



PREFEITURA MUNICIPAL DE MADALENA

CNPJ: 10.508.935/0001-37



ANEXO II PROJETO BÁSICO DE ENGENHARIA

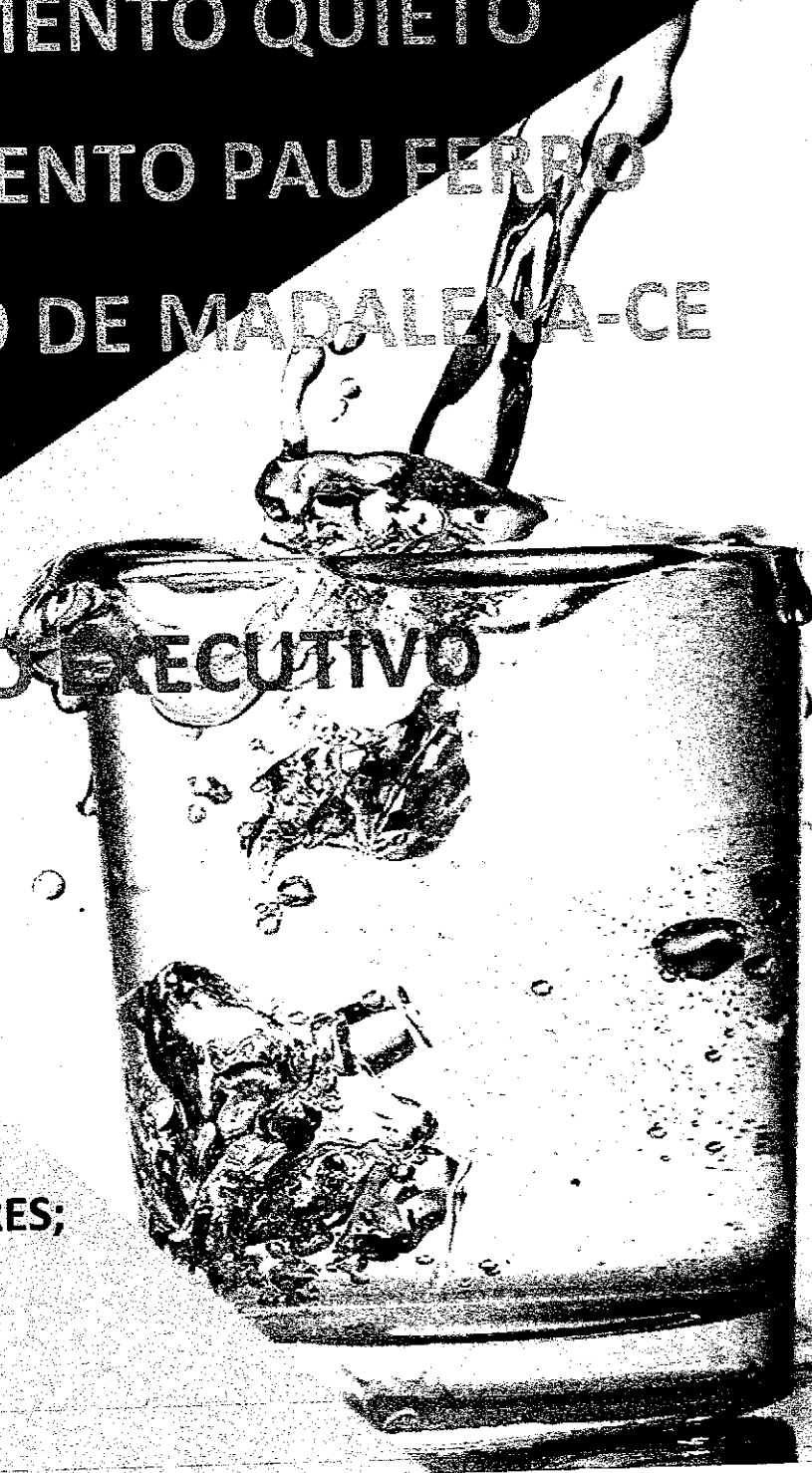
SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA

**ASSENTAMENTO QUIETO
E ASSENTAMENTO PAU FERRO
NO MUNICÍPIO DE MADALENA-CE**

PROJETO EXECUTIVO

VOLUME I

- *MEMORIAL DESCRITIVO;**
- *MEMORIAL DE CÁLCULOS;**
- *ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS;**
- *PROJETOS COMPLEMENTARES;**
- *ANEXOS.**



SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO DO PROJETO	8
2. RESUMO DO PROJETO	9
2.1 FICHA TÉCNICA DO SISTEMA PROPOSTO	11
2.2 CROQUI	12
3. MEMORIAL DESCRITIVO	12
3.1 ESTUDOS BASICOS DA COMUNIDADE	12
3.1.1 Localização e Acesso	12
3.1.2 Acesso Rodoviário	13
3.1.3 Localização no Estado	14
3.1.4 Condição Climática	14
3.1.5 Caracterização Geotécnica	17
3.1.6 Infraestrutura	17
3.1.7 Aspectos Demográficos	18
3.2 DIAGNÓSTICO DO SISTEMA EXISTENTE	18
3.3 JUSTIFICATIVA DA CONCEPÇÃO ADOTADA	19
3.3.1 Recomendações Técnicas	19
3.4 POPULAÇÃO E VAZÕES DE PROJETO	20
3.4.1 Estimativa Populacional	23
3.4.2 Vazões do Sistema	24
3.5 DETALHAMENTO DAS UNIDADES DO SISTEMA PROPOSTO	24
3.6 MANANCIAL	24
3.7 CAPTAÇÃO	25
3.8 ADUTORA DE ÁGUA BRUTA	26
3.9 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA	27
3.9.1 Mistura Rápida	27
3.9.1 Coagulação	27
3.9.2 Floculação/Decantação	28
3.9.3 Filtração	29
3.9.1 Desinfecção	30
3.10 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA I (ZONA DE PRESSÃO I)	30

3.11	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA II (ZONA DE PRESSÃO II).....	31
3.12	ADUTORA DE ÁGUA TRATADA I (ZONA DE PRESSÃO I)	32
3.13	ADUTORA DE ÁGUA TRATADA II (ZONA DE PRESSÃO II)	32
3.14	RESERVATÓRIO ELEVADO I (ZONA DE PRESSÃO I)	33
3.15	RESERVATÓRIO ELEVADO II (ZONA DE PRESSÃO II)	34
3.16	REDE DE DISTRIBUIÇÃO (ZONA DE PRESSÃO I)	35
3.17	REDE DE DISTRIBUIÇÃO (ZONA DE PRESSÃO II)	35
3.18	LIGAÇÕES PREDIAIS.....	36
4.	MEMORIAL DE CÁLCULOS.....	37
4.1	DEMANDA E VAZÕES DE PROJETO	37
4.2	ADUTORA DE ÁGUA BRUTA.....	37
4.3	ANÁLISE DO TRANSIENTE NA ADUTORA DE ÁGUA BRUTA	40
4.3.1	Tabela dos resultados das alturas piezométricas sem proteção	41
4.3.2	Gráfico dos resultados das alturas piezométricas sem proteção	42
4.3.3	Tabela dos resultados das alturas piezométricas com proteção	43
4.3.4	Gráfico dos resultados das alturas piezométricas com proteção	44
4.3.5	Tabela dos resultados das pressões sem proteção	45
4.3.6	Gráfico dos resultados das pressões sem proteção	46
4.3.7	Tabela dos resultados das pressões com proteção	47
4.3.8	Gráfico dos resultados das pressões com proteção	48
4.4	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA).....	49
4.5	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA E ADUTORA DE ÁGUA TRATADA – ZONA DE PRESSÃO I	68
4.6	ANÁLISE DO TRANSIENTE DA ADUTORA DE ÁGUA TRATADA I	72
4.6.1	Tabela dos resultados das alturas piezométricas sem proteção	73
4.6.2	Gráfico dos resultados das alturas piezométricas sem proteção	74
4.6.3	Tabela dos resultados das pressões sem proteção	75
4.6.4	Gráfico dos resultados das pressões sem proteção	76
4.7	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA E ADUTORA DE ÁGUA TRATADA – ZONA DE PRESSÃO II	77
4.8	ANÁLISE DO TRANSIENTE DA ADUTORA DE ÁGUA TRATADA II	80
4.8.1	Tabela dos resultados das alturas piezométricas sem proteção	81
4.8.2	Gráfico dos resultados das alturas piezométricas sem proteção	88

4.8.3	Tabela dos resultados das alturas piezométricas com proteção	97
4.8.4	Gráfico dos resultados das alturas piezométricas com proteção	97
4.8.5	Tabela dos resultados das pressões sem proteção	98
4.8.6	Gráfico dos resultados das pressões sem proteção	106
4.8.7	Tabela dos resultados das pressões com proteção	107
4.8.8	Gráfico dos resultados das pressões com proteção	115
4.9	RESERVATÓRIO ELEVADO – ZONA DE PRESSÃO I	116
4.10	RESERVATÓRIO ELEVADO -ZONA DE PRESSÃO II	117
4.11	REDE DE DISTRIBUIÇÃO – ZONA DE PRESSÃO I (ASSENTAMENTO QUIETO)	118
4.12	REDE DE DISTRIBUIÇÃO – ZONA DE PRESSÃO II (ASSENTAMENTO PAU FERRO)	120
5.	PROJETO ELÉTRICO	122
5.1	INTRODUÇÃO	122
5.2	DESCRIÇÃO E DETALHAMENTO DO PROJETO ELÉTRICO	122
5.3	CRITÉRIOS PARA DIMENSIONAMENTOS DAS PROTEÇÕES E CONDUTORES ELÉTRICOS DAS INSTALAÇÕES	123
5.4	SISTEMA DE ATERRAMENTO	127
5.5	UTILIZAÇÃO DOS ELETRODUTOS	128
5.6	PROTEÇÃO CONTRA SURTOS NA REDE ELÉTRICA	129
5.7	ADVERTÊNCIAS E CUIDADOS	129
5.8	DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO	130
6.	RELATÓRIO DE CARACTERIZAÇÃO DE SOLO	138
6.1	INTRODUÇÃO	138
6.2	PROCEDIMENTOS	138
6.3	RESULTADOS	139
6.4	ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA DE SONDAGEM	201
7.	PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL	202
7.1	APRESENTAÇÃO DO PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL REL	202
7.2	ANEIS DE CONCRETO PARA EXECUÇÃO DO RESERVATÓRIO	202
7.3	ARMADURA	203
7.4	PRESCRIÇÕES GERAIS DE PROJETO	204
7.5	REDES DE LOCAÇÕES DAS ESTRUTURAS	204
7.6	SISTEMA DE UNIDADES	204
7.7	AÇO PARA CONCRETO ARMADO	204

7.8	AÇO PARA CONCRETO PROTENDIDO	205
7.9	APARELHOS DE APOIO	205
7.10	DISPOSITIVOS DE VEDAÇÃO	205
7.11	ANÁLISE ESTRUTURAL.....	205
7.12	PRINCÍPIOS GERAIS DE DIMENSIONAMENTO E VERIFICAÇÃO	206
7.13	JUNTAS DE DILATAÇÃO	206
7.14	JUNTAS DE CONSTRUÇÃO OU DE CONCRETAGEM	207
7.15	LAJES	207
7.16	VIGAS	207
7.17	PILARES E TIRANTES	208
7.18	ABERTURAS (BLOCK-OUTS)	208
8.	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	209
8.1	GENERALIDADES	209
8.2	TERMOS E DEFINIÇÕES	209
8.3	DESCRIÇÃO DOS TRABALHOS E RESPONSABILIDADES.....	211
8.3.1	Generalidades.....	211
8.3.2	Encargos e responsabilidades.....	211
8.3.2.1	Encargos e responsabilidades do consultor / fiscalização	211
8.3.2.2	Encargos administrativos	211
8.3.2.3	Encargos técnicos	211
8.3.2.4	Conhecimento das obras.....	212
8.3.2.5	Instalação e manutenção do canteiro de obras.....	213
8.3.2.6	Locação das obras	214
8.3.2.7	Execução das obras	214
8.3.2.8	Administração das obras	215
8.3.2.9	Proteção das obras, equipamentos e materiais.....	215
8.3.2.10	Remoção de trabalhos defeituosos.....	216
8.3.2.11	Critérios de medição	216
8.3.2.12	Materiais	217
8.3.2.13	Mão-de-obra	217
8.3.2.14	Veículos e equipamentos	217
8.3.2.15	Ferramentas, aparelhos e instrumentos	217
8.3.2.16	Materiais de consumo para operação e manutenção	217
8.3.2.17	Água, esgoto e energia elétrica.....	217
8.3.2.18	Segurança e vigilância	217
8.3.2.19	Ônus diretos e indiretos	218

8.4	SERVIÇOS PRELIMINARES	218
8.4.1	Desmatamento, destocamento e limpeza do terreno	218
8.5	OBRA CIVIL	218
8.5.1	Assentamentos de tubos e peças	218
8.5.1.1	Locação e abertura de valas	218
8.5.1.2	Movimento de terra	219
8.5.1.3	Natureza do material de escavação	220
8.5.1.4	Assentamento	224
8.5.1.5	Cadastro	225
8.5.1.6	Caixas de registros e ventosas	225
8.5.1.7	Armazenamento de materiais	225
8.5.1.8	Transporte, carga e descarga de materiais	225
8.6	SERVIÇOS DE CONCRETOS	226
8.6.1	Concreto simples	226
8.7	CONCRETO ESTRUTURAL	226
8.8	FÔRMAS	232
8.9	ARMADURAS	233
8.10	TUBOS, CONEXÕES E ACESSÓRIOS	234
8.10.1	Ferro fundido	234
8.11	CONJUNTO MOTO BOMBAS	237
8.11.1	Fornecimento e instalações de sistemas de bombeamento	237
9.	ANEXOS	241
	LAUDO DE ANÁLISE DE ÁGUA	242
	OUTORGA DE USO DA ÁGUA	244
	CURVA DAS BOMBAS	246
	RELATÓRIO FOTOGRÁFICO	254
	ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA	258

ADJUNTO DE
SETOR DE
LICITAÇÃO
FL. N. 601
VISTO

1. APRESENTAÇÃO DO PROJETO

O presente documento é um projeto de engenharia desenvolvido para atender com um sistema de abastecimento d'água as comunidades de Assentamento Quieto e Assentamento Pau Ferro no município de Madalena, visando os requisitos de aprovação e financiamento do Governo do Estado do Ceará, através da Secretaria do Desenvolvimento Agrário.

