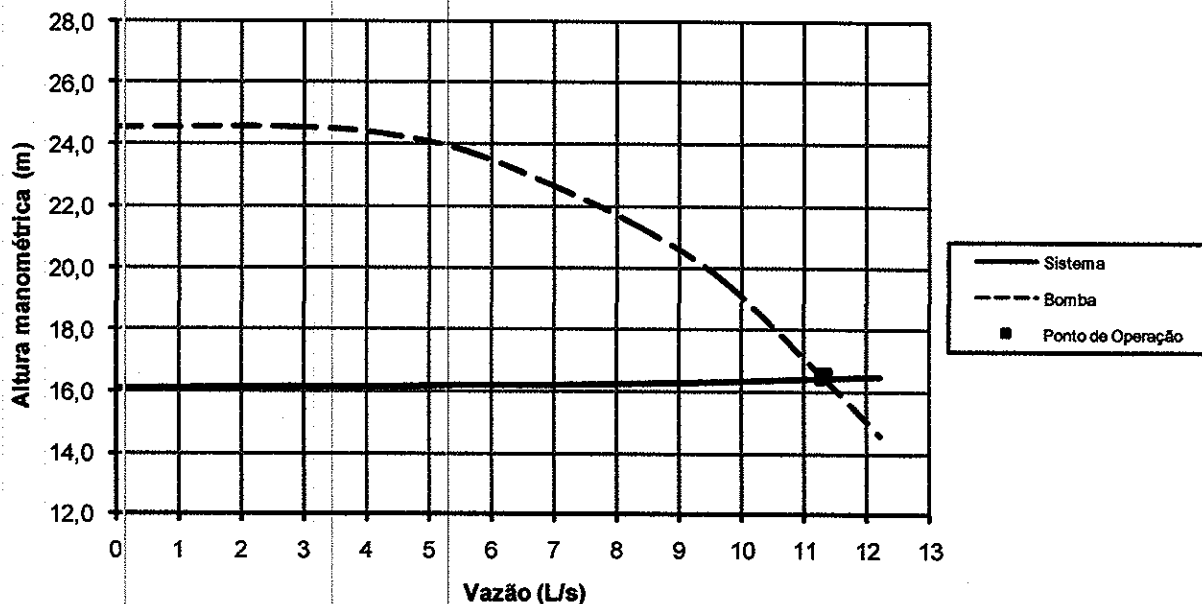


Figura 6.2: Gráfico da curva do sistema, curva do conjunto motor-bomba de referência e ponto de operação da EE-01 projetada abastecendo do REL-01 existente

- Potência do conjunto motor-bomba:

A equação para o cálculo da potência do conjunto motor-bomba de referência está descrita a seguir:

$$P = \frac{w \times Q \times H_{man}}{75 \times \eta}$$

Onde:

P = Potência do conjunto (cv)

w = Peso específico do líquido (Kg/m³ - 1000 Kg/m³ para água e esgoto)

Q = Vazão do conjunto (m³/s)

H_{man} = Altura manométrica (m)

η = Rendimento do conjunto motor-bomba

Assim, para o rendimento do motor de 87%, a potência calculada do conjunto é:

$$P = \frac{1000 \times 0,01131 \times 16,50}{75 \times 0,59 \times 0,87} = 4,85cv$$

Deve-se admitir na prática uma folga para os motores elétricos. Os seguintes acréscimos são recomendados:

50% para bomba até 2 CV

30% para bomba de 2 a 5 CV

20% para bomba de 5 a 10 CV

15% para bombas de 10 a 20 CV

10% para bombas de mais de 20 CV

A potência útil foi calculada pela seguinte fórmula:

$$P_{util} = P \times (1 + a)$$

Onde:

P_{util} = Potência útil (CV)

P = Potência calculada (CV)

a = percentual de acréscimo de potência

A partir do acréscimo de potência sugerido, a potência útil da EE é de:

$$P_{util} = 4,85 \times (1 + 30\%) = 6,31cv$$

Dessa forma, a potência comercial adotada para o conjunto motor-bomba da EE-01 projetada é de 7,5 cv.

6.3.3.4 Verificação da EE-01 Projetada para Abastecimento dos Castelos d'Água de Combate a Incêndio

Ao todo, serão implantados na área do reassentamento 03 castelos d'água que acumularão o volume de água necessário para combate a incêndios. Os castelos terão as seguintes características:

- Altura total: 20,00 m
- Fuste: 11,00 m
- Volume: 63,00 m³

As interligações da EE-01 projetada aos castelos terão o mesmo diâmetro da interligação com rede existente da CAGECE, ou seja, 150 mm. Os castelos serão abastecidos através de tubulações independentes, com os registros de manobras instalados no interior da área da EE-01 projetada.

A disposição dos castelos d'água está apresentada na planta de arranjo do sistema de abastecimento de água do reassentamento.

A seguir é feita a verificação da utilização do conjunto motor-bomba especificado para EE-01 projetada, atuando para abastecer os castelos.

- Cálculo da curva do sistema para abastecimento do castelo CDA I:

A LR-01 interligará a EE-01 projetada ao castelo d'água CDA I, tendo extensão de 63,00 m. A linha será em PVC, com exceção da alimentação (subida ao castelo) que constará de tubulações em FOFO.

Abaixo é apresentado o resultado da perda de carga ao longo da tubulação em função da vazão para a LR-01:

L (m)	ø (mm)	C	H (Q ^{1,85})
41,00	150	140	480,78
22,00	150	100	480,75
Total			961,53

Para o cálculo das perdas de carga localizadas foram empregados os seguintes coeficientes "k":

Quadro 6.5: Relação de conexões e cálculo do somatório dos coeficientes "k" da EE-01 projetada à entrada do CDA I

Tipo de singularidade	k	Sucção		Barrilete		Alimentação	
		Quant.	Total	Quant.	Total	Quant.	Total
Ampliação gradual	0,30	0,00	0,00	1,00	0,30	0,00	0,00
Curva de 90°	0,40	1,00	0,40	2,00	0,80	4,00	1,60
Curva de 45°	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Curva de 22°30'	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Curva de 11°15'	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Entrada de Borda	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Entrada normal	0,50	1,00	0,50	0,00	0,00	1,00	0,50
Junção de 45°	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Redução gradual	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Registro de gaveta	0,20	1,00	0,20	1,00	0,20	1,00	0,20
Saída de canalização	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Tê de passagem direta	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tê de saída lateral	1,30	1,00	1,30	1,00	1,30	1,00	1,30
Válvula de retenção	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Junta de desmontagem	0,40	1,00	0,40	1,00	0,40	0,00	0,00
Σk			2,80		4,00		4,60

Abaixo é apresentado o resultado das perdas de carga localizadas em função da vazão para o projeto em questão:

Trecho	ø (mm)	K	v (Q)	hf (Q ²)
Sucção	150	2,80	56,59	457,00
Barrilete	150	4,00	56,59	652,85
Alimentação	150	4,60	56,59	750,78
Total				1860,63

Para a altura geométrica, tem-se o seguinte valor:

- Cota do piso da EE projetada: 19,60 m
- Cota do nível mínimo do poço de sucção (C_i): 19,60 + 0,90 = 20,50 m
- Cota do TN do castelo CDA I: 19,60 m
- Altura total do castelo CDA I: 20,00 m
- Cota de entrada do castelo CDA I (C_r): 19,60 + 20,00 = 39,60 m
- Desnível geométrico (H_g): 39,60 – 20,50 = 19,10 m

Logo, a expressão representativa da altura manométrica em função da vazão para a EE-01 projetada abastecendo o CDA I é a seguinte:

$$H_{man} = 19,10 + 961,53Q^{1,85} + 1860,63Q^2$$

- Cálculo da curva do sistema para abastecimento do castelo CDA II:

A LR-02 interligará a EE-01 projetada ao castelo d'água CDA II, tendo extensão de 202,00 m. A linha será em PVC, com exceção da alimentação (subida ao castelo) que constará de tubulações em FOFO.

Abaixo é apresentado o resultado das perdas de carga ao longo da tubulação em função da vazão para a LR-02:

L (m)	ø (mm)	C	H (Q ^{1,85})
180,00	150	140	2110,74
22,00	150	100	480,75
Total			2591,50

Para o cálculo das perdas de carga localizadas foram empregados os seguintes coeficientes "k":

Quadro 6.6: Relação de conexões e cálculo do somatório dos coeficientes "k" da EE-01 projetada à entrada do CDA II

Tipo de singularidade	k	Sucção		Barrilete		Alimentação	
		Quant.	Total	Quant.	Total	Quant.	Total
Ampliação gradual	0,30	0,00	0,00	1,00	0,30	0,00	0,00
Curva de 90°	0,40	1,00	0,40	2,00	0,80	4,00	1,60
Curva de 45°	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Curva de 22°30'	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Curva de 11°15'	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Entrada de Borda	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Entrada normal	0,50	1,00	0,50	0,00	0,00	1,00	0,50
Junção de 45°	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Redução gradual	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Registro de gaveta	0,20	1,00	0,20	1,00	0,20	1,00	0,20
Saída de canalização	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Tê de passagem direta	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tê de saída lateral	1,30	1,00	1,30	1,00	1,30	1,00	1,30
Válvula de retenção	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Junta de desmontagem	0,40	1,00	0,40	1,00	0,40	0,00	0,00
Σk			2,80		4,00		4,60

Abaixo é apresentado o resultado das perdas de carga localizadas em função da vazão para o projeto em questão:

Trecho	ϕ (mm)	K	v (Q)	hf (Q ²)
Sucção	150	2,80	56,59	457,00
Barrilete	150	4,00	56,59	652,85
Alimentação	150	4,60	56,59	750,78
			Total	1860,63

Para a altura geométrica, tem-se o seguinte valor:

- Cota do piso da EE-01 projetada: 19,60 m
- Cota do nível mínimo do poço de sucção (C_i): 19,60 + 0,90 = 20,50 m
- Cota do TN do castelo CDA II: 19,60 m
- Altura total do castelo CDA II: 20,00 m
- Cota de entrada do castelo CDA II (C_f): 19,60 + 20,00 = 39,60 m
- Desnível geométrico (H_g): 39,60 - 20,50 = 19,10 m

Logo, a expressão representativa da altura manométrica em função da vazão para a EE-01 projetada abastecendo o CDA II é a seguinte:

$$H_{man} = 19,10 + 2591,50Q^{1,85} + 1860,63Q^2$$

- Cálculo da curva do sistema para abastecimento do castelo CDA III:

A LR-03 interligará a EE-01 projetada ao castelo d'água CDA III, tendo extensão de 422,00 m. A linha será em PVC, com exceção da alimentação (subida ao castelo) que constará de tubulações em FOFO.

Abaixo é apresentado o resultado da perda de carga ao longo da tubulação em função da vazão para a LR-03:

L (m)	ø (mm)	C	H (Q ^{1,85})
400,00	150	140	4690,54
22,00	150	100	480,75
Total			5171,29

Para o cálculo das perdas de carga localizadas foram empregados os seguintes coeficientes "k":

Quadro 6.7: Relação de conexões e cálculo do somatório dos coeficientes "k" da EE-01 projetada à entrada do CDA III

Tipo de singularidade	k	Sucção		Barrilete		Alimentação	
		Quant.	Total	Quant.	Total	Quant.	Total
Ampliação gradual	0,30	0,00	0,00	1,00	0,30	0,00	0,00
Curva de 90°	0,40	1,00	0,40	2,00	0,80	4,00	1,60
Curva de 45°	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Curva de 22°30'	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Curva de 11°15'	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Entrada de Borda	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Entrada normal	0,50	1,00	0,50	0,00	0,00	1,00	0,50
Junção de 45°	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Redução gradual	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Registro de gaveta	0,20	1,00	0,20	1,00	0,20	1,00	0,20
Saída de canalização	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Tê de passagem direta	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tê de saída lateral	1,30	1,00	1,30	1,00	1,30	1,00	1,30
Válvula de retenção	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Junta de desmontagem	0,40	1,00	0,40	1,00	0,40	0,00	0,00
Σk			2,80		4,00		4,60

Abaixo é apresentado o resultado das perdas de carga localizadas em função da vazão para o projeto em questão:

Trecho	ø (mm)	K	v (Q)	hf (Q ²)
Sucção	150	2,80	56,59	457,00
Barrilete	150	4,00	56,59	652,85
Alimentação	150	4,60	56,59	750,78
			Total	1860,63

Para a altura geométrica, tem-se o seguinte valor:

- Cota do piso da EE-01 projetada: 19,60 m
- Cota do nível mínimo do poço de sucção (C_i): 19,60 + 0,90 = 20,50 m
- Cota do TN do castelo CDA III: 17,00 m
- Altura total do castelo CDA III: 20,00 m
- Cota de entrada do castelo CDA III (C_r): 17,00 + 20,00 = 37,00 m
- Desnível geométrico (H_g): 37,00 – 20,50 = 16,50 m

Logo, a expressão representativa da altura manométrica em função da vazão para a EE-01 projetada abastecendo o CDA III é a seguinte:

$$H_{man} = 16,50 + 5171,29Q^{1,85} + 1860,63Q^2$$

- Curvas dos sistemas CDA I, II e III e curva da bomba selecionada:

Após a definição das curvas dos sistemas para o abastecimento dos castelos CDA I, II e III, a seguir constam os dados (Quadro 6.4) e o gráfico (Figura 6.2) das curvas dos sistemas para abastecimento dos castelos e da curva do conjunto motor-bomba de referência, selecionado para a EE-01 projetada:

Quadro 6.3: Dados das curvas dos sistemas CDA I, II e III e da curva do conjunto motor-bomba de referência

Q (L/s)	H CDA I (m)	H CDA II (m)	H CDA III (m)	Hbomba (m)
0,00	19,10	19,10	16,50	24,60
2,78	19,13	19,16	16,61	24,60
4,17	19,17	19,23	16,74	24,40
5,56	19,22	19,33	16,91	23,80
6,94	19,29	19,45	17,12	22,70
8,33	19,37	19,60	17,37	21,40
9,72	19,46	19,77	17,66	19,60
11,31	19,58	19,99	18,03	16,50
12,22	19,66	20,13	18,27	14,60

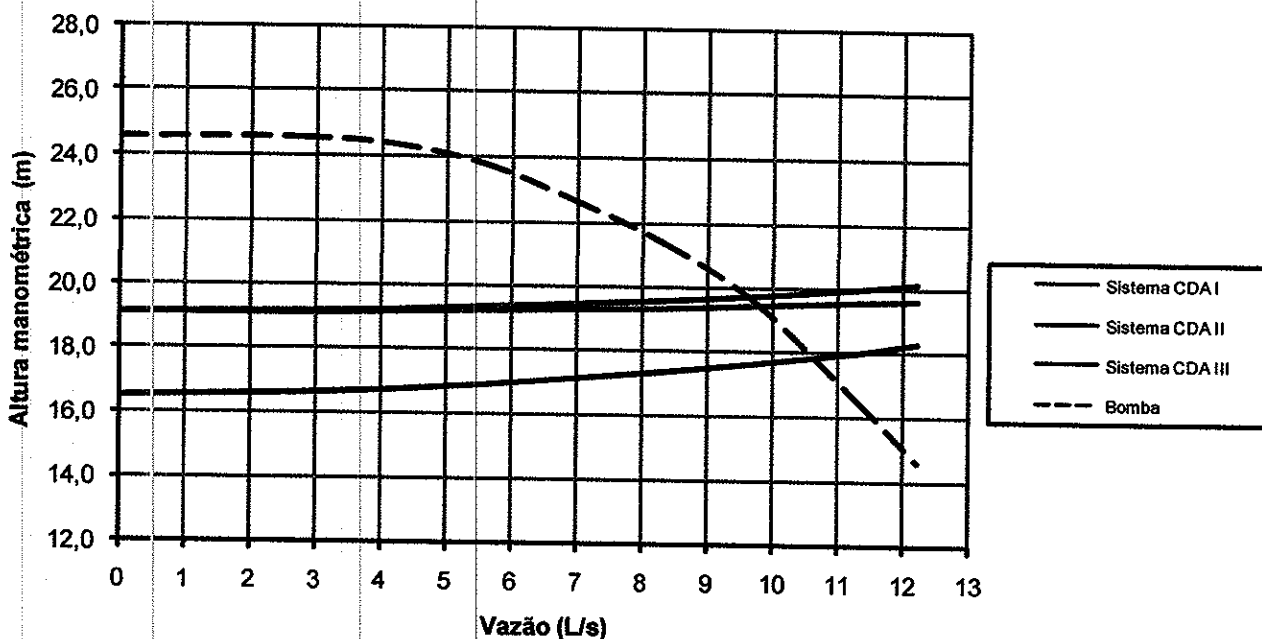


Figura 6.3: Gráfico das curvas dos sistemas CDA I, II e III e da curva do conjunto motor-bomba de referência