O objetivo é ofertar água tratada para as diversas famílias, atendendo as exigências de concepção de projetos, visando o desenvolvimento de políticas públicas, proporcionando os avanços na saúde pública e a universalização do acesso a água tratada.

Os volumes que integram o projeto do sistema de abastecimento d'água são:

- **Volume I:** Memorial descritivo, memorial de cálculos, especificações técnicas, projetos complementares e anexos;
- **Volume II:** Peças gráficas;
- **Volume III:** Orçamento, resumo do orçamento, cronograma físico financeiro, memória de cálculos e composição do BDI.

O presente documento corresponde ao **VOLUME I** e consta dos seguintes elementos:

VOLUME I – Memorial descritivo e de cálculos

- Apresentação do Projeto
- Resumo do projeto
- Croqui
- Elementos para concepção do sistema
- Especificações técnicas
- Memorial de cálculos
- Projetos complementares
- Anexos.

2. RESUMO DO PROJETO

O presente projeto foi elaborado para atender com um sistema de abastecimento d'água, as comunidades de Assentamento Quieto e Assentamento Pau Ferro no município de Madalena-CE. A captação do sistema será feita a partir de um açude existente, localizado próximo as comunidades. Por meio de um conjunto motor-bomba centrífuga com potência de 3,00cv vazão de 5,57 m³/h e altura manométrica de 43,93 m.c.a. A água será pressurizada através da adutora de água bruta, projetada com extensão de 779,00m de tubo PVC PBA CL-15 DN 50mm, até a estação de tratamento de água (ETA) de ciclo completo com tecnologia de floccodecantação e filtração. Após o tratamento a água será recalçada para os reservatórios elevado através de duas estações elevatórias. A estação elevatória I, recalcará a água tratada por meio de um conjunto motor-bomba centrífuga com potência de 1,00cv, vazão de 2,85 m³/h e altura manométrica de 18,75m.c.a. através da adutora de água tratada projetada I, com extensão de 239,58m de tubo PVC CL-12 DN 50mm, até o reservatório elevado projetado da zona de pressão I. A estação elevatória II presente na mesma ETA, recalcará a água tratada por meio de um conjunto motor-bomba centrífuga com potência de 2,00cv, vazão de 2,45 m³/h e altura manométrica de 64,16 m.c.a através da adutora de água tratada projetada II, com extensão de 7.908,05m de tubo PVC CL-12 DN 50mm, até o reservatório elevado projetado da zona de pressão II.

A **zona de pressão I**, será composta por um reservatório elevado com volume de 15m³ e fuste de 10m, rede de distribuição projetada com extensão de 1.905m tubo PVC DN 50mm, 48m de tubo PVC DN75 mm e 64 ligações prediais com hidrômetros.

Já a **zona de pressão II**, será composta por um reservatório elevado com volume de 15m³ e fuste de 10m, rede de distribuição projetada com extensão de 2.345,00m tubo PVC DN 50mm, 12m de tubo PVC DN 75mm e 55 ligações prediais com hidrômetros.

No total, serão executadas 119 ligações prediais com hidrômetros, atendendo 100% das comunidades.

Por se tratar de um sistema rural com captação a partir de um açude existente próximo a comunidade, o mesmo será operado e monitorado pelo Sistema Integrado de Saneamento Rural - SISAR, garantindo assim a funcionalidade e sustentabilidade do sistema.

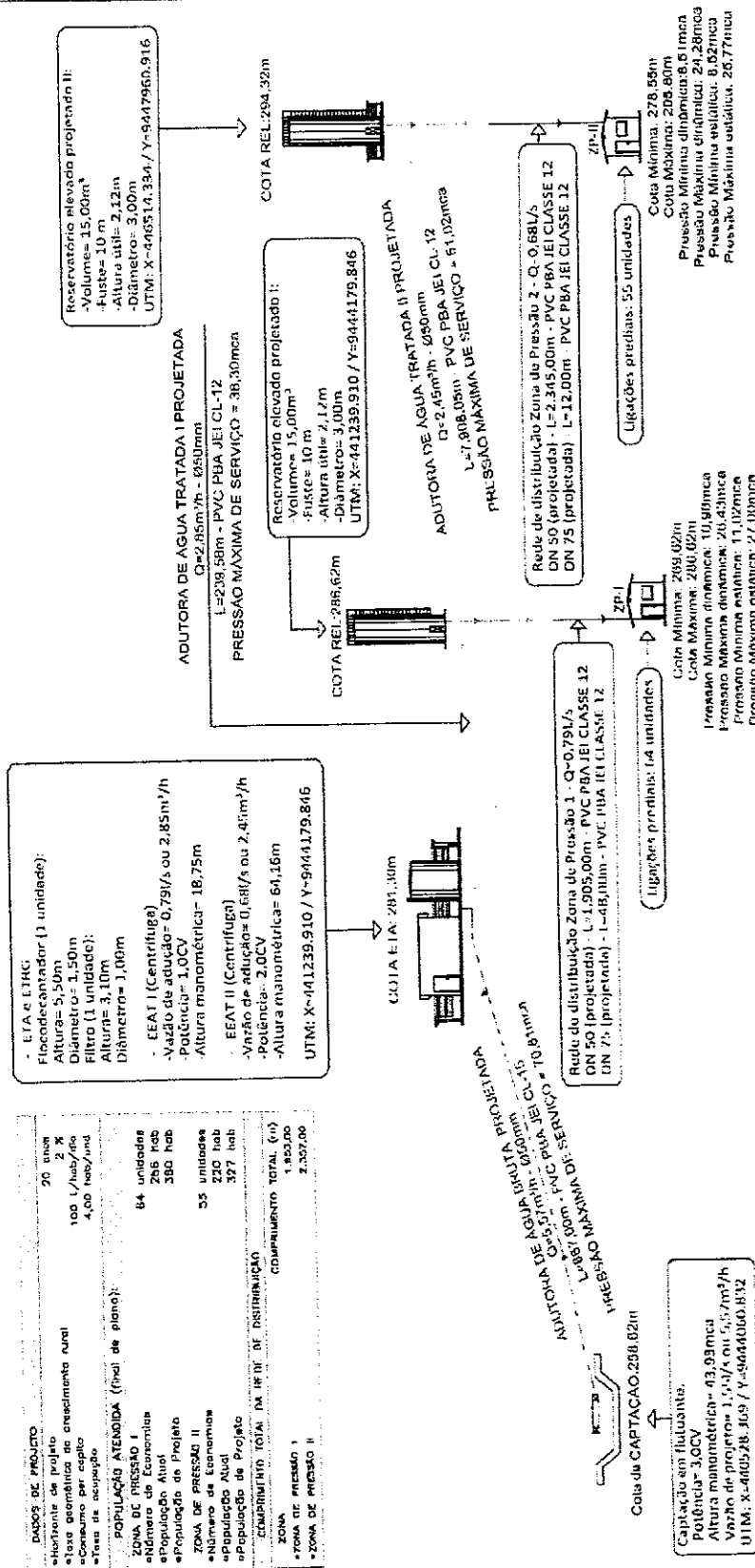
2.1 FICHA TÉCNICA DO SISTEMA PROPOSTO

Município				Localidades		
Madalena				Assentamento Quieto e Assentamento Pau Ferro		
Data da elaboração		Data do orçamento		Resp. Orçamento		
Outubro/2024		Outubro/2024		Yafa Torres de Castro		
Taxa de Crescimento anual	Alcance do Projeto anos	Ano Início do projeto	População Inicial hab	População ano Final hab	Ano final do projeto	
2%	20	2024	476	707	2044	
Observações	Todas as residências da comunidade foram contempladas no projeto totalizando 100%					
VAZÃO DE PROJETO PARA 20 ANOS	VAZÃO (L/S)			VAZÃO (M³/H)		
	Média	Diária	Horária	Média	Diária	Horária
	0,819	0,982	1,474	2,947	3,537	5,305
Tipo de Manancial:		Açude Quieto - localizado próxima a comunidade				
Vazão	Quantidade Bombas	Quantidade de Bo. Res.		Potência	Hman (metros)	
5,570 m³/h	1,0	1,0		3,00 CV	43,93m.c.a	
Vazão	Material	Diâmetro	Extensão m	Pressão de serviço	Classe Tubo	
5,570 m³/h	PVC	50	779,00	70,81 mca	CL-15	
Vazão	Área ETA	Filtro	Floccodecantador		Material	Quantidade
		Taxa filtração = 113,47	Taxa decantação = 50,43			
5,570 m³/h	12 x 13m	Diâmetro = 1,0 m	Dimensões = 1,5x5,5 m		Fibra de vidro	1 und (cada)
R.A.P (RESERVATÓRIO APOIADO)	Formato	Altura útil	Volume m³	Material	Quantidade	
	Cilíndrico	1,41	10m³	Anel Pré-moldado	1,00	

Vazão	Quantidade Bombas	Quantidade de Bo. Res.	Potência	Hman (metros)		
2,853 m³/h	1,0	1,0	1,00	18,75		
Vazão	Quantidade Bombas	Quantidade de Bo. Res.	Potência	Hman (metros)		
2,452 m³/h	1,0	1,0	2,00	64,16		
Vazão	Material	Diâmetro	Extensão m	Pressão de serviço	Classe Tubo	
2,853 m³/h	PVC	50	239,58	38,30	CL-12	
Vazão	Material	Diâmetro	Extensão m	Pressão de serviço	Classe Tubo	
2,452 m³/h	PVC	50	7.908,05	51,02	CL-12	
R.E.L (RESERVATÓRIO ELEVADO)	Forma	Altura útil	Volume m³	Material	Fuste	Quantidade
	Cilíndrico	2,12m	15 m³	Anel Pré-moldado	10,0 m	1,00
R.E.L (RESERVATÓRIO ELEVADO)	Forma	Altura útil	Volume m³	Material	Fuste	Quantidade
	Cilíndrico	2,12m	15 m³	Anel Pré-moldado	10,0 m	1,00
Diâmetros (mm)		Extensão (m)	Material	Pressão Mínima	Pressão Máxima	
50 mm		1.905,00	PVC	10,96	27,00	
75 mm		48,00	PVC			
TOTAL		1.953,00				
Diâmetros (mm)		Extensão (m)	Material	Pressão Mínima	Pressão Máxima	
50 mm		2.345,00	PVC	8,51	25,77	
75 mm		12,00	PVC			
TOTAL		2.357,00				
64 ligações prediais/padrão CAGECE – zona de pressão I						
55 ligações prediais/padrão CAGECE – zona de pressão II						
119 ligações prediais/padrão CAGECE						

2.2.CROQUI

SAA ASSENTAMENTOS QUIETO E PAU FERRO – MADALENA



3. MEMORIAL DESCRITIVO

3.1 ESTUDOS BASICOS DA COMUNIDADE

3.1.1 Localização e Acesso

O município de Madalena situa-se na região Sudeste do estado do Ceará, limitando-se com os municípios abaixo.

Tabela 1 - Limites municipais de Madalena

Canindé e Itatira	Boa Viagem e Quixeramobim	Quixeramobim, Choró e Canindé	Santa Quitéria e Boa Viagem

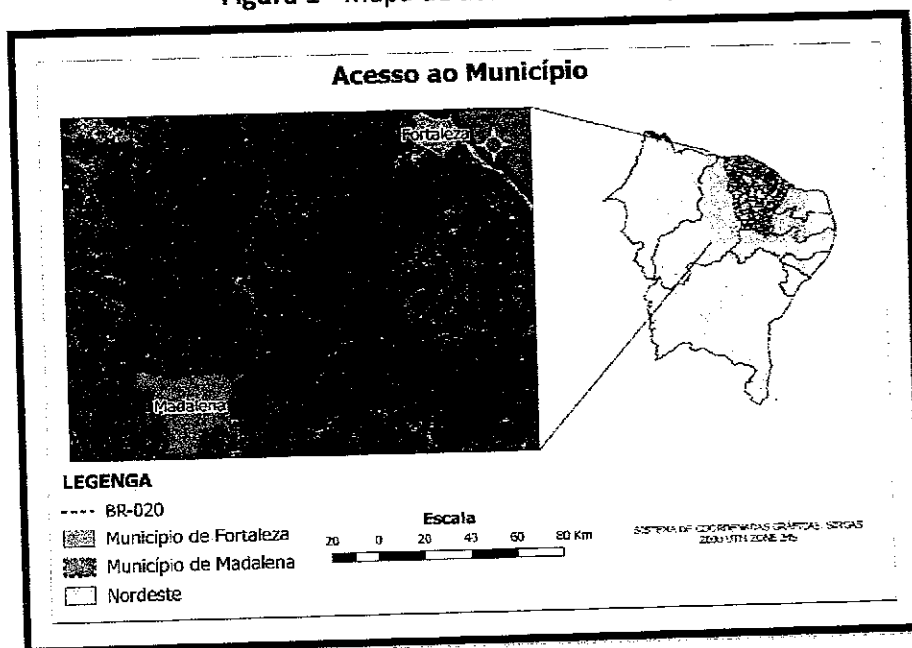
Fonte: Adaptado de IPECE, 2017.

Sua área absoluta corresponde a 1.034,77 km² estando a sede municipal posicionada na latitude – 4º 51' 26" e longitude – 39º 34' 36". A sede municipal fica a uma distância em linha reta de 174 km da capital Fortaleza. (Fonte: IBGE).

3.1.2 Acesso Rodoviário

A partir de Fortaleza o acesso ao município, pode ser feito por via terrestre através de Fortaleza onde o percurso passa por Canindé em seguida percorrendo a BR 020 até em Madalena, distante 184 Km de Fortaleza.