Os pontos de operação para os sistemas apresentados, assim como o cálculo das potências úteis, são apresentados a seguir:

- Sistema CDA I:

- Ponto de operação: $Q = 9,80 \text{ L/s}$; $H_{\text{man}} = 19,40 \text{ m}$

- Rendimento da bomba: 62%
 - Rendimento do motor: 87%
 - Potência: 4,70 cv
 - Fator de acréscimo: 30%
 - Potência útil: 6,11 cv
- Sistema CDA II:
- Ponto de operação: $Q = 9,65 \text{ L/s}$; $H_{\text{man}} = 19,65 \text{ m}$
 - Rendimento da bomba: 62%
 - Rendimento do motor: 87%
 - Potência: 4,69 cv
 - Fator de acréscimo: 30%
 - Potência útil: 6,10 cv
- Sistema CDA III:
- Ponto de operação: $Q = 10,65 \text{ L/s}$; $H_{\text{man}} = 17,90 \text{ m}$
 - Rendimento da bomba: 60%
 - Rendimento do motor: 87%
 - Potência: 4,87 cv
 - Fator de acréscimo: 30%
 - Potência útil: 6,33 cv

Dessa forma, conclui-se que o conjunto motor-bomba especificado para EE-01 projetada também possui capacidade para abastecer os castelos d'água de combate a incêndio.

▪ Avaliação do NPSH:

A sigla NPSH do inglês Net Positive Suction Head é adotada universalmente para designar a energia disponível na sucção. Há dois valores a considerar: NPSH requerido que é uma característica da bomba, fornecida pelo fabricante e o NPSH disponível, que é uma característica das instalações de sucção. O NPSH disponível para entrada afogada é calculado através da seguinte equação:

$$NPSH_{disp} = Z + \frac{P_a - P_v}{\gamma} \times 10 - H_f$$

Onde:

$NPSH_{disp}$ = Net Positive Suction Head disponível (m)

Z = Altura de sucção (m)

P_a = Pressão atmosférica (Kg/cm²)

P_v = Pressão de vapor (Kg/cm²)

γ = Peso específico da água (kg/dm³)

H_f = Perda de carga na sucção

A altura de sucção Z para entrada afogada é calculada da seguinte forma:

$$Z = h_{sucção\ mínimo} - h_{bomba}$$

Onde:

Z = Altura de sucção (m)

$h_{sucção\ mínimo}$ = Cota do nível mínimo de sucção (m)

h_{bomba} = Cota do eixo da bomba (m)

As bombas funcionarão perfeitamente se NPSH disponível for maior ou igual ao NPSH requerido.

A perda de carga na sucção é calculada a partir da seguinte equação:

$$H_f = \sum K_s \times \frac{V_s^2}{2g}$$

Onde:

H_f = Perda de carga na sucção (m)

$\sum K_s$ = Somatório dos coeficientes de perda de carga localizada da sucção

V_s = Velocidade na sucção (m/s)

g = Aceleração da gravidade (m/s²)

A velocidade do fluxo na sucção é calculada pela equação abaixo:

$$V_s = \frac{Q_s}{\left(\frac{\pi \cdot D_s^2}{4} \right)}$$

Onde:

V_s = Velocidade do fluxo na tubulação de sucção (m/s)

Q_s = Vazão na tubulação de sucção (m³/s)

D_s = Diâmetro do tubo (m)

A verificação do NPSH será realizada para o ponto menos favorável do sistema, que consiste no poço de sucção estando no seu nível mínimo e o conjunto motor-bomba operando com a maior vazão. Assim:

Para a velocidade na tubulação, temos:

$$Q_s = 0,01131 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$D_s = 0,150 \text{ m}$$

$$V_s = 0,64 \text{ m/s}$$

Para perda de carga na tubulação de sucção, temos:

$$\Sigma K_s = 2,80$$

$$V_s = 0,64 \text{ m/s}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$H_f = 0,058 \text{ m}$$

Para a altura de sucção, temos:

$$h_{\text{sucção mínimo}} = 20,65 \text{ m}$$

$$h_{\text{bomba}} = 20,02 \text{ m}$$

$$Z = 0,63 \text{ m}$$

Para o NPSH disponível, temos:

$$Z = 0,63 \text{ m}$$

$$P_a = 0,95 \text{ Kg/cm}^2$$

$$P_v = 0,02 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\gamma = 1,00 \text{ kg/dm}^3$$

$$H_f = 0,058 \text{ m}$$

$$\text{NPSH}_{\text{disp}} = 9,87 \text{ m}$$

Como o $\text{NPSH}_{\text{disp}}$ (9,87 m) é maior que o NPSH_{req} (3,70 m), o sistema funcionará bem.

6.3.4 Avaliação dos Transientes

6.3.4.1 Linha de Recalque LR-01

As características do trecho estudado constam na **Quadro 6.8**.

Quadro 6.9: Características da LR-01 aplicadas ao estudo de transientes hidráulicos

Trecho	Extensão (m)	Diâmetro (mm)	Material do Tubo	Vazão (L/s)	Alt. Man. (mca)	Pot. Bombas (cv)	Tipo Bomba
LR-01	63,00	150	PVC	9,80	19,40	7,5	KSB ETA 50-26

Na **Figura 6.4** e **Quadro 6.10** são apresentados os resultados da simulação para a condição do regime transiente, quando ocorre uma parada instantânea do bombeamento.

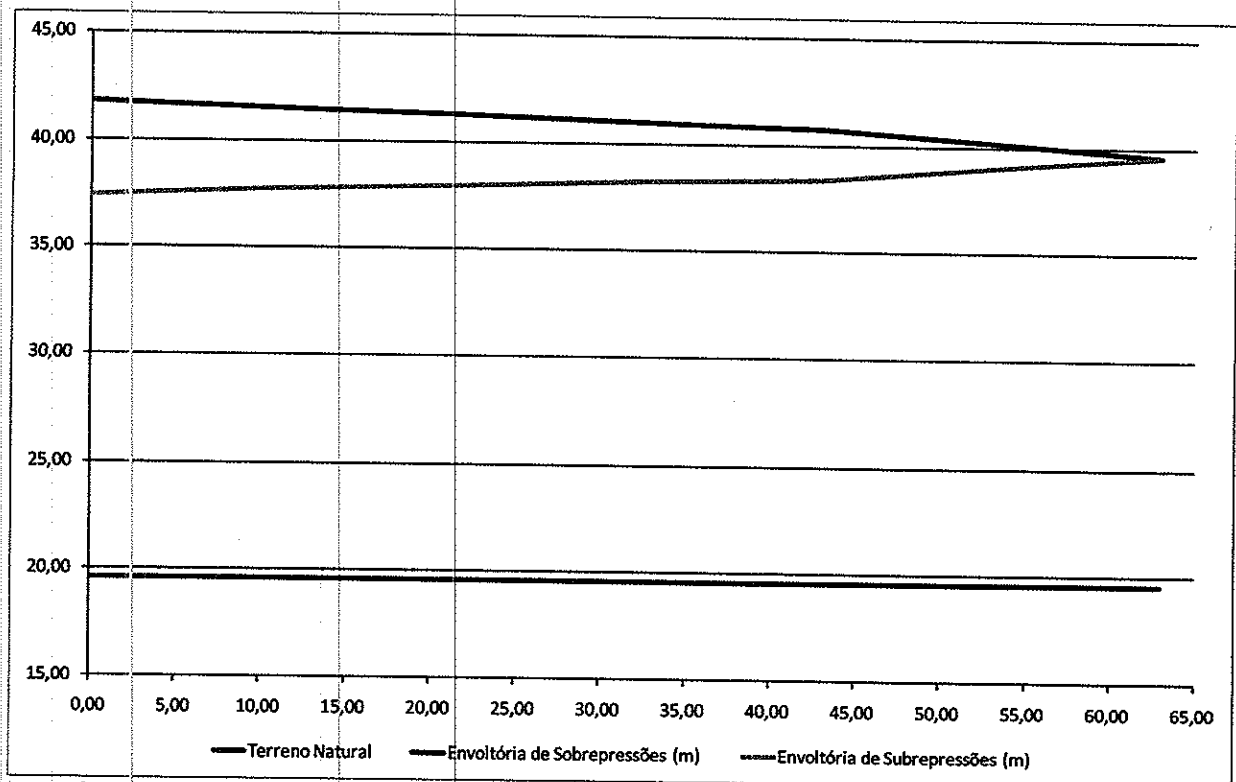


Figura 6.4: Resultado da simulação para a LR-01 na condição de regime transiente

Quadro 6.10: Resultados do sistema da LR-01 para a condição transiente

Distância da EB (m)	Comp. Tubo (m)	DN (mm)	Cota Ferreno (m)	Envoltória de		Pressão Dinâmica		Pressão Dinâmica	
				Sobrepressões (m)	Subrepressões (m)	Máxima (m)	Mínima (m)	Máxima (m)	Mínima (m)
0,00	0,00	150	19,60	41,79	37,41	22,19	17,81		
10,75	10,75	150	19,60	41,48	37,72	21,88	18,12		
21,50	10,75	150	19,60	41,28	37,92	21,68	18,32		
32,25	10,75	150	19,60	40,99	38,21	21,39	18,61		
43,00	10,75	150	19,60	40,78	38,42	21,18	18,82		
43,00	0,00	150	19,60	40,78	38,42	21,18	18,82		
53,00	10,00	150	19,60	40,19	39,01	20,59	19,41		
63,00	10,00	150	19,60	39,60	39,60	20,00	20,00		

As envoltórias da simulação revelaram a ocorrência de pressões dinâmicas positivas em praticamente toda a linha de recalque não havendo necessidade de nenhum equipamento especial de proteção contra transientes hidráulicos. O sistema está bem dimensionado e não requer proteção especial.

6.3.4.1 Linha de Recalque LR-02

As características do trecho estudado constam na **Quadro 6.11**.

Quadro 6.11: Características da LR-02 aplicadas ao estudo de transientes hidráulicos

Trecho	Extensão (m)	Diâmetro (mm)	Material do Tubo	Vazão (L/s)	Alt. Man. (mca)	Pot. Bombas (cv)	Tipo Bomba
LR-02	202,00	150	PVC	9,65	19,65	7,5	KSB ETA 50-26

Na **Figura 6.5** e **Quadro 6.12** são apresentados os resultados da simulação para a condição do regime transiente, quando ocorre uma parada instantânea do bombeamento.

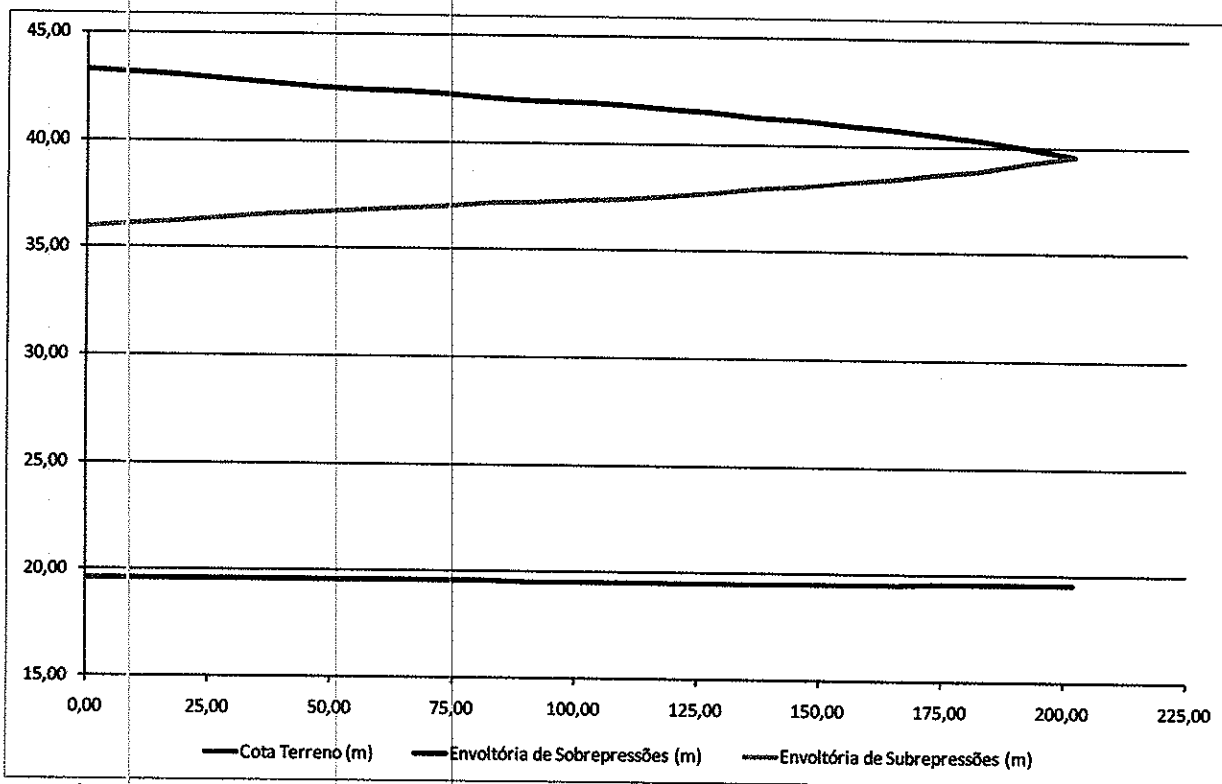


Figura 6.5: Resultado da simulação para a LR-02 na condição de regime transiente

Quadro 6.12: Resultados do sistema da LR-02 para a condição transiente

Distância da EB (m)	Comp. Tubo (m)	DN (mm)	Cota Terreno (m)	Envoltória de		Pressão Dinâmica	
				Sobrepressões (m)	Subrepressões (m)	Máxima (m)	Mínima (m)
0,00	0,00	150	19,60	43,22	35,93	23,62	16,33
9,15	9,15	150	19,59	43,11	36,08	23,52	16,49
18,30	9,15	150	19,59	43,01	36,19	23,42	16,60
27,45	9,15	150	19,58	42,85	36,35	23,27	16,77
36,60	9,15	150	19,58	42,66	36,54	23,09	16,96
45,75	9,15	150	19,57	42,52	36,68	22,95	17,11
54,90	9,15	150	19,57	42,43	36,77	22,86	17,20
64,05	9,15	150	19,56	42,32	36,87	22,76	17,31
73,20	9,15	150	19,56	42,23	36,97	22,67	17,42
82,36	9,15	150	19,55	42,04	37,16	22,49	17,61
91,51	9,15	150	19,54	41,96	37,24	22,41	17,70
100,66	9,15	150	19,54	41,88	37,32	22,34	17,78
109,81	9,15	150	19,53	41,80	37,40	22,26	17,87
118,96	9,15	150	19,53	41,63	37,57	22,10	18,05
128,11	9,15	150	19,52	41,48	37,72	21,96	18,20
137,26	9,15	150	19,52	41,28	37,92	21,76	18,41
146,41	9,15	150	19,51	41,14	38,06	21,63	18,55
155,56	9,15	150	19,51	40,94	38,27	21,43	18,76
164,71	9,15	150	19,50	40,75	38,45	21,25	18,95
164,71	0,00	150	19,50	40,75	38,45	21,25	18,95
173,36	8,65	150	19,55	40,53	38,67	20,98	19,12
182,00	8,65	150	19,60	40,32	38,87	20,72	19,27
182,00	0,00	150	19,60	40,32	38,87	20,72	19,27
192,00	10,00	150	19,60	39,98	39,22	20,38	19,62
202,00	10,00	150	19,60	39,60	39,60	20,00	20,00

As envoltórias da simulação revelaram a ocorrência de pressões dinâmicas positivas em praticamente toda a linha de recalque não havendo necessidade de nenhum equipamento especial de proteção contra transientes hidráulicos. O sistema está bem dimensionado e não requer proteção especial.