Figura 1 - Mapa de acesso ao município

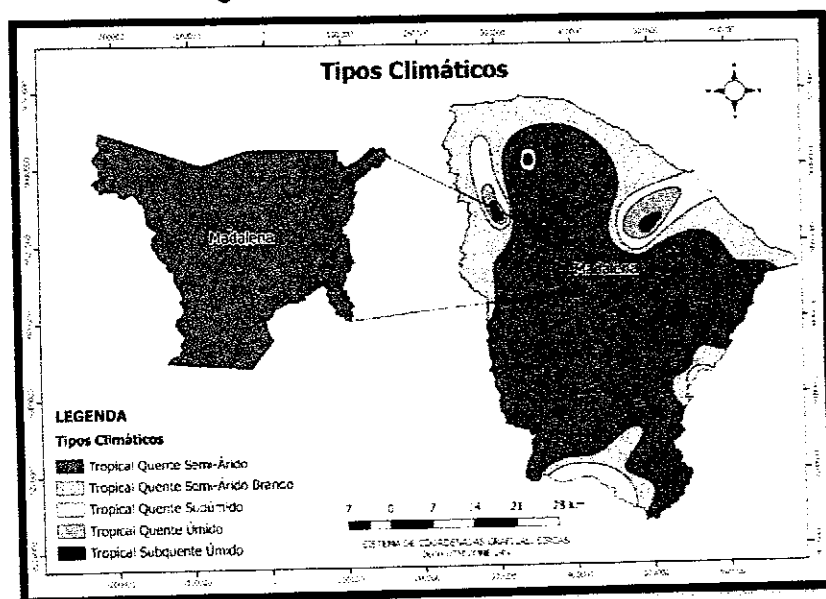


Fonte: Autor, 2024.

3.1.4 Condição Climática

As condições climáticas municipais são definidas por temperaturas medias entre 26 a 28°C, e uma precipitação pluviométrica em torno de 692,1 mm anualmente. O período de concentração das precipitações pluviométricas situa-se no trimestre (janeiro/abril), enquanto o trimestre mais seco corresponde aos meses de setembro a novembro. O balanço hídrico é deficitário, visto que toda a água precipitada é evapotranspirada, exceto nos meses mais chuvosos, o clima em geral é considerado tropical quente semiárido.

Figura 5 – Clima do Município



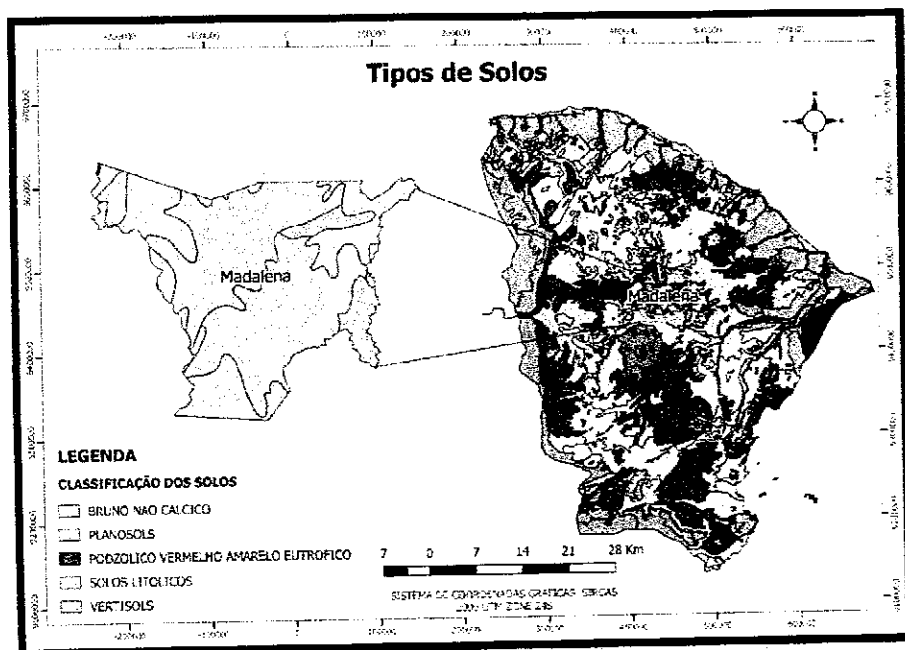
Fonte: Autor, 2024.

3.1.5 Caracterização Geotécnica

3.1.5.1 Aspectos Fisiográficos

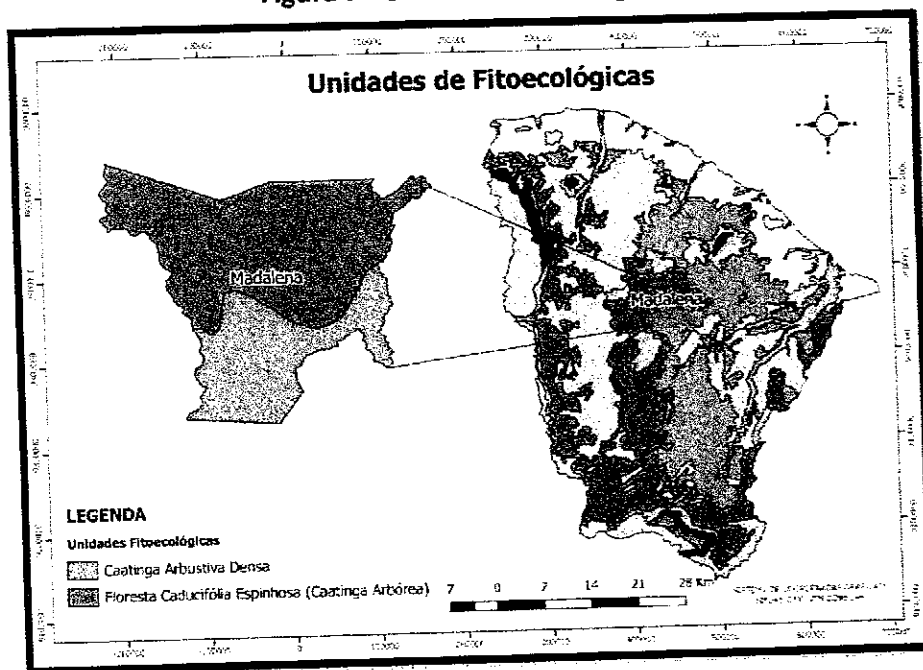
O relevo do município é de formas ligeiramente dissecadas, correspondentes à Depressão Sertaneja, da qual sobressai o maciço residual. A altitude média é em torno de 302m. Os tipos de solos mais frequentes são brunos não-cálcicos, solos litólicos e manchas de vertissolos (Figura 6). O município de Madalena tem seu território dividido pelas seguintes unidades Fitoecológicas: floresta caducifólia espinhosa ou caatinga arbórea, caatinga arbustiva e densa. Essas características podem ser observadas melhor na Figura . A região é pertencente à bacia hidrográfica Banabuiú (Figura).

Figura 6 - Tipos de Solos



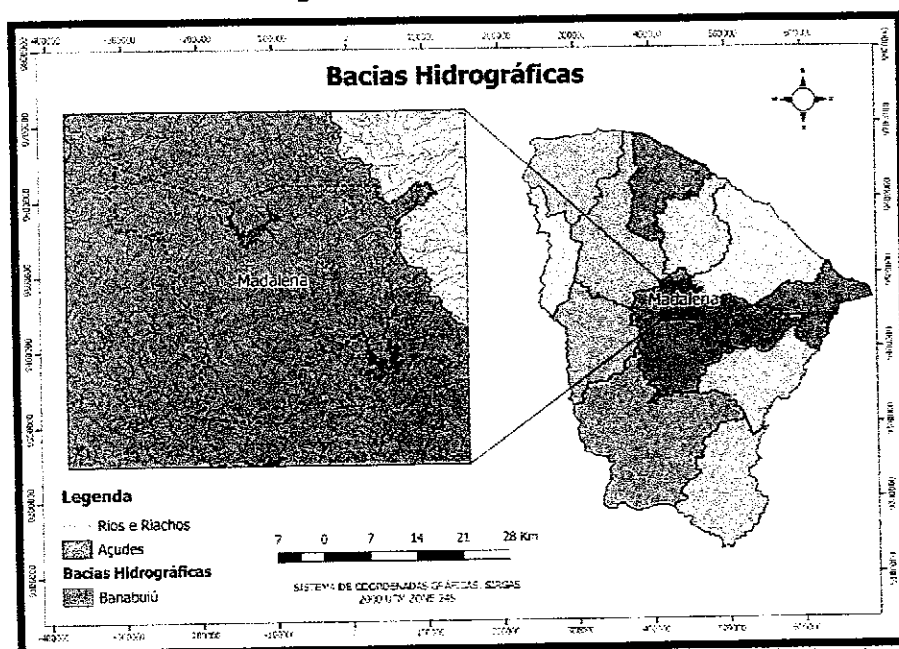
Fonte: Autor, 2024.

Figura 7 - Unidades fitoecológicas



Fonte: Autor, 2024.

Figura 8 - Bacias Hidrográficas



Fonte: Autor, 2023.

O substrato litológico é de rochas cristalinas antigas, granitos, gnaisses e migmatitos do Pré-Cambriano indiviso. Sobre estes, há pequenas manchas de coberturas coluvionares conglomerativas e de depósitos aluvionares ao longo dos leitos das drenagens mais importantes.

3.1.5.2 Aspectos Hidrogeológicos

No município de Madalena são distintos três domínios hidrogeológicos: rochas cristalinas, sedimentares e depósitos aluvionares.

As rochas cristalinas representam o que é denominado comumente de “aquífero fissural”. Como basicamente não existe uma porosidade primária nesse tipo de rocha, a ocorrência da água subterrânea é condicionada por uma porosidade secundária representada por fraturas e fendas, o que se traduz por reservatórios aleatórios, descontínuos e de pequena extensão.

As coberturas coluvionares compreendem manchas isoladas de sedimentos detríticos que, em função das espessuras bastantes reduzidas, não têm nenhuma expressão como mananciais para captação de água subterrânea.

Os depósitos aluvionares são representados por sedimentos areno-argilosos recentes, que ocorrem margeando as calhas dos principais rios e riachos que drenam a região, e apresentam, em geral, uma boa alternativa como manancial, tendo uma importância relativa alta do ponto de vista hidrogeológico, principalmente em regiões semiáridas com predomínio de rochas cristalinas.

3.1.6 Infraestrutura

A sede do município dispõe de abastecimento de água (CAGECE), serviço telefônico (TELEMAR), agência de correios e telégrafos (ECT), hospitais e escolas. A principal atividade em que se baseia a econômica está na agricultura e pecuária, serviços voltados a indústria de transformação, utilidade pública, comércio, extração mineral entre outros, o município está entre os que mais possui renda.

O fornecimento de energia elétrica é garantido pela ENEL – Companhia Energética do Ceará. A comunidade possui energia do tipo 380 volts, e para a implantação do empreendimento em questão não terá problemas, pois existe energia trifásica na comunidade, assim há viabilidade para instalação de empreendimentos.

3.1.7 Aspectos Demográficos

Tabela 2 - População do município de Madalena.

	Nº	%	Nº	%	Nº	%
	12.660	100,00	14.864	100,00	18.088	100,00
	3.645	28,79	5.469	36,73	8.915	49,29
	9.015	71,21	9.405	63,27	9.173	50,71
	6.561	51,82	7.565	50,89	9.083	50,22
	6.099	48,18	7.299	49,11	9.005	49,78

Fonte: Adaptado de Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2010.

3.2 DIAGNÓSTICO DO SISTEMA EXISTENTE

Em visitas de campo, diagnosticou-se que as comunidades de Assentamento Quietoe Assentamento Pau Ferro, não dispunham de infraestruturas consideradas seguras e adequadas para o abastecimento d'água da população local. As famílias das comunidades obrigam-se a recorrer a soluções alternativas para o abastecimento.

Dentre as soluções podemos mencionar água proveniente de poços profundos, com teor de cloreto acima das recomendações da OMS, algumas cisternas que são reabastecidas na quadra invernosa, água bruta de um açude e ainda o atendimento precário por carros-pipa.

3.3 JUSTIFICATIVA DA CONCEPÇÃO ADOTADA

Dessa forma, o sistema de abastecimento d'água para as comunidades de Assentamento Quietoe Assentamento Pau Ferro foi projetado visando atender toda a demanda, baseando-se nas características locais e seguindo as normas e recomendações estabelecidas pela CAGECE e a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Com isso, o projeto será constituído por captação a partir de um açude, adutora de água bruta, tratamento de água através de uma estação de tratamento (ETA) composta por Floccodcantador de Manta de Lodo e Filtro de Fluxo Ascendente, estação elevatória de água tratada I, estação elevatória de água tratada II, adutora de água tratada I, adutora de água tratada II, reservatório elevado I, reservatório elevado II, rede de distribuição e ligações prediais com hidrômetros, ficando assim o sistema dividido em duas zonas de pressão.

3.3.1 Recomendações Técnicas

Para o presente projeto foram adotadas as recomendações técnicas definidas pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE). No quadro abaixo estão discriminados os parâmetros e considerações a serem utilizados no dimensionamento das unidades constituintes do sistema.

Tabela 3 - Parâmetros de Projeto

Alcance do Projeto	20 anos
Taxa de Crescimento	2,00 % ao ano
Taxa de Ocupação	4,0 habitantes/domicílio
Consumo Per Capita	100 litros/habitante/dia
Coeficiente do dia de maior consumo (k1)	1,2
Coeficiente da hora de maior consumo (k2)	1,5
Pressão mínima admissível	10,0 mca
Pressão máxima admissível	50,0 mca
Perda de carga máxima admissível	8,00 m/km
Metros de rede/Número de ligações	150 (máximo)



3.4 POPULAÇÃO E VAZÕES DE PROJETO

3.4.1 Estimativa Populacional

A estimativa populacional foi realizada através de estudos de campo com visita e cadastramento individual de cada imóvel existente nas comunidades, atendendo todas as residências, e os pontos de maior dificuldades, as comunidades em si própria não oferece grandes vantagens para atrair habitantes de forma significativa do ponto de vista de industrialização e comercial ainda se predomina atividades simples do setor primário, para o percentual de crescimento anual serão utilizados os dados fornecidos pela CAGECE – Companhia de água e esgoto do Ceará, levando em conta que existem 4,0 habitantes por residência.