6.3.4.2 Linha de Recalque LR-03

As características do trecho estudado constam na **Quadro 6.13**.

Quadro 6.13: Características da LR-03 aplicadas ao estudo de transientes hidráulicos

Trecho	Extensão (m)	Diâmetro (mm)	Material do Tubo	Vazão (L/s)	Alt. Man. (mca)	Pot. Bombas (cv)	Tipo Bomba
LR-03	422,00	150	PVC	10,65	17,90	7,5	KSB ETA 50-26

Na **Figura 6.6** e **Quadro 6.14** são apresentados os resultados da simulação para a condição do regime transiente, quando ocorre uma parada instantânea do bombeamento.

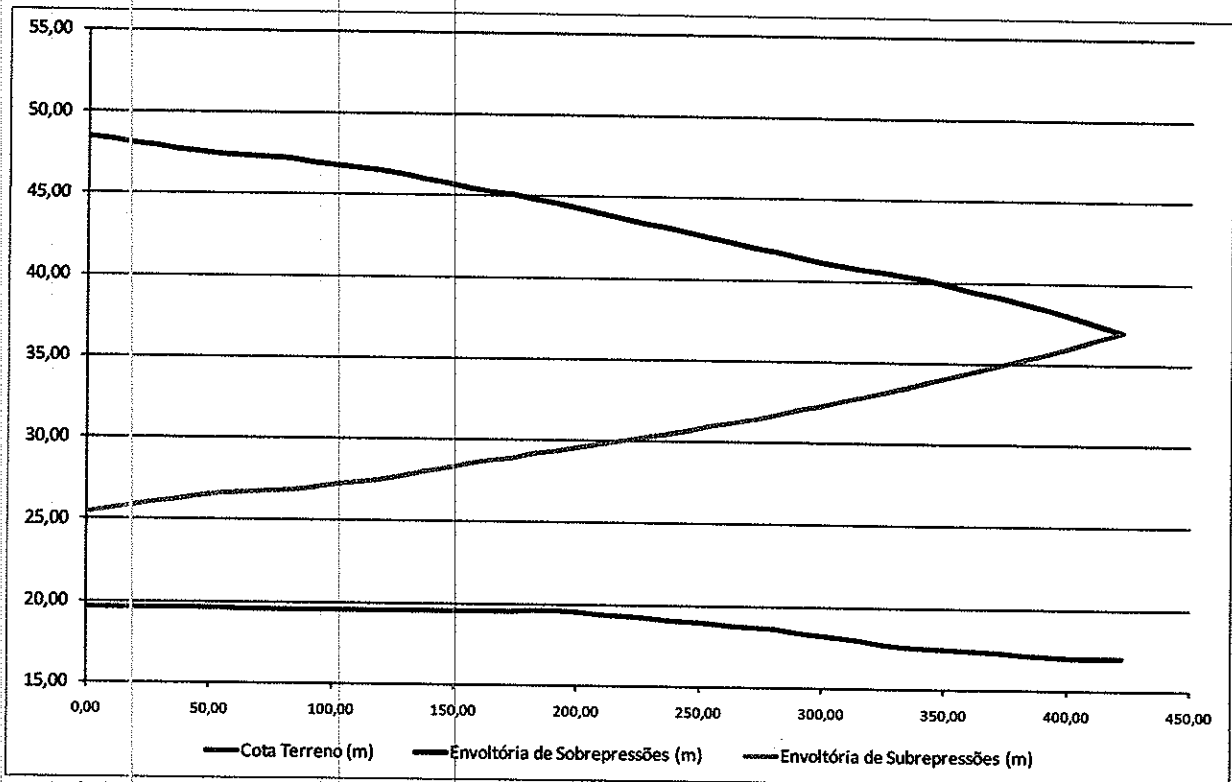


Figura 6.6: Resultado da simulação para a LR-03 na condição de regime transiente

Quadro 6.14: Resultados do sistema da LR-03 para a condição transiente

Distância da EB (m)	Comp. Tubo (m)	DN (mm)	Cota Terreno (m)	Envolória de Sobrepressões (m)	Envolória de Subpressões (m)	Pressão Dinâmica Máxima (m)	Pressão Dinâmica Mínima (m)
0,00	0,00	150	19,60	48,47	25,40	28,87	5,80
9,12	9,12	150	19,59	48,30	25,62	28,71	6,02
18,25	9,12	150	19,59	48,11	25,83	28,52	6,24
27,37	9,12	150	19,58	47,91	26,04	28,33	6,46
36,49	9,12	150	19,58	47,72	26,24	28,14	6,67
45,61	9,12	150	19,57	47,56	26,43	27,99	6,85
54,74	9,12	150	19,57	47,43	26,56	27,86	7,00
63,86	9,12	150	19,56	47,34	26,67	27,78	7,11
72,98	9,12	150	19,56	47,26	26,74	27,70	7,18
82,11	9,12	150	19,55	47,19	26,81	27,64	7,26
91,23	9,12	150	19,54	47,00	26,99	27,45	7,45
100,35	9,12	150	19,54	46,82	27,17	27,29	7,63
109,47	9,12	150	19,53	46,66	27,34	27,13	7,81
118,60	9,12	150	19,53	46,50	27,51	26,97	7,98
127,72	9,12	150	19,52	46,28	27,72	26,76	8,19
136,84	9,12	150	19,52	46,01	27,98	26,49	8,47
145,96	9,12	150	19,51	45,76	28,25	26,25	8,74
155,09	9,12	150	19,51	45,50	28,49	26,00	8,99
164,21	9,12	150	19,50	45,27	28,73	25,77	9,23
164,21	0,00	150	19,50	45,27	28,73	25,77	9,23
173,11	8,90	150	19,53	45,08	28,92	25,54	9,39
182,02	8,90	150	19,57	44,83	29,17	25,27	9,60
190,92	8,90	150	19,60	44,58	29,38	24,98	9,78
190,92	0,00	150	19,60	44,58	29,38	24,98	9,78
199,94	9,02	150	19,50	44,31	29,58	24,81	10,08
208,96	9,02	150	19,40	44,02	29,80	24,62	10,40
217,98	9,02	150	19,30	43,72	30,02	24,42	10,72

Quadro 6.14: Resultados do sistema da LR-03 para a condição transiente

Distância da EB (m)	Comp. Tubo (m)	DN (mm)	Cota Terreno (m)	Envolória de Sobrepressões (m)	Envolória de Subpressões (m)	Pressão Dinâmica Máxima (m)	Pressão Dinâmica Mínima (m)
227,00	9,02	150	19,20	43,43	30,24	24,23	11,04
236,01	9,02	150	19,10	43,15	30,47	24,05	11,37
245,03	9,02	150	19,00	42,87	30,71	23,87	11,71
254,05	9,02	150	18,90	42,57	30,95	23,67	12,05
263,07	9,02	150	18,80	42,30	31,20	23,50	12,40
272,09	9,02	150	18,70	42,01	31,46	23,31	12,76
281,11	9,02	150	18,60	41,73	31,72	23,13	13,12
289,71	0,00	150	18,60	41,73	31,72	23,13	13,12
289,71	8,60	150	18,43	41,44	31,99	23,01	13,56
298,31	8,60	150	18,27	41,15	32,27	22,88	14,00
306,90	8,60	150	18,10	40,94	32,55	22,84	14,45
315,50	8,60	150	17,93	40,75	32,85	22,82	14,91
324,10	8,60	150	17,77	40,58	33,15	22,81	15,38
332,70	8,60	150	17,60	40,37	33,46	22,77	15,86
332,70	0,00	150	17,60	40,37	33,46	22,77	15,86
342,60	9,90	150	17,51	40,12	33,80	22,60	16,29
352,50	9,90	150	17,43	39,78	34,16	22,35	16,73
362,40	9,90	150	17,34	39,42	34,53	22,07	17,18
372,30	9,90	150	17,26	39,06	34,90	21,80	17,65
382,20	9,90	150	17,17	38,68	35,30	21,51	18,12
392,10	9,90	150	17,09	38,30	35,69	21,22	18,61
402,00	9,90	150	17,00	37,92	36,08	20,92	19,08
402,00	0,00	150	17,00	37,92	36,08	20,92	19,08
412,00	10,00	150	17,00	37,48	36,52	20,48	19,52
422,00	10,00	150	17,00	37,00	37,00	20,00	20,00

As envoltórias da simulação revelaram a ocorrência de pressões dinâmicas positivas em praticamente toda a linha de recalque não havendo necessidade de nenhum equipamento especial de proteção contra transientes hidráulicos. O sistema está bem dimensionado e não requer proteção especial.

6.4 Rede de Distribuição de Água

Para a verificação das condições hidráulicas da rede de distribuição da área do reassentamento foi utilizado o software EPANET. O dimensionamento foi feito pelo método nodal, através do programa computacional já citado, no qual o equilíbrio hidráulico do sistema é obtido após sucessivas interações. Cada nó da rede representa uma área de consumo cuja vazão do nó é determinada proporcionalmente à soma dos semi-comprimentos das canalizações incidentes em cada nó.

Portanto, a vazão do nó i foi obtida por:

$$Q_i = q_l \times \sum L_j$$

Onde:

Q_i = Vazão de ponta (l/s)

q_l = Taxa de vazão linear (l/s.m)

L_j = Semi-comprimento dos trechos incidentes no nó i (m)

No **Quadro 5.2**, apresentado abaixo, constam os resultados das extensões de tubos projetados da rede de distribuição de água do Terreno 3, especificadas por diâmetro.

Quadro 5.2: Extensões da rede de abastecimento do Terreno 3

D (mm)	Material	Extensão (m)
50	PVC, classe 12	1.181,91
75	PVC, classe 12	281,34
100	PVC, classe 12	196,81
150	PVC, DEFoFo	21,52
Total		1.681,58

As planilhas de cálculo da rede de distribuição estão apresentadas a seguir.

DIMENSIONAMENTO DA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
Núcleos Habitacionais Urbanos - PROJETO VILA DO MAR- TERRENO 3
Nível Máximo

Tubo	Nó Montante	Nó Jusante	Comprimento (m)	Vazão (l/s)	Diâmetro Nominal (mm)	C	Velocidade (m/s)	Perda de Carga Total (m/km)	Perda de Carga Total (m)	Pressão Nô Montante (mca)	Pressão Nô Jusante (mca)	Cota Terreno (Mont)	Cota Terreno (Jus)	Cota Pizométrica (mca)	Cota Pizométrica (Jus)	Situação
T1	N1	N2	21,52	8,01	150	140	0,42	1,24	0,0270	16,45	16,42	19,60	19,60	36,05	36,02	REL-01 Existente
T2	N2	N3	35,00	1,34	50	140	0,57	7,61	0,2860	16,42	16,16	19,60	19,60	36,02	35,76	Rede Projetada
T3	N3	N4	16,38	0,04	50	140	0,02	0,01	0,0000	16,16	16,16	19,60	19,60	35,76	35,76	Rede Projetada
T4	N3	N5	37,00	0,64	50	140	0,27	1,95	0,0720	16,16	16,08	19,60	19,60	35,76	35,68	Rede Projetada
T5	N5	N6	15,94	0,04	50	140	0,02	0,01	0,0000	16,08	16,08	19,60	19,60	35,68	35,68	Rede Projetada
T6	N5	N7	37,00	0,56	50	140	0,24	1,5	0,0550	16,08	16,03	19,60	19,60	35,68	35,63	Rede Projetada
T7	N7	N8	16,19	0,04	50	140	0,02	0,01	0,0000	16,03	16,03	19,60	19,60	35,63	35,63	Rede Projetada
T8	N7	N9	33,00	0,23	50	140	0,10	0,29	0,0100	16,03	16,02	19,60	19,60	35,63	35,62	Rede Projetada
T9	N9	N10	16,06	0,04	50	140	0,02	0,01	0,0000	16,02	16,02	19,60	19,60	35,62	35,62	Rede Projetada
T10	N9	N11	15,63	0,04	50	140	0,02	0,01	0,0000	16,02	16,02	19,60	19,60	35,62	35,62	Rede Projetada
T11	N7	N12	16,75	0,04	50	140	0,02	0,01	0,0000	16,03	16,03	19,60	19,60	35,63	35,63	Rede Projetada
T12	N5	N13	32,19	0,25	50	140	0,10	0,33	0,0110	16,08	16,07	19,60	19,60	35,68	35,67	Rede Projetada
T13	N13	N14	17,75	0,37	50	140	0,16	0,7	0,0120	16,10	16,08	19,60	19,60	35,70	35,68	Rede Projetada
T14	N41	N15	34,00	0,08	50	140	0,03	0,04	0,0010	16,07	16,07	19,60	19,60	35,67	35,67	Rede Projetada
T15	N42	N16	34,00	0,08	50	140	0,03	0,04	0,0010	16,08	16,08	19,60	19,60	35,68	35,68	Rede Projetada
T16	N40	N17	31,34	0,28	50	140	0,12	0,41	0,0130	16,13	16,12	19,60	19,60	35,73	35,72	Rede Projetada
T17	N17	N18	23,00	0,06	50	140	0,02	0,02	0,0000	16,12	16,12	19,60	19,60	35,72	35,72	Rede Projetada
T18	N17	N19	19,00	0,05	50	140	0,02	0,01	0,0000	16,12	16,12	19,60	19,60	35,72	35,72	Rede Projetada
T19	N39	N20	53,67	4,79	100	140	0,61	4,23	0,2270	16,19	15,95	19,60	19,60	35,79	35,56	Rede Projetada
T20	N20	N21	35,00	4,58	100	140	0,58	3,89	0,1360	15,96	15,82	19,60	19,60	35,56	35,42	Rede Projetada
T21	N38	N22	38,00	1,58	100	140	0,20	0,54	0,0210	15,77	15,75	19,60	19,60	35,37	35,35	Rede Projetada
T22	N22	N23	33,87	1,40	75	140	0,30	1,54	0,0520	15,75	16,70	19,60	18,60	35,35	35,30	Rede Projetada
T23	N23	N24	32,63	1,24	75	140	0,27	1,23	0,0400	16,70	16,66	18,60	18,60	35,30	35,28	Rede Projetada
T24	N24	N25	38,50	0,84	50	140	0,36	3,19	0,1230	16,66	17,54	18,60	17,60	35,28	35,14	Rede Projetada
T25	N25	N26	41,12	0,65	50	140	0,28	1,98	0,0810	17,54	17,46	17,60	17,60	35,14	35,06	Rede Projetada
T26	N26	N27	32,88	0,35	50	140	0,15	0,64	0,0210	17,46	18,04	17,60	17,00	35,06	35,04	Rede Projetada
T27	N27	N28	31,68	0,20	50	140	0,08	0,22	0,0070	18,04	18,03	17,00	17,00	35,04	35,03	Rede Projetada
T28	N37	N29	38,00	0,03	50	140	0,01	0,01	0,0000	18,03	18,03	17,00	17,00	35,03	35,03	Rede Projetada
T29	N29	N30	31,93	0,20	50	140	0,08	0,22	0,0070	18,03	18,02	17,00	17,00	35,03	35,02	Rede Projetada
T30	N30	N31	32,63	0,35	50	140	0,15	0,65	0,0210	18,04	17,42	17,00	17,00	35,04	35,02	Rede Projetada
T31	N31	N32	41,37	0,66	50	140	0,28	2,07	0,0850	17,46	17,37	17,60	17,60	35,06	34,97	Rede Projetada
T32	N32	N33	38,50	0,85	50	140	0,36	3,31	0,1270	17,54	16,42	17,60	18,60	35,14	35,02	Rede Projetada
T33	N33	N34	32,38	1,65	75	140	0,35	2,08	0,0670	16,87	16,80	18,60	18,60	35,27	35,20	Rede Projetada
T34	N34	N35	34,56	1,81	75	140	0,39	2,47	0,0850	16,74	15,65	18,60	19,60	35,27	35,25	Rede Projetada
T35	N33	N36	37,00	0,54	75	140	0,12	0,26	0,0100	16,67	16,86	18,60	18,60	35,34	35,25	Rede Projetada
T36	N35	N37	39,00	0,14	75	140	0,03	0,02	0,0010	16,66	16,66	18,60	18,60	35,27	35,26	Rede Projetada
T37	N31	N38	37,00	0,04	50	140	0,02	0,01	0,0000	17,46	17,46	17,60	17,60	35,06	35,06	Rede Projetada
T38	N36	N26	39,00	0,02	50	140	0,01	0	0,0000	17,46	17,46	17,60	17,60	35,06	35,06	Rede Projetada
T39	N28	N37	38,00	0,03	50	140	0,01	0,01	0,0000	18,03	18,03	17,00	17,00	35,03	35,03	Rede Projetada
T40	N21	N38	38,00	2,51	100	140	0,32	1,28	0,0480	15,82	15,77	19,60	19,60	35,42	35,37	Rede Projetada