NB: O cálculo da população de projeto é feito a partir da fórmula:

$$P' = N.^\circ \text{ de Residências} \times n^\circ \text{ habitantes por residência}$$

$$P = P' \times (1 + Tc)^{Ac}$$

Onde:

19

Yara Torres de Castro
Engenheira Civil
CREA 061978572-1

SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA

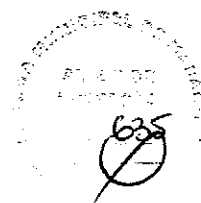
ASSENTAMENTOS QUIETO E PAU FERRO NO MUNICÍPIO DE MADALENA-CE

P' = Estimativa da população atual

P = População projetada para final de plano

T_c = Taxa de crescimento anual

A_c = Alcance de Projeto



Dados Cadastrais

Os cadastros foram realizados de forma individual, no que foi identificado outros tipos de domicílios que não somente casas residenciais como escolas, igrejas e posto de saúde, como demonstrado abaixo:

Tabela 4 - Tabela com resumo de consumidores

CONSUMIDORES ATIVOS	60
ESCOLAS	2
IGREJAS	1
PSF	1
TOTAL CONSUMIDORES ZP - I	64
CONSUMIDORES ATIVOS	50
ESCOLAS	1
IGREJAS	3
PSF	1
TOTAL CONSUMIDORES ZP - II	55

Fonte: Autor, 2024.

3.4.2 Vazões do Sistema

Com base nos parâmetros estabelecidos e mencionados anteriormente, calcula-se as demandas necessárias para a captação e adutora que compõem o sistema de abastecimento de água das comunidades de Assentamento Quieto e Assentamento Pau Ferro no município Madalena-CE:

- Vazão média de consumo:

$$Q0 = \frac{P \times 100}{86.400}$$



- Vazão do dia de maior consumo:

$$Q1 = \frac{P \times 100 \times 1,2}{86.400}$$

- Vazão da hora de maior consumo:

$$Q2 = \frac{P \times 100 \times 1,2 \times 1,5}{86.400}$$

Onde: Q = vazão e P = População.

O cálculo de crescimento populacional foi realizado considerando 16 horas de tempo de funcionamento do sistema como pode ser observado nas tabelas e gráficos abaixo:

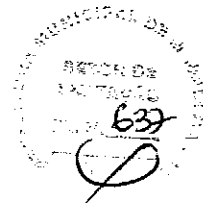
Tabela 5 - Dados de crescimento populacional

	2024	476	Habitantes
		20	Anos
		2	% a.a.
	2044	707	Habitantes

Fonte: Autor, 2024.

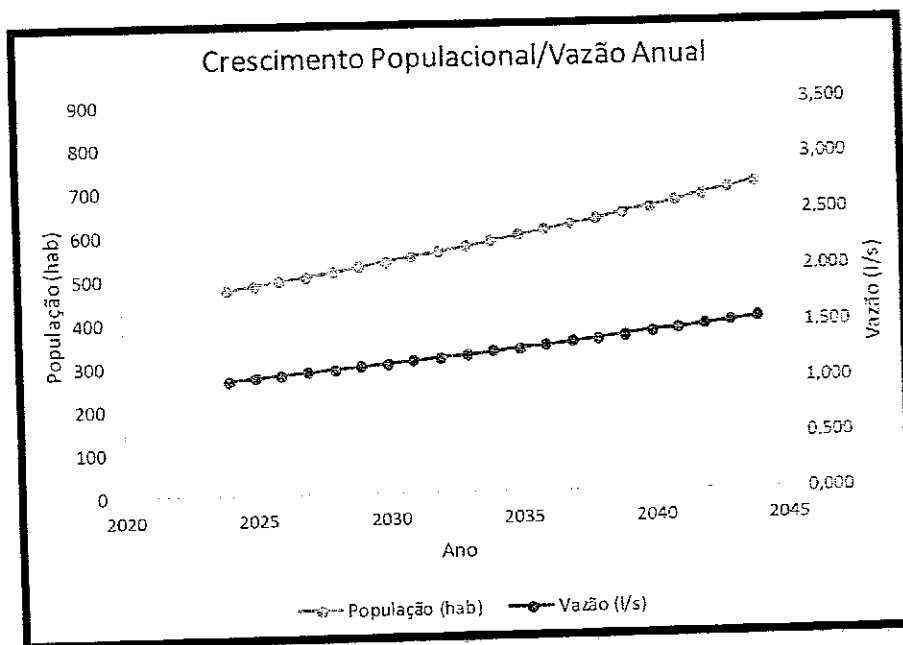
Tabela 6 - Crescimento da População e Vazão (Sistema)

Ano	População (hab)	Vazão (l/s)	Vazão (m³/h)
2024	476	1,041	3,749
2025	486	1,062	3,823
2026	495	1,083	3,900
2027	505	1,105	3,978
2028	515	1,127	4,057
2029	526	1,150	4,139
2030	536	1,173	4,221
2031	547	1,196	4,306
2032	558	1,220	4,392
2033	569	1,244	4,480
2034	580	1,269	4,569
2035	592	1,295	4,661
2036	604	1,321	4,754
2037	616	1,347	4,849
2038	628	1,374	4,946
2039	641	1,401	5,045
2040	653	1,429	5,146
2041	667	1,458	5,249
2042	680	1,487	5,354
2043	693	1,517	5,461
2044	707	1,547	5,570



Fonte: Autor, 2024.

Gráfico demonstrando vazão média anual (Sistema):



Fonte: Autor, 2024.

3.5 DETALHAMENTO DAS UNIDADES DO SISTEMA PROPOSTO

Um sistema de abastecimento d'água pode ser entendido como o conjunto de infraestruturas, equipamentos e serviços com objetivo de distribuir água potável para o consumo humano, bem como para o consumo industrial, comercial, dentre outros usos. Seguindo essa premissa e com o objetivo de contribuir para universalização do saneamento básico, que o presente sistema foi projetado.

As unidades seguiram as recomendações requeridas pela CAGECE e ABNT. Porém, considerando as dificuldades do saneamento básico para as comunidades rurais, foram indicadas tecnologias e técnicas que visem a obtenção de bons resultados para o tratamento de água e que viabilizem financeiramente a execução do projeto proposto.

O dimensionamento dessas diversas partes, foi feito para as condições de demanda máxima, para que o sistema não funcione com deficiência durante algumas horas do dia ou dias do ano. As obras a montante da reservação elevada foram dimensionadas para atender a vazão máxima diária. A rede de distribuição foi dimensionada para a maior vazão de demanda, que é a vazão máxima horária.

A reservação elevada foi projetada para receber uma vazão constante que é a média do dia de maior consumo e servir de volante para as variações horárias. A estação de tratamento de água consumirá cerca de 1 a 5% do volume tratado para lavagem do filtro e decantador (TSUTIYA, 2006). As expressões para cálculo das vazões para os diversos componentes do sistema de abastecimento d'água são apresentadas em planilha em anexo.

O SAA proposto é composto pelas etapas detalhadas a seguir:

1. Manancial;
2. Captação projetada;
3. Adutora de água bruta projetada;
4. Estação de tratamento projetada;
5. Estação elevatória de água tratada projetada I e II;
6. Adutora de água tratada projetada I e II;
7. Reservatório elevado projetado I e II;
8. Rede de distribuição projetada I e II;
9. Ligações prediais projetadas.

3.6 MANANCIAL

O manancial utilizado como fonte para o sistema de abastecimento d'água das comunidades de Assentamento Quieto e Assentamento Pau Ferro no município de Madalena será um açude localizado próximo a comunidade. Portanto, assegurando a oferta de água em quantidade e qualidade para implementação do projeto do SAA da comunidade.

Figura 9 - Barragem do Assentamento Quieto



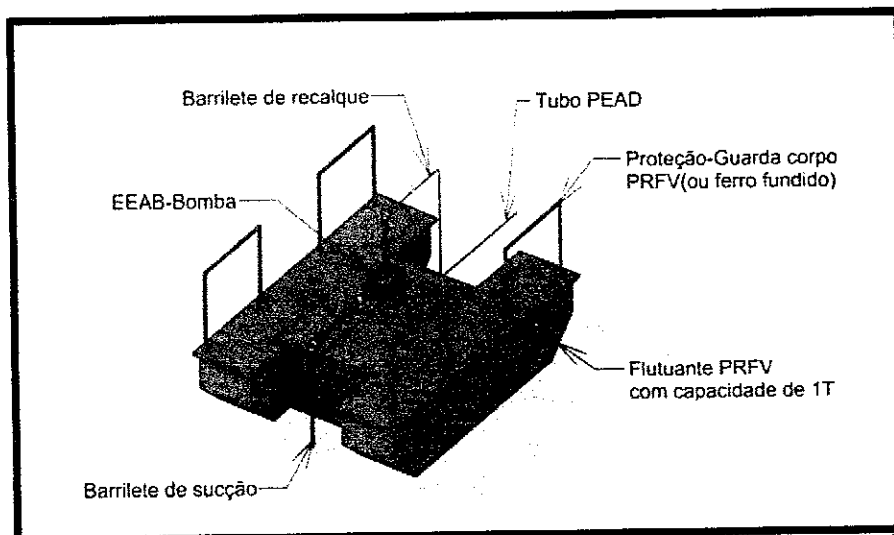
Fonte: Autor, 2024.

3.7 CAPTAÇÃO

A captação da água bruta no seu meio natural é a primeira etapa no sistema de abastecimento. Constituída pelo conjunto de estruturas e dispositivos construídos ou montados junto ao manancial para a retirada de água destinada ao sistema de abastecimento.

Para a implantação do sistema de abastecimento d'água, estudaram-se as áreas mais propensas à implantação avaliando-se os critérios de localização referente à disponibilidade de área, condições de acesso à área, disponibilidade de energia elétrica, características do solo e a propensão a inundações. Esse componente foi projetado para atender a demanda do horizonte de projeto do sistema. A captação será realizada através de conjunto motor-bomba do tipo centrífuga com potência de 3,00 CV, vazão $5,57\text{m}^3/\text{h}$ e altura manométrica de 43,93 mca. Por se tratar de um manancial de superfície será necessária a instalação de uma estrutura flutuante para acomodar a bomba na melhor área estratégica para captação. Este ponto está localizado nas coordenadas georreferenciadas em UTM: $X=440528.369/Y=9444060.832$.

Figura 10 - Representação do flutuante



Fonte: Autor, 2024.

As características do sistema de captação estão apresentadas na Tabela .

Tabela 7 - Captação e Elevatória

Quantidade de bombas	1 + 1 reserva	unidades
Vazão de captação	1,547	l/s
Potência do conjunto motor bomba	3,00	cv
Diâmetro do barrilete de sucção e recalque	50	mm
Altura manométrica total (Hmt)	43,93	mca

Fonte: Autor, 2024.

3.8 ADUTORA DE ÁGUA BRUTA

A adutora de água bruta projetada encaminhará a água da captação no açude existente, localizado próxima a comunidade até a estação de tratamento projetada. A tubulação será do tipo PVC PBA JEI CL-15 DN 50mm, com extensão de 779,00m e terá a pressão máxima de funcionamento de 70,81 mca.

Foi projetada a instalação de 1 (uma) registros de descarga para limpeza e manutenção da adutora e 1 (uma) ventosa com diâmetro nominal de 20mm, com a finalidade de aliviar os efeitos de sub pressão e expulsão de ar da rede.

Tabela 8 - Características da adutora de água bruta

Comprimento da tubulação	779,00	metros
Diâmetro da tubulação	50	mm
Material da tubulação	PVC PBA JEI CL-15	
Pressão de serviço do tubo	70,81	mca

Fonte: Autor, 2024.

3.9 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

A estação de tratamento de água é um conjunto de unidades destinada a tratar a água de modo a adequar as suas características aos padrões de potabilidade. Se tratando de um manancial superficial, que pode apresentar elevadas concentrações de matéria orgânica e ferro total, o tratamento recomendado é do tipo convencional, constituído das seguintes etapas:

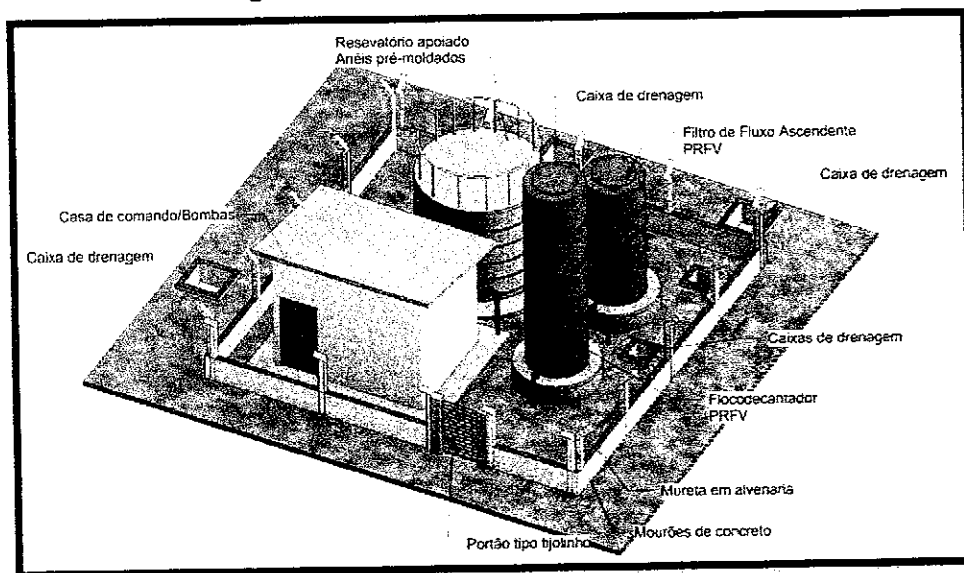
- Coagulação;
- Floculação;
- Decantação;
- Filtração;
- Desinfecção.