DIMENSIONAMENTO DA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
Núcleos Habitacionais Urbanos - PROJETO VILA DO MAR- TERRENO 3
Nível Máximo

tubo	N° Montante	N° Jusante	Comprimento (m)	Vazão (l/s)	Diâmetro Nominal (mm)	C	Velocidade (m/s)	Perda de Carga Total (m/km)	Perda de Carga Total (m)	Pressão N° Montante (mca)	Pressão N° Jusante (mca)	Cota Terreno (Mont)	Cota Terreno (Jus)	Cota Piezométrica (mca)	Cota Piezométrica (Jus)	Situação
T41	N2	N39	32,14	6,46	100	140	0,82	7,37	0,2370	16,42	16,19	19,60	19,60	35,02	35,79	Rede Projetada
T42	N3	N40	31,97	0,37	50	140	0,16	0,7	0,0220	16,16	16,13	19,60	19,60	35,76	35,73	Rede Projetada
T43	N14	N41	34,00	0,24	50	140	0,10	0,33	0,0110	16,08	16,07	19,60	19,60	35,68	35,67	Rede Projetada
T44	N13	N42	34,00	0,24	50	140	0,10	0,33	0,0110	16,10	16,08	19,60	19,60	35,70	35,68	Rede Projetada
T45	N39	N40	34,85	1,38	75	140	0,29	1,49	0,0520	16,19	16,13	19,60	19,60	35,79	35,68	Rede Projetada
T46	N40	N13	37,05	1,15	75	140	0,25	1,06	0,0390	16,13	16,10	19,60	19,60	35,73	35,70	Rede Projetada
T47	N45	N35	33,50	0,51	50	140	0,22	1,28	0,0430	16,70	16,66	18,60	18,60	35,30	35,26	Rede Projetada
T48	N43	N36	39,87	0,64	50	140	0,27	1,95	0,0780	17,53	17,46	17,60	17,60	35,13	35,06	Rede Projetada
T49	N44	N37	32,21	0,20	50	140	0,08	0,22	0,0070	18,04	18,03	17,00	17,00	35,04	35,03	Rede Projetada
T50	N35	N43	39,82	0,83	50	140	0,36	3,16	0,1260	16,66	17,53	18,60	17,60	35,26	35,13	Rede Projetada
T51	N36	N44	32,25	0,35	50	140	0,15	0,65	0,0210	17,46	18,04	17,60	17,00	35,06	35,04	Rede Projetada
T52	N38	N45	33,45	0,67	50	140	0,29	2,12	0,0710	15,77	16,70	18,60	18,60	35,37	35,30	Rede Projetada

DIMENSIONAMENTO DA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
Núcleos Habitacionais Urbanos - PROJETO VILA DO MAR- TERRENO 3
Nível Mínimo

Tubo	Nó Montante	Nó Jusante	Comprimento (m)	Vazão (l/s)	Diâmetro Nominal (mm)	f	Velocidade (m/s)	Perda de Carga Total (m/km)	Perda de Carga Total (m)	Pressão Nô Montante (mca)	Pressão Nô Jusante (mca)	Cota Terreno (Mont)	Cota Terreno (Jus)	Cota Piezométrica (mnom)	Cota Piezométrica (Jus)	Situação
T1	N1	N2	21,52	8,01	150	140	0,42	1,24	0,0270	11,15	11,12	19,60	19,60	30,75	30,72	REL-01 Existente
T2	N2	N3	35,00	1,34	50	140	0,57	7,61	0,2660	11,12	10,86	19,60	19,60	30,72	30,46	Rede Projetada
T3	N3	N4	16,38	0,04	50	140	0,02	0,01	0,0000	10,86	10,86	19,60	19,60	30,46	30,46	Rede Projetada
T4	N3	N5	37,00	0,64	50	140	0,27	1,95	0,0720	10,86	10,78	19,60	19,60	30,46	30,38	Rede Projetada
T5	N5	N6	15,94	0,04	50	140	0,02	0,01	0,0000	10,78	10,78	19,60	19,60	30,38	30,38	Rede Projetada
T6	N5	N7	37,00	0,56	50	140	0,24	1,50	0,0550	10,78	10,73	19,60	19,60	30,38	30,33	Rede Projetada
T7	N7	N8	16,19	0,04	50	140	0,02	0,01	0,0000	10,73	10,73	19,60	19,60	30,33	30,33	Rede Projetada
T8	N7	N9	33,00	0,23	50	140	0,10	0,29	0,0100	10,73	10,72	19,60	19,60	30,33	30,32	Rede Projetada
T9	N9	N10	16,06	0,04	50	140	0,02	0,01	0,0000	10,72	10,72	19,60	19,60	30,32	30,32	Rede Projetada
T10	N9	N11	15,63	0,04	50	140	0,02	0,01	0,0000	10,72	10,72	19,60	19,60	30,32	30,32	Rede Projetada
T11	N7	N12	16,75	0,04	50	140	0,02	0,01	0,0000	10,73	10,73	19,60	19,60	30,33	30,33	Rede Projetada
T12	N5	N13	32,19	0,25	50	140	0,10	0,33	0,0110	10,78	10,77	19,60	19,60	30,33	30,37	Rede Projetada
T13	N13	N14	17,75	0,37	50	140	0,16	0,70	0,0120	10,80	10,78	19,60	19,60	30,40	30,38	Rede Projetada
T14	N41	N15	34,00	0,08	50	140	0,03	0,04	0,0010	10,77	10,77	19,60	19,60	30,37	30,37	Rede Projetada
T15	N42	N16	34,00	0,08	50	140	0,03	0,04	0,0010	10,78	10,78	19,60	19,60	30,38	30,38	Rede Projetada
T16	N40	N17	31,34	0,28	50	140	0,12	0,41	0,0130	10,83	10,82	19,60	19,60	30,43	30,42	Rede Projetada
T17	N17	N18	23,00	0,06	50	140	0,02	0,02	0,0000	10,82	10,82	19,60	19,60	30,42	30,42	Rede Projetada
T18	N17	N19	19,00	0,05	50	140	0,02	0,01	0,0000	10,82	10,82	19,60	19,60	30,42	30,42	Rede Projetada
T19	N39	N20	53,67	4,79	100	140	0,61	4,23	0,2270	10,89	10,66	19,60	19,60	30,29	30,12	Rede Projetada
T20	N20	N21	35,00	4,58	100	140	0,20	3,89	0,1580	10,66	10,52	19,60	19,60	30,29	30,26	Rede Projetada
T21	N88	N22	38,00	1,58	100	140	0,30	1,54	0,0520	10,45	11,40	19,60	19,60	30,05	30,00	Rede Projetada
T22	N22	N23	33,87	1,40	75	140	0,27	1,23	0,0400	11,40	11,36	19,60	19,60	30,00	29,96	Rede Projetada
T23	N23	N24	32,63	1,24	75	140	0,27	1,23	0,0400	11,36	12,24	18,60	18,60	29,84	29,84	Rede Projetada
T24	N24	N25	38,50	0,84	50	140	0,36	3,19	0,1230	11,36	12,24	17,60	17,60	29,76	29,76	Rede Projetada
T25	N25	N26	41,12	0,65	50	140	0,28	1,98	0,0910	12,24	12,16	17,60	17,60	29,76	29,76	Rede Projetada
T26	N26	N27	32,88	0,35	50	140	0,15	0,64	0,0210	12,16	12,74	17,60	17,60	29,76	29,74	Rede Projetada
T27	N27	N28	31,68	0,20	50	140	0,08	0,22	0,0070	12,74	12,73	17,00	17,00	29,74	29,73	Rede Projetada
T28	N29	N30	38,00	0,03	50	140	0,01	0,01	0,0000	12,73	12,73	17,00	17,00	29,73	29,73	Rede Projetada
T29	N30	N31	31,93	0,20	50	140	0,08	0,22	0,0070	12,73	12,72	17,00	17,00	29,73	29,72	Rede Projetada
T30	N30	N32	32,63	0,35	50	140	0,15	0,65	0,0210	12,74	12,12	17,00	17,00	29,72	29,72	Rede Projetada
T31	N31	N33	41,37	0,66	50	140	0,28	2,07	0,0850	12,16	12,07	17,60	17,60	29,74	29,72	Rede Projetada
T32	N32	N33	36,50	0,85	50	140	0,36	3,31	0,1270	12,24	11,30	17,60	17,60	29,76	29,67	Rede Projetada
T33	N33	N34	32,38	1,65	75	140	0,35	2,08	0,0670	11,37	11,30	18,60	18,60	29,84	29,72	Rede Projetada
T34	N34	N21	34,56	1,81	75	140	0,39	2,47	0,0850	11,44	10,35	18,60	18,60	29,97	29,90	Rede Projetada
T35	N33	N35	37,00	0,54	75	140	0,12	0,26	0,0100	11,37	11,36	18,60	18,60	30,04	29,95	Rede Projetada
T36	N35	N24	39,00	0,14	75	140	0,03	0,02	0,0010	11,36	11,36	18,60	18,60	29,97	29,96	Rede Projetada
T37	N31	N36	37,00	0,04	50	140	0,02	0,01	0,0000	12,16	12,16	17,60	17,60	29,96	29,96	Rede Projetada
T38	N36	N26	39,00	0,02	50	140	0,01	0,00	0,0000	12,16	12,16	17,60	17,60	29,96	29,96	Rede Projetada
T39	N28	N37	38,00	0,03	50	140	0,01	0,00	0,0000	12,73	12,73	17,60	17,60	29,76	29,76	Rede Projetada
T40	N21	N38	38,00	2,51	100	140	0,32	1,28	0,0490	10,52	10,47	17,00	19,60	29,73	30,07	Rede Projetada