Avaliando esse contexto, a ETA será composta pelas seguintes unidades:

- Floccodecantador;
- Filtro Ascendente;
- Desinfecção.

Todas as unidades foram dimensionadas atendendo as recomendações da NBR ABNT 12.216/1992. A ETA está situada nas coordenadas UTM: X=441239.910/Y=9444179.846.

Figura 11 - Estação de Tratamento de Água



Fonte: Autor, 2024.

3.9.1 Mistura Rápida

Trata-se da aplicação de coagulante na água bruta com a devida carga hidráulica. Para mistura rápida foi dimensionado um difusor a 5 metros antes do decantador para que possa efetuar mudança de carga hidráulica e tornar mais eficiente a mistura da água bruta com o coagulante.

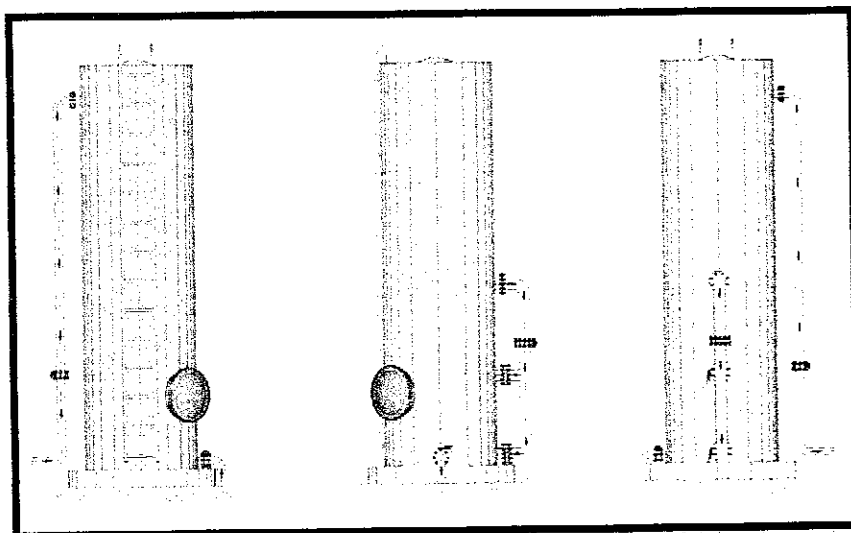
3.9.1 Coagulação

A coagulação consiste essencialmente na desestabilização das partículas coloidais e suspensas, realizada pela conjunção de ações físicas e reações químicas, com duração de poucos segundos, entre o coagulante e as impurezas presentes na água. Para realização da coagulação, será utilizado um kit de aplicação de coagulante.

3.9.2 Flocculação/Decantação

As unidades de flocculação são utilizadas para promover a agregação de partículas formadas na mistura rápida e as unidades de decantação são destinadas à remoção de partículas presentes na água, pela ação da gravidade. Para o sistema, foi dimensionado 1 (um) floccodecantador de manta de lodo para remoção das impurezas presentes na água. A flocculação se dará por meio de bandejas com orifícios e a decantação ocorrerá no interior da unidade. Na **Figura Tabela** estão apresentadas as características do equipamento.

Figura 12 - Detalhe Interno do Flocodecantador



Fonte: Autor, 2024.

Tabela 9 - Características da Flocodecantação

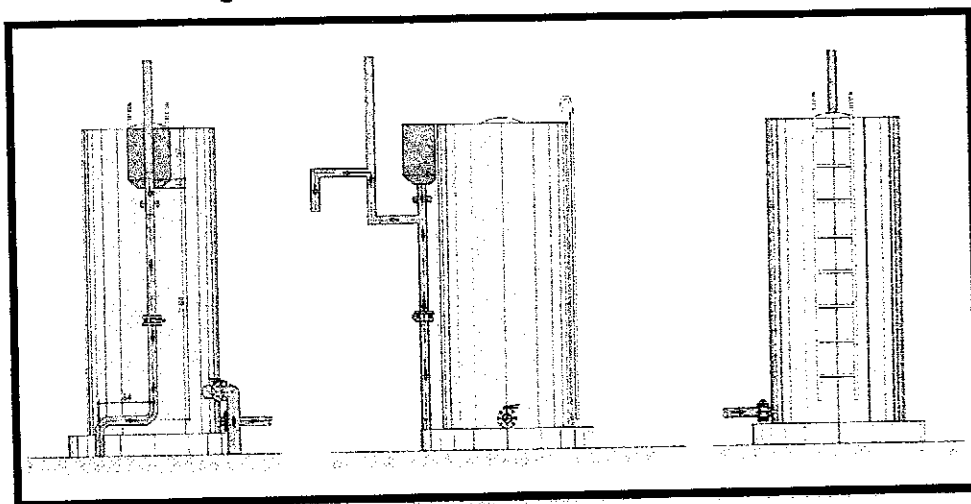
Diâmetro comercial	1,50	m
Altura útil	5,50	m
Diâmetro do tubo de entrada	75	mm
Diâmetro do tubo de saída	100	mm
Diâmetro do tubo de descarga	150	mm
Diâmetro dos orifícios	35	mm
Número de orifícios b1	4,0	und
Número de orifícios b2	5,0	und
Distância entre as bandejas	1,76	m
Altura da calha	0,30	m
Largura da calha	0,30	m

Fonte: Autor, 2024.

3.9.3 Filtração

São unidades destinadas a remover partículas em suspensão, em caso de a água a tratar ser submetida a processo de coagulação, seguido ou não de decantação, ou quando comprovado que as partículas capazes de provocar turbidez indesejada possam ser removidas pelo filtro, sem a necessidade de coagulação. Para ETA do sistema, foi projetado 1 (um) filtro de fluxo ascendente (**Figura**) fabricado em fibra de vidro com meio filtrante de granulometrias determinada de acordo com NBR ABNT 12.216/1992. Na **Tabela** estão apresentadas as informações do filtro.

Figura 13 - Detalhe Interno do Filtro Ascendente



Fonte: Autor, 2024.

Tabela 10 - Características do Sistema de Filtração

Diâmetro comercial filtro	1,00	m
Altura do filtro	3,10	m
Altura da camada suporte	0,55	m
Altura da camada leito filtrante	1,25	m
Diâmetro sucção de lavagem	100	mm
Diâmetro recalque de lavagem	100	mm
Diâmetro sucção de adução	100	mm
Diâmetro saída do filtro	100	mm
Altura da Calha	0,30	m
Largura da Calha	0,30	m
Potência do conjunto moto bomba lavagem	3,00	Cv
Vazão de lavagem do filtro	47,12	m³/h

Fonte: Autor, 2024.

Em seguida a filtração, haverá armazenamento de água no reservatório apoiado de 10m³, que terá volume suficiente para realizar a lavagem do meio filtrante quando necessário.

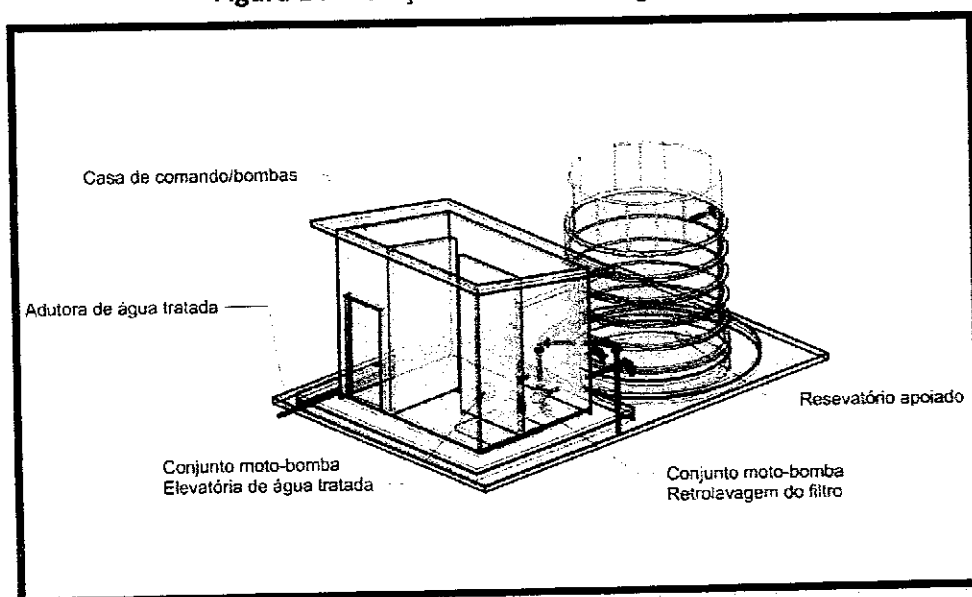
3.9.1 Desinfecção

O cloro será aplicado na tubulação de chegada dos reservatórios elevados, após a filtragem, para desinfecção. A concentração deverá ser de no mínimo 2 mg/l. O clorador de pastilhas ficará montado no fuste de cada reservatório. Recomenda-se nesse caso que a concentração saia acima de 3,5 mg para que possa haver cloro ativo em todos os pontos da rede de distribuição, caso não tenha aumenta-se a dosagem.

3.10 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA I (ZONA DE PRESSÃO I)

A estação elevatória de água tratada projetada I receberá a água do filtro em um reservatório apoiado projetado com capacidade de armazenamento de 10m^3 , que servirá como poço de sucção. A água será recalçada por um conjunto motor-bomba do tipo centrífuga de vazão $0,793\text{ l/s}$, potência de $1,00\text{cv}$ e altura manométrica de $18,75\text{ m.c.a.}$

Figura 14 - Estação elevatória de água tratada



Fonte: Autor, 2024.

Tabela 11 - Características da estação elevatória de água tratada

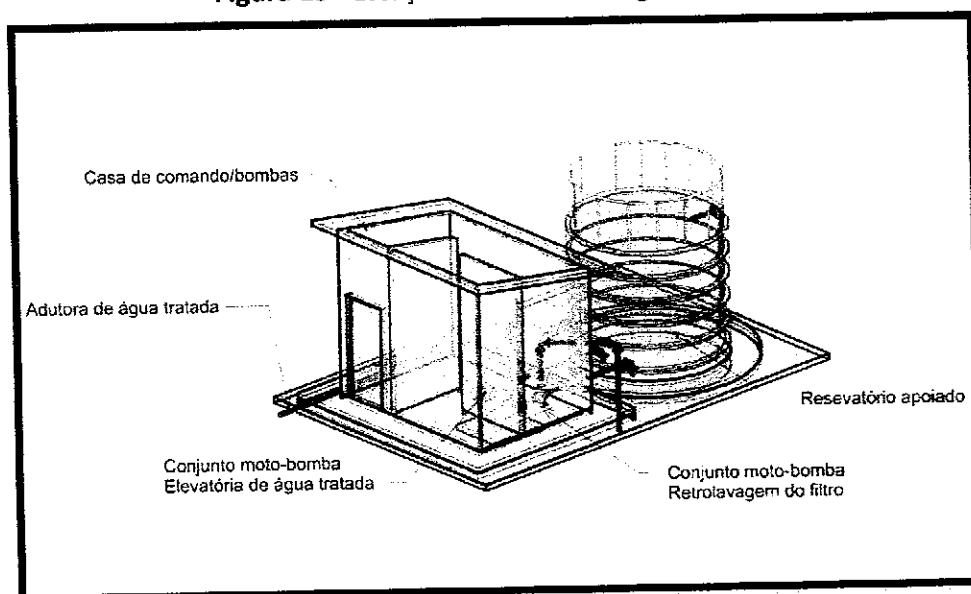
Quantidade de bombas	1 + 1 reserva	unidades
Vazão	0,793	l/s
Potência do conjunto motor bomba	1,00	Cv
Diâmetro do barrilete de sucção e recalque	50	Mm
Altura manométrica total (Hmt)	18,75	Mca

Fonte: Autor, 2024.

3.11 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA II (ZONA DE PRESSÃO II)

A estação elevatória de água tratada projetada II receberá a água do filtro em um reservatório apoiado projetado com capacidade de armazenamento de 10m^3 , que servirá como poço de sucção. A água será recalçada por um conjunto motor-bomba do tipo centrífuga de vazão $0,681\text{ l/s}$, potência de $2,00\text{ cv}$ e altura manométrica de $64,16\text{ m.c.a.}$

Figura 15 - Estação elevatória de água tratada



Fonte: Autor, 2024.

Tabela 12 - Características da estação elevatória de água tratada

Quantidade de bombas	1 + 1 reserva	unidades
Vazão	0,681	l/s
Potência do conjunto motor bomba	2,00	cv
Diâmetro do barrilete de sucção e recalque	50	mm
Altura manométrica total (Hmt)	64,16	mca

Fonte: Autor, 2024.

3.12 ADUTORA DE ÁGUA TRATADA I (ZONA DE PRESSÃO I)

A adutora de água tratada projetada I encaminhará a água da estação elevatória projetada, até o reservatório elevado de distribuição projetado na zona de pressão I. A Tubulação é do tipo PVC PBA JEI CL-12 DN 50mm, com extensão de 239,58m, ficando a pressão máxima de funcionamento em 38,30m.c.a. Foi projetado a instalação de 1 (um) registro de descarga para limpeza e manutenção da adutora.

Tabela 13 - Características da adutora de água tratada I

Comprimento da tubulação	239,58	Metros
Diâmetro da tubulação	50	mm
Material da tubulação	PVC PBA JEI CL-12	
Pressão de serviço do tubo	38,30	mca

Fonte: Autor, 2024.

3.13 ADUTORA DE ÁGUA TRATADA II (ZONA DE PRESSÃO II)

A adutora de água tratada projetada II encaminhará a água da estação elevatória projetada, até o reservatório elevado de distribuição projetado na zona de pressão II. A Tubulação é do tipo PVC PBA JEI CL-12 DN 50mm, com extensão de 7.908,05m, ficando a pressão máxima de funcionamento em 51,02m.c.a. Foi projetado a instalação de 2 (dois) registros de descarga para limpeza e manutenção da adutora e 3 (três) ventosas, com a finalidade de aliviar os efeitos de sub pressão e expulsão de ar da rede.