DIMENSIONAMENTO DA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
Núcleos Habitacionais Urbanos - PROJETO VILA DO MAR- TERRENO 3
Nível Mínimo

Tubo	Nó Montante	Nó Jusante	Comprimento (m)	Vazão (l/s)	Diâmetro Nominat (mm)	f	Velocidade (m/s)	Perda de Carga Total (ml/km)	Perda de Carga Total (m)	Pressão Nô Montante (mca)	Pressão Nô Jusante (mca)	Cota Terreno (Mont)	Cota Terreno (Jus)	Cota Piezométrica (mont)	Cota Piezométrica (jus)	Situação
T41	N2	N39	32,14	6,46	100	140	0,82	7,37	0,2370	11,12	10,89	19,60	19,60	30,72	30,49	Rede Projetada
T42	N3	N40	31,97	0,37	50	140	0,16	0,70	0,0220	10,86	10,83	19,60	19,60	30,46	30,43	Rede Projetada
T43	N14	N41	34,00	0,24	50	140	0,10	0,33	0,0110	10,78	10,77	19,60	19,60	30,38	30,37	Rede Projetada
T44	N13	N42	34,00	0,24	50	140	0,10	0,33	0,0110	10,80	10,78	19,60	19,60	30,40	30,38	Rede Projetada
T45	N39	N40	34,85	1,58	75	140	0,29	1,49	0,0520	10,89	10,83	19,60	19,60	30,49	30,43	Rede Projetada
T46	N40	N13	37,05	1,15	75	140	0,25	1,06	0,0380	10,83	10,80	19,60	19,60	30,43	30,40	Rede Projetada
T47	N45	N35	33,50	0,51	50	140	0,22	1,28	0,0430	11,40	11,36	18,60	18,60	30,00	29,96	Rede Projetada
T48	N43	N36	33,87	0,54	50	140	0,27	1,85	0,0780	12,23	12,16	17,60	17,60	29,83	29,76	Rede Projetada
T49	N44	N37	32,21	0,20	50	140	0,08	0,22	0,0070	12,74	12,73	17,00	17,00	29,74	29,73	Rede Projetada
T50	N35	N43	39,82	0,83	50	140	0,36	3,16	0,1260	11,36	12,23	18,60	17,60	29,96	29,83	Rede Projetada
T51	N36	N44	32,25	0,35	50	140	0,15	0,65	0,0210	12,16	12,74	17,60	17,00	29,76	29,74	Rede Projetada
T52	N38	N45	33,45	0,67	50	140	0,29	2,12	0,0710	10,47	11,40	19,60	18,60	30,07	30,00	Rede Projetada

6.5 Ligação Predial de Água

A ligação predial de água consiste na montagem do conjunto composto de tubos, peças, conexões, caixa e medidor de consumo (hidrômetro), que interliga a rede pública de abastecimento de água à instalação predial do usuário. A execução das ligações de água seguirá as normas da CAGECE.

As ligações deverão ser executadas com as seguintes características:

- Caixa de proteção: serão instaladas na fachada das unidades habitacionais, fabricadas em polipropileno;
- Cavalete: deverá ser em PVC rígido roscável para instalações prediais de água fria, fabricado de acordo com as normas da ABNT para Cavalete de PVC DN 20 para ramais prediais – NBR 10925, padrão CAGECE;
- Hidrômetro: com capacidade de 3,0 a 15,0 m³/h, fabricado de acordo com as normas da ABNT para Hidrômetro para água fria até 15,0 m³/h – NBR 8194, padrão da CAGECE.

7. ANEXO

TÉCNICA DE ÁGUA

Informações Gerais:

Município	Localidade	Nº do Processo
FORTALEZA	BAIRRO FLORESTA	8007.001924/2008-97
Interessado		Telefone de Contato
SECRETARIA MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO URBANO E INFRA-ESTRUTURA - SEINF		(85) 34521785
		Página Total
		1/1

Dados do Empreendimento:

Nome
 Conjunto Habitacional no Bairro Floresta (Terreno 3).
 Endereço
 Rua Francisco Sá, limitando-se com as Ruas Alberto de Oliveira, General Mário Harmes e Tulipa (Antiga Fábrica Esmaltec).
 Tipo
 Residencial Unifamiliar Residencial Multifamiliar Industrial Comercial Outros:
 Número de unidades
 732 Unidades Habitacionais.
 Observações

Anexo:

Medição de Pressão	Número do Relatório de Medição de Pressão	Data do relatório de Medição de Pressão
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	098/2007	10.12.2007
Outro	Nome	

Declaração de Viabilidade Técnica

Em atenção à solicitação de estudo de viabilidade em questão passamos a considerar:

- O Empreendimento a ser construído no Terreno 3 (Bairro Floresta) poderá ser abastecido a partir da rede de distribuição existente de 75 mm em PVC localizada na Rua Alberto de Oliveira, ponto P2 do Relatório de Medição nº.: 098/2007.
- A pressão dinâmica média, no ponto P2, encontra-se acima do valor mínimo recomendado pela NBR 12218/1994, conforme ensaio de pitometria, realizado pela CAGECE, constante no Relatório nº 098/2007 – Medição de Água de 10 de dezembro de 2007.
- É recomendável que as unidades do empreendimento disponham de reservação individual como forma de se prevenirem quanto a possíveis variações de pressão.

Diante do exposto, declaramos que é tecnicamente viável o abastecimento de água do empreendimento desde que sejam atendidas as considerações acima.

Data: 24/06/2008

Assinatura - Engenheiro Responsável

Assinatura - Supervisão/Coordenação

[Assinatura]
 Engenheiro Responsável
 CAGECE

Andressa Bezerra Soares
 Sup. Elaboração de Projetos
 CPROJ

Assinatura - Gerente

Recebi em: 22/07/2008

[Assinatura]
 Gerente
 CPROJ

[Assinatura]
 Assinatura - Interessado