Tabela 14 - Características da adutora de água tratada II

Comprimento da tubulação	7.908,05	Metros
Diâmetro da tubulação	50	mm
Material da tubulação	PVC PBA JEI CL-12	
Pressão de serviço do tubo	51,02	mca

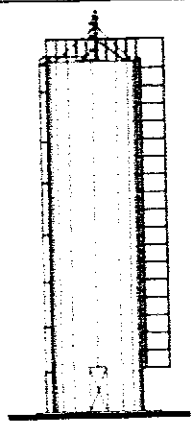
Fonte: Autor, 2024.

3.14 RESERVATÓRIO ELEVADO I (ZONA DE PRESSÃO I)

O reservatório elevado de distribuição I foi projetado para atender a zona de pressão I, reservará um terço da vazão total de consumo, a fim de armazenar água nos períodos em que a capacidade da rede for superior a demanda simultânea e para complementar o abastecimento quando a situação for inversa.

O referido reservatório elevado foi projetado com volume de 15m³, fuste de 10,00m e 3,00m de diâmetro, em anéis de concreto pré-moldado. A impermeabilização deverá ser realizada aplicando manta asfáltica, tipo II de e=3mm e tipo III de e=4mm. Para realizar a devida desinfecção, o dosador de tricloro será instalado no barrilete de entrada da adutora de água tratada. O equipamento deverá conter uma escada de acesso do tipo marinheiro em ferro chato na parte externa e uma escada pultrudada em fibra de vidro para o acesso ao seu interior. O guarda-corpo será com corrimão em tubo de aço galvanizado e para proteção contra descargas elétricas será instalado um para-raios do tipo Franklin com sinalizador, o aterramento deverá seguir projeto executivo. As tubulações de entrada e saída serão em PVC rígido e as conexões em ferro galvanizado roscáveis, para dar maior segurança. Os dados do reservatório projetado, estão apresentados na tabela abaixo e localiza-se nas coordenadas em UTM: X=441433.758 / Y=9444158.113.

Tabela 15 - Reservação elevada I

Volume do reservatório	15,00	m ³	
Fuste	10,00	M	
Altura útil	2,12	M	
Altura total	12,12	M	
Diâmetro	3,0	M	
Quantidade	1,00	und	

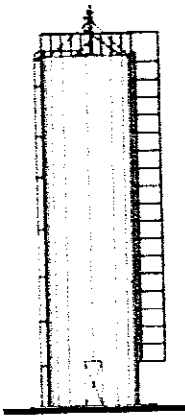
Fonte: Autor, 2024.

3.15 RESERVATÓRIO ELEVADO II (ZONA DE PRESSÃO II)

O reservatório elevado de distribuição II foi projetado para atender a zona de pressão II, reservará um terço da vazão total de consumo, a fim de armazenar água nos períodos em que a capacidade da rede for superior a demanda simultânea e para complementar o abastecimento quando a situação for inversa.

O referido reservatório elevado foi projetado com volume de 15m³, fuste de 10,00m e 3,00m de diâmetro, em anéis de concreto pré-moldado. A impermeabilização deverá ser realizada aplicando manta asfáltica, tipo II de e=3mm e tipo III de e=4mm. Para realizar a devida desinfecção, o dosador de tricloro será instalado no barrilete de entrada da adutora de água tratada. O equipamento deverá conter uma escada de acesso do tipo marinheiro em ferro chato na parte externa e uma escada pultrudada em fibra de vidro para o acesso ao seu interior. O guarda-corpo será com corrimão em tubo de aço galvanizado e para proteção contra descargas elétricas será instalado um para-raios do tipo Franklin com sinalizador, o aterramento deverá seguir projeto executivo. As tubulações de entrada e saída serão em PVC rígido e as conexões em ferro galvanizado roscáveis, para dar maior segurança. Os dados do reservatório projetado, estão apresentados na tabela abaixo e localiza-se nas coordenadas em UTM: X=446514.334 / Y=9447960.916.

Tabela 16 - Reservação elevada II

Volume do reservatório	15,00	m ³	
Fuste	10,00	m	
Altura útil	2,12	m	
Altura total	12,12	m	
Diâmetro	3,0	m	
Quantidade	1,00	und	

Fonte: Autor, 2024.

3.16 REDE DE DISTRIBUIÇÃO (ZONA DE PRESSÃO I)

A rede de distribuição projetada para a zona de pressão I será pressurizada a partir do reservatório elevado I, e se constituirá em apenas uma zona de pressão. A distribuição foi concebida através do modelo de cálculo tipo “espinha de peixe” ou “ramificada”. Os cálculos hidráulicos foram feitos utilizando-se da fórmula de Hazen – Williams e efetivados por softwares adequado, seguindo as orientações da CAGECE e do padrão de projetos e obras rurais.

A pressão dinâmica mínima na rede encontrada foi de 10,96 m.c.a e a pressão máxima estática é de 27,00 m.c.a., portanto dentro dos limites estabelecidos entre 10 e 50 m.c.a. A tubulação será toda em plástico PVC do tipo PBA e os diâmetros variam de 50mm a 75mm. O resultado dos cálculos processos está agrupado em planilhas anexo. Conforme se observa o valor máximo de J (m/km) não ultrapassou o valor de 8m/Km.

Tabela 17 - Resumo das Extensões da Rede de Distribuição

Diâmetro	Extensão
Diâmetro 50 mm	1.905,00m (Projetada)
Diâmetro 75 mm	48,00m (Projetada)
Extensão Total da Rede	1.953,00m (Projetada)

Fonte: Autor, 2024.

3.17 REDE DE DISTRIBUIÇÃO (ZONA DE PRESSÃO II)

A rede de distribuição projetada para a zona de pressão II será pressurizada a partir do reservatório elevado II, e se constituirá em apenas uma zona de pressão. A distribuição foi concebida através do modelo de cálculo tipo “espinha de peixe” ou “ramificada”. Os cálculos hidráulicos foram feitos utilizando-se da fórmula de Hazen – Williams e efetivados por softwares adequado, seguindo as orientações da CAGECE e do padrão de projetos e obras rurais.

A pressão dinâmica mínima na rede encontrada foi de 8,51 m.c.a e a pressão máxima estática é de 25,77 m.c.a. A pressão mínima encontra-se abaixo do recomendado pela ARCE, porém, se tratando de comunidades rurais onde todas as edificações possuem apenas um

pavimento os valores mínimos de pressão podem ser reduzidos em alguns trechos, sem prejuízo ao funcionamento do sistema. A tubulação será toda em plástico PVC do tipo PBA e os diâmetros variam de 50mm a 75mm. O resultado dos cálculos processos está agrupado em planilhas anexo. Conforme se observa o valor máximo de J (m/km) não ultrapassou o valor de 8m/Km.

Tabela 18 - Resumo das Extensões da Rede de Distribuição

Diâmetro	Extensão
Diâmetro 50 mm	2.345,00m (Projetada)
Diâmetro 75 mm	12,00m (Projetada)
Extensão Total da Rede	2.357,00m (Projetada)

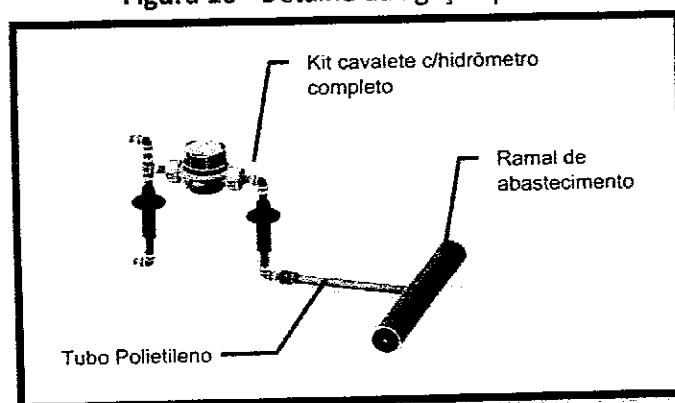
Fonte: Autor, 2024.

3.18 LIGAÇÕES PREDIAIS

As ligações prediais obedecem ao padrão de PP – 003 da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE).

Serão executadas 119 ligações domiciliares com hidrômetro, sendo 64 ligações na comunidade de Assentamento Quieto e 55 ligações na comunidade de Assentamento Pau Ferro. Indica-se a instalação das ligações fora das propriedades dos beneficiários, por se tratar de áreas rurais a empresa construtora terá que instalar as mesmas em lugares que não venham ter riscos de pequenos acidentes, não instalando em percurso de entradas e saídas de domicílios, interessante que a localização do kit esteja de fácil acesso.

Figura 16 - Detalhe da ligação predial



Fonte: Autor, 2024.

4. MEMORIAL DE CÁLCULOS

4.1 DEMANDA E VAZÕES DE PROJETO

Dados para dimensionamento:

Alcance do Projeto	20 anos
Taxa de crescimento	2,00 %a.a
Número de unidades habitacionais	119 unidades
Taxa de ocupação	4 habitantes/unidade
Consumo per capita	100 litros/hab./dia
Coefficiente do dia de maior consumo (K1)	1,2
Coefficiente da hora de maior consumo (K2)	1,5

População de projeto:

$P' = N^{\circ} \text{unid. Hab.} \cdot \text{Tx. Ocupação}$	476 habitantes
$P = P' \cdot \text{Tx. Crescimento}$	707 habitantes

Vazão média de consumo:

$Q_m = (P \cdot \text{consumo per capita}) / 86400$	0,819 l/s	ou	2,947 m³/h
---	-----------	----	------------

Vazão do dia de maior consumo:

$Q_{md} = Q_m \cdot K1$	0,982 l/s	ou	3,537 m³/h
-------------------------	-----------	----	------------

Vazão da hora de maior consumo:

$Q_{mh} = Q_{md} \cdot K2$	1,474 l/s	ou	5,305 m³/h
----------------------------	-----------	----	------------

4.2 ADUTORA DE ÁGUA BRUTA

Dados para dimensionamento:

Tempo de funcionamento da bomba (t)	16 horas
Tubulação PEAD	88,00 m
Comprimento Tubulação em PVC (L')	779,00 m
Coefficiente do tipo de material (C)	130
Cota de Captação	258,62 m
Cota da ETA	281,30 m
Altura do Floccodecantador	5,50 m
Constante em função do material PVC (K)	18
Aceleração da gravidade (G)	9,81 m/s²

Vazão de adução

$Q_a' = (Q_{md} \cdot 24) / t$	1,474 l/s	ou	5,305 m³/h
Considerando 5% de acréscimo para lavagem de filtros			
$Q_a = Q_a' + 5\%$	1,547 l/s	ou	5,570 m³/h

Diâmetro da tubulação:

$D = 1,2 \cdot \sqrt[3]{Q_a}$	0,047 m	ou	47,20 mm
(Fórmula de Bresse)			

Diâmetro adotado: 0,050 m ou 50 mm

Área da tubulação:

$$A = D^2 / 4$$

0,002 m²

Velocidade na tubulação:

$$V = Qa / A$$

0,788 m/s

Perdas de Carga:

Perda de carga unitária

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

0,0179 m/m

Perda de carga localizada

$$Hl = \sum k \times (v^2 / 2g)$$

0,2306 m

Sucção

Crivo(ou filtro)

0,75

Válvula de pé

1,75

Redução

0,15

Canalização de sucção

0,03

Curva de 90°

0,4

Redução excêntrica

0,15

$\sum k$ - Comprimento equivalente

3,23

Barrilete

k

Redução

0,15

Válvula de retenção

2,5

Válvula de gaveta (registro)

0,2

Curvas(3) de 90°

1,2

$\sum k$ - Comprimento equivalente

4,05

Perda de carga total:

$$Hf = (J * (L' + L'')) + Hl$$

15,75 m

Desnível geométrico:

$$Hg = Nmr - Nmc + Atn$$

28,18 m

Altura manométrica total:

$$H_{mt} = H_g + H_f$$

43,93 m.c.a

Golpe de ariete celeridade:

$$9.900 / [48,3 + K (D / E)]^{0,50}$$

530,47 m/s

Golpe sobre pressão máxima na extremidade da linha:

Sobre pressão no tubo:

$$H_a = C \times V / G$$

42,63 m.c.a

Golpe de pressão máxima instalada (pressão de serviço):

$$P = H_a + H_g$$

70,81 m.c.a

4.3 ANÁLISE DO TRANSIENTE NA ADUTORA DE ÁGUA BRUTA

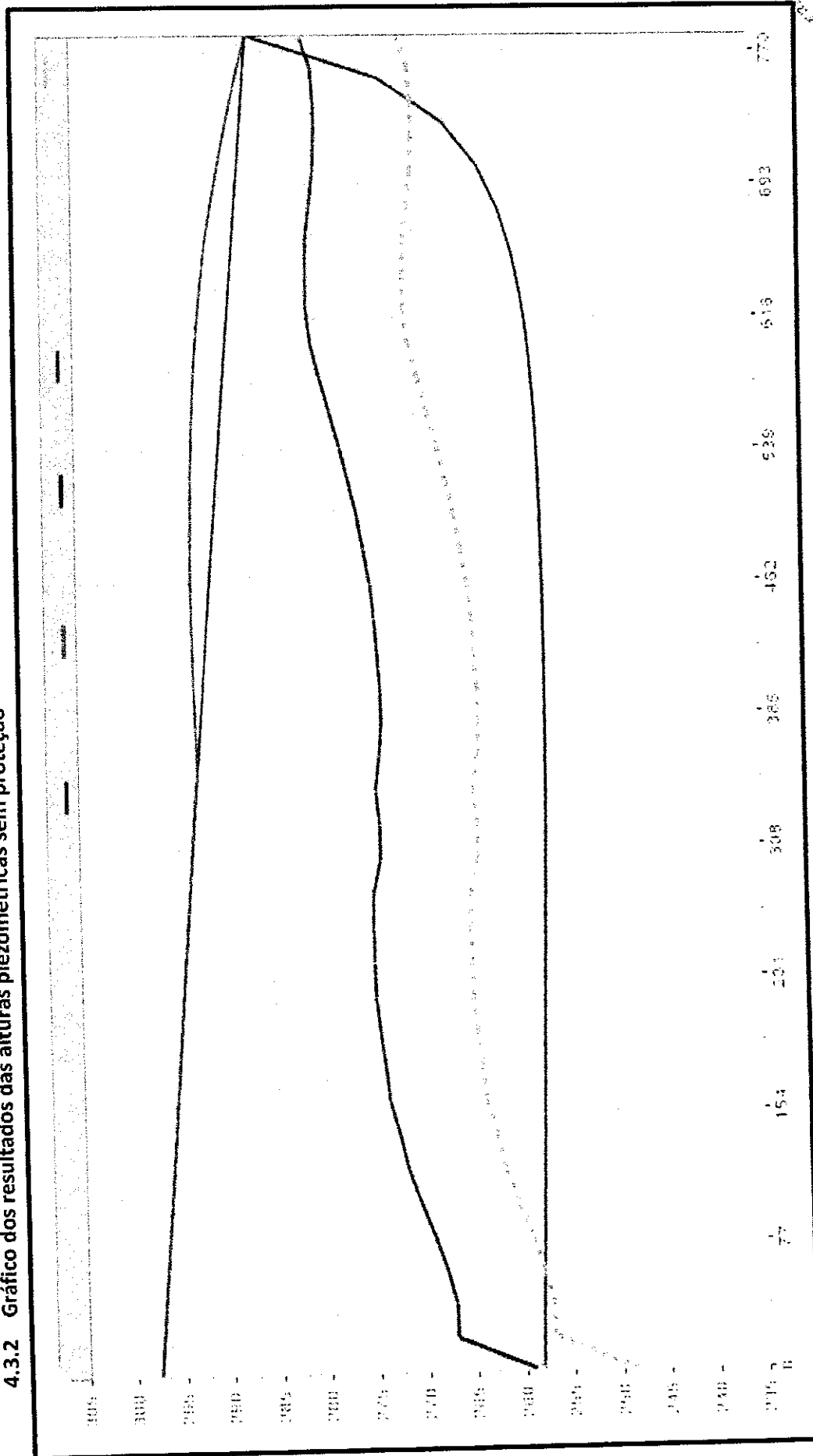
DADOS PARA ANÁLISE DE CÁLCULO:	
Extensão da Linha (m):	779,00
Pressão Mínima admissível - PVC (Para projeto):	-4 mca
Material de projeto do tubo:	PVC PBA JEI CL-15
Diâmetro nominal da tubulação (mm):	50
Diâmetro externo da tubulação (mm):	60
Espessura das paredes da tubulação (mm):	3,00
Celeridade da onda encontrada (m/s):	506,77
Arranjo dos conjunto Motor - Bomba	1 Operando + 1 Reserva
Vazão de bombeamento (L/s):	1,547
Altura Manométrica total projetada (mca):	43,93
Potência do motor (HP):	3,00
Rotações por minuto (rpm):	3500,00
Tempo de Análise (s):	60,00
A análise dos transitórios hidráulicos do sistema da linha de recalque, foi realizada utilizando o método das características, se evidência que a linha piezométrica de pressão máxima não ultrapassa a pressão máxima de serviço da tubulação de PVC, evitando problemas de sobrepressão. No entanto, foram observados trechos em que subpressão ficou abaixo do valor mínimo permitido de -4,0 mca, conforme o Caderno de Normas Técnicas da CAGECE SPO-014, o que pode resultar no colapso da tubulação. Para resolver essa questão, foi necessário instalar válvulas de alívio (ventosas), permitindo assim o funcionamento normal do sistema sem comprometê-lo.	

MUNICÍPIO DE MADALENA
SETOR DE LICITAÇÃO
Fl. 655

4.3.1 Tabela dos resultados das alturas piezométricas sem proteção

1	0,00	0,00	297,70	54,60	PVC PBA JEI CL-15	297,70	258,31
2	25,13	25,13	297,35	54,60	PVC PBA JEI CL-15	297,35	258,20
3	50,26	25,13	296,99	54,60	PVC PBA JEI CL-15	296,99	258,09
4	75,39	25,13	296,64	54,60	PVC PBA JEI CL-15	296,64	257,98
5	100,52	25,13	296,29	54,60	PVC PBA JEI CL-15	296,29	257,87
6	125,65	25,13	295,94	54,60	PVC PBA JEI CL-15	295,94	257,77
7	150,77	25,13	295,59	54,60	PVC PBA JEI CL-15	295,59	257,67
8	175,90	25,13	295,24	54,60	PVC PBA JEI CL-15	295,24	257,57
9	201,03	25,13	294,89	54,60	PVC PBA JEI CL-15	294,89	257,47
10	226,16	25,13	294,53	54,60	PVC PBA JEI CL-15	294,53	257,36
11	251,29	25,13	294,18	54,60	PVC PBA JEI CL-15	294,18	257,25
12	276,42	25,13	293,83	54,60	PVC PBA JEI CL-15	293,83	257,15
13	301,55	25,13	293,48	54,60	PVC PBA JEI CL-15	293,48	257,05
14	326,68	25,13	293,13	54,60	PVC PBA JEI CL-15	293,13	256,97
15	351,81	25,13	292,78	54,60	PVC PBA JEI CL-15	292,79	256,93
16	376,94	25,13	292,42	54,60	PVC PBA JEI CL-15	292,92	256,90
17	402,06	25,13	292,07	54,60	PVC PBA JEI CL-15	293,04	256,89
18	427,19	25,13	291,72	54,60	PVC PBA JEI CL-15	293,13	256,92
19	452,32	25,13	291,37	54,60	PVC PBA JEI CL-15	293,19	256,96
20	477,45	25,13	291,02	54,60	PVC PBA JEI CL-15	293,18	257,03
21	502,58	25,13	290,67	54,60	PVC PBA JEI CL-15	293,12	257,13
22	527,71	25,13	290,32	54,60	PVC PBA JEI CL-15	293,03	257,28
23	552,84	25,13	289,96	54,60	PVC PBA JEI CL-15	292,88	257,48
24	577,97	25,13	289,61	54,60	PVC PBA JEI CL-15	292,65	257,77
25	603,10	25,13	289,26	54,60	PVC PBA JEI CL-15	292,32	258,21
26	628,23	25,13	288,91	54,60	PVC PBA JEI CL-15	291,93	258,83
27	653,35	25,13	288,56	54,60	PVC PBA JEI CL-15	291,41	259,74
28	678,48	25,13	288,21	54,60	PVC PBA JEI CL-15	290,68	261,09
29	703,61	25,13	287,85	54,60	PVC PBA JEI CL-15	289,84	263,21
30	728,74	25,13	287,50	54,60	PVC PBA JEI CL-15	288,94	266,73
31	753,87	25,13	287,15	54,60	PVC PBA JEI CL-15	287,95	273,28
32	779,00	25,13	286,80	54,60	PVC PBA JEI CL-15	286,80	286,80

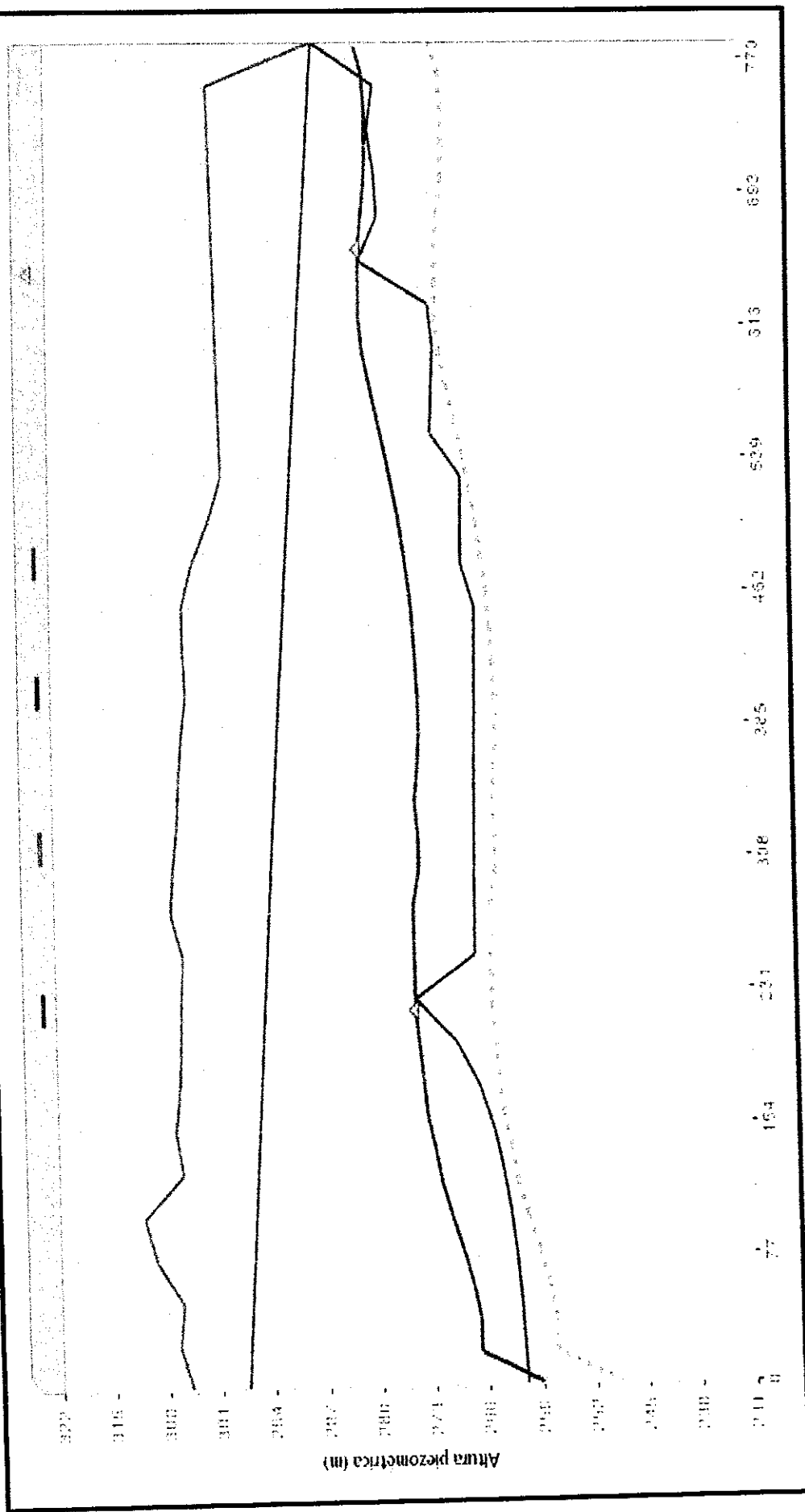
4.3.2 Gráfico dos resultados das alturas piezométricas sem proteção



4.3.3 Tabela dos resultados das alturas piezométricas com proteção

1	0,00	0,00	297,70	54,60	PVC PBA JEI CL-15	305,02	261,13
2	25,13	25,13	297,35	54,60	PVC PBA JEI CL-15	306,62	261,38
3	50,26	25,13	296,99	54,60	PVC PBA JEI CL-15	306,00	261,70
4	75,39	25,13	296,64	54,60	PVC PBA JEI CL-15	309,48	262,17
5	100,52	25,13	296,29	54,60	PVC PBA JEI CL-15	310,93	262,84
6	125,65	25,13	295,94	54,60	PVC PBA JEI CL-15	305,75	263,71
7	150,77	25,13	295,59	54,60	PVC PBA JEI CL-15	306,65	264,89
8	175,90	25,13	295,24	54,60	PVC PBA JEI CL-15	306,00	266,70
9	201,03	25,13	294,89	54,60	PVC PBA JEI CL-15	305,73	269,63
10	226,16	25,13	294,53	54,60	PVC PBA JEI CL-15	305,57	274,80
11	251,29	25,13	294,18	54,60	PVC PBA JEI CL-15	305,26	266,97
12	276,42	25,13	293,83	54,60	PVC PBA JEI CL-15	306,78	266,89
13	301,55	25,13	293,48	54,60	PVC PBA JEI CL-15	306,37	266,81
14	326,68	25,13	293,13	54,60	PVC PBA JEI CL-15	305,75	266,72
15	351,81	25,13	292,78	54,60	PVC PBA JEI CL-15	305,47	266,64
16	376,94	25,13	292,42	54,60	PVC PBA JEI CL-15	305,05	266,56
17	402,06	25,13	292,07	54,60	PVC PBA JEI CL-15	304,32	266,47
18	427,19	25,13	291,72	54,60	PVC PBA JEI CL-15	304,62	266,38
19	452,32	25,13	291,37	54,60	PVC PBA JEI CL-15	304,73	266,30
20	477,45	25,13	291,02	54,60	PVC PBA JEI CL-15	303,27	268,01
21	502,58	25,13	290,67	54,60	PVC PBA JEI CL-15	301,01	267,94
22	527,71	25,13	290,32	54,60	PVC PBA JEI CL-15	299,28	267,86
23	552,84	25,13	289,96	54,60	PVC PBA JEI CL-15	299,43	271,73
24	577,97	25,13	289,61	54,60	PVC PBA JEI CL-15	299,58	271,50
25	603,10	25,13	289,26	54,60	PVC PBA JEI CL-15	299,73	271,26
26	628,23	25,13	288,91	54,60	PVC PBA JEI CL-15	299,89	271,85
27	653,35	25,13	288,56	54,60	PVC PBA JEI CL-15	300,04	280,92
28	678,48	25,13	288,21	54,60	PVC PBA JEI CL-15	300,19	278,44
29	703,61	25,13	287,85	54,60	PVC PBA JEI CL-15	300,34	278,75
30	728,74	25,13	287,50	54,60	PVC PBA JEI CL-15	300,50	279,57
31	753,87	25,13	287,15	54,60	PVC PBA JEI CL-15	300,65	278,75
32	779,00	25,13	286,80	54,60	PVC PBA JEI CL-15	286,80	286,80

4.3.4 Gráfico dos resultados das alturas piezométricas com proteção



SETOR DE LICITAÇÃO
Nº 659
VOTO

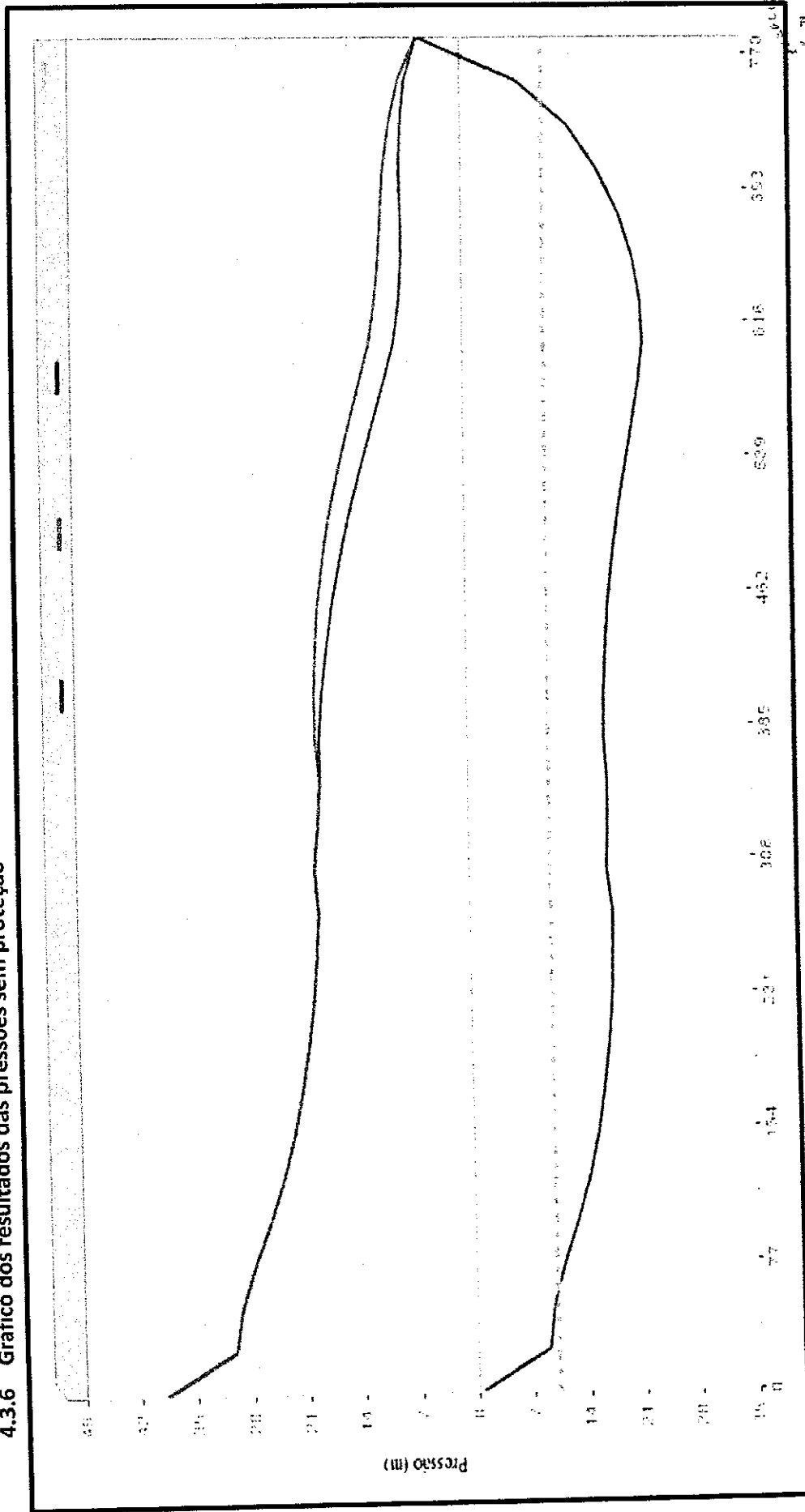
SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA
ASSENTAMENTOS QUIETO E PAU FERRO NO MUNICÍPIO DE MADALENA-CE

Yafa Torres de Castro
Engenheira Civil
CREA 06/1978572-1

4.3.5 Tabela dos resultados das pressões sem proteção

1	0,00	0,00	39,08	54,60	PVC PBA JEI CL-15	39,08	-0,31
2	25,13	25,13	30,23	54,60	PVC PBA JEI CL-15	30,23	-8,92
3	50,26	25,13	29,41	54,60	PVC PBA JEI CL-15	29,41	-9,49
4	75,39	25,13	27,70	54,60	PVC PBA JEI CL-15	27,70	-10,96
5	100,52	25,13	25,66	54,60	PVC PBA JEI CL-15	25,66	-12,76
6	125,65	25,13	23,86	54,60	PVC PBA JEI CL-15	23,86	-14,31
7	150,77	25,13	22,43	54,60	PVC PBA JEI CL-15	22,43	-15,49
8	175,90	25,13	21,34	54,60	PVC PBA JEI CL-15	21,34	-16,33
9	201,03	25,13	20,43	54,60	PVC PBA JEI CL-15	20,43	-16,99
10	226,16	25,13	19,72	54,60	PVC PBA JEI CL-15	19,72	-17,45
11	251,29	25,13	19,31	54,60	PVC PBA JEI CL-15	19,31	-17,62
12	276,42	25,13	18,96	54,60	PVC PBA JEI CL-15	18,96	-17,72
13	301,55	25,13	19,40	54,60	PVC PBA JEI CL-15	19,40	-17,03
14	326,68	25,13	18,92	54,60	PVC PBA JEI CL-15	18,92	-17,24
15	351,81	25,13	18,57	54,60	PVC PBA JEI CL-15	18,58	-17,28
16	376,94	25,13	18,61	54,60	PVC PBA JEI CL-15	19,11	-16,91
17	402,06	25,13	18,20	54,60	PVC PBA JEI CL-15	19,17	-16,98
18	427,19	25,13	17,53	54,60	PVC PBA JEI CL-15	18,94	-17,28
19	452,32	25,13	16,80	54,60	PVC PBA JEI CL-15	18,62	-17,61
20	477,45	25,13	15,75	54,60	PVC PBA JEI CL-15	17,91	-18,24
21	502,58	25,13	14,61	54,60	PVC PBA JEI CL-15	17,06	-18,93
22	527,71	25,13	13,20	54,60	PVC PBA JEI CL-15	15,91	-19,84
23	552,84	25,13	11,69	54,60	PVC PBA JEI CL-15	14,61	-20,79
24	577,97	25,13	10,15	54,60	PVC PBA JEI CL-15	13,18	-21,69
25	603,10	25,13	8,70	54,60	PVC PBA JEI CL-15	11,76	-22,36
26	628,23	25,13	7,97	54,60	PVC PBA JEI CL-15	10,99	-22,11
27	653,35	25,13	7,64	54,60	PVC PBA JEI CL-15	10,49	-21,18
28	678,48	25,13	7,67	54,60	PVC PBA JEI CL-15	10,15	-19,44
29	703,61	25,13	7,83	54,60	PVC PBA JEI CL-15	9,81	-16,82
30	728,74	25,13	7,60	54,60	PVC PBA JEI CL-15	9,04	-13,17
31	753,87	25,13	7,05	54,60	PVC PBA JEI CL-15	7,84	-6,82
32	779,00	25,13	5,50	54,60	PVC PBA JEI CL-15	5,50	5,50

4.3.6 Gráfico dos resultados das pressões sem proteção

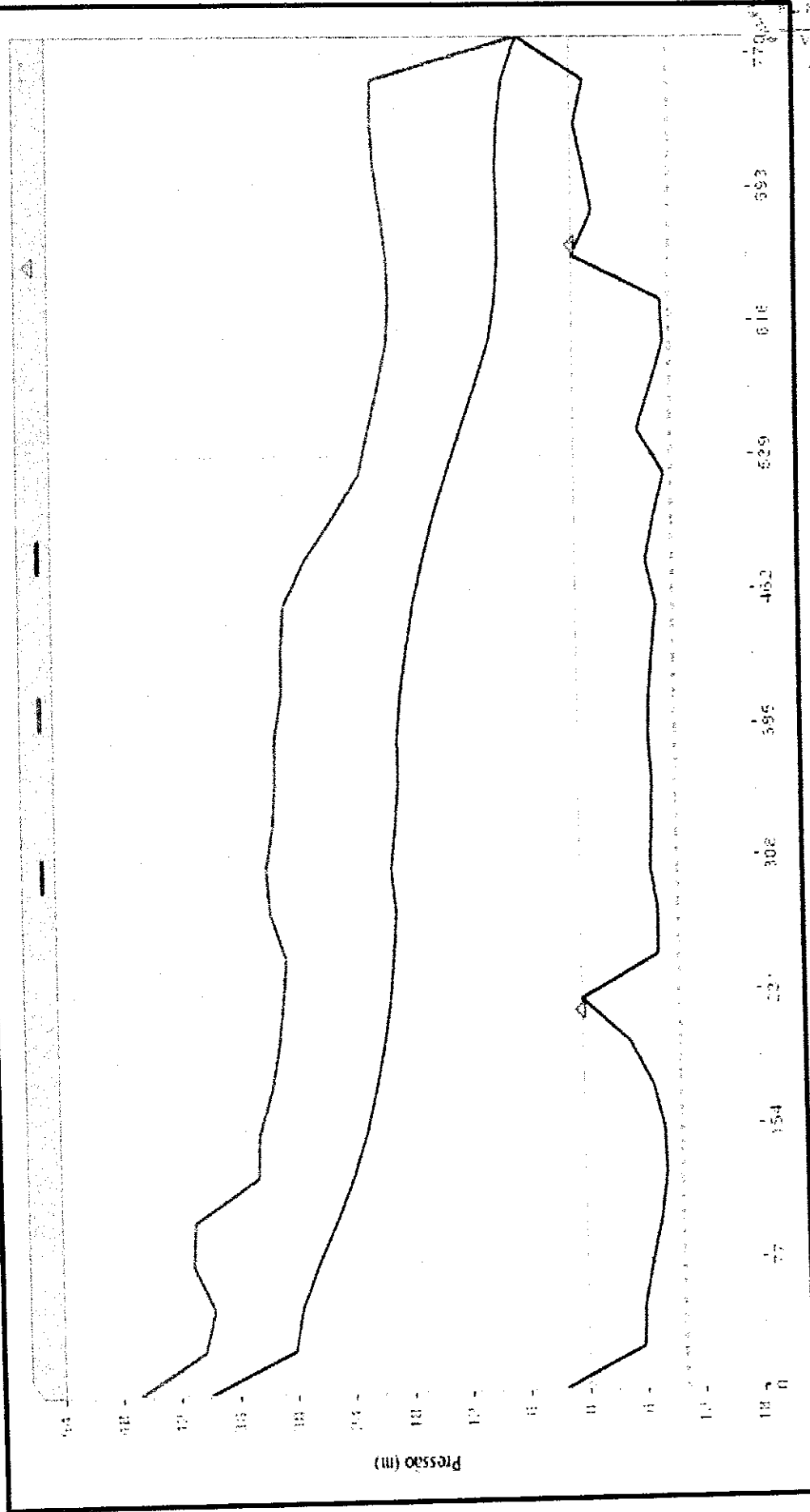


SECRETARIA MUNICIPAL DE MADALENA
SETOR DE LICITAÇÃO
FL. 11.661
V. 130

4.3.7 Tabela dos resultados das pressões com proteção

1	0,00	0,00	39,08	54,60	PVC PBA JEI CL-15	46,40	2,51
2	25,13	25,13	30,23	54,60	PVC PBA JEI CL-15	39,50	-5,74
3	50,26	25,13	29,41	54,60	PVC PBA JEI CL-15	38,42	-5,89
4	75,39	25,13	27,70	54,60	PVC PBA JEI CL-15	40,54	-6,78
5	100,52	25,13	25,66	54,60	PVC PBA JEI CL-15	40,30	-7,80
6	125,65	25,13	23,86	54,60	PVC PBA JEI CL-15	33,67	-8,37
7	150,77	25,13	22,43	54,60	PVC PBA JEI CL-15	33,49	-8,26
8	175,90	25,13	21,34	54,60	PVC PBA JEI CL-15	32,10	-7,19
9	201,03	25,13	20,43	54,60	PVC PBA JEI CL-15	31,27	-4,83
10	226,16	25,13	19,72	54,60	PVC PBA JEI CL-15	30,76	-0,01
11	251,29	25,13	19,31	54,60	PVC PBA JEI CL-15	30,38	-7,91
12	276,42	25,13	18,96	54,60	PVC PBA JEI CL-15	31,91	-7,98
13	301,55	25,13	19,40	54,60	PVC PBA JEI CL-15	32,29	-7,27
14	326,68	25,13	18,92	54,60	PVC PBA JEI CL-15	31,54	-7,48
15	351,81	25,13	18,57	54,60	PVC PBA JEI CL-15	31,26	-7,57
16	376,94	25,13	18,61	54,60	PVC PBA JEI CL-15	31,24	-7,26
17	402,06	25,13	18,20	54,60	PVC PBA JEI CL-15	30,44	-7,41
18	427,19	25,13	17,53	54,60	PVC PBA JEI CL-15	30,42	-7,81
19	452,32	25,13	16,80	54,60	PVC PBA JEI CL-15	30,15	-8,28
20	477,45	25,13	15,75	54,60	PVC PBA JEI CL-15	28,00	-7,25
21	502,58	25,13	14,61	54,60	PVC PBA JEI CL-15	24,95	-8,12
22	527,71	25,13	13,20	54,60	PVC PBA JEI CL-15	22,16	-9,26
23	552,84	25,13	11,69	54,60	PVC PBA JEI CL-15	21,16	-6,54
24	577,97	25,13	10,15	54,60	PVC PBA JEI CL-15	20,12	-7,97
25	603,10	25,13	8,70	54,60	PVC PBA JEI CL-15	19,17	-9,30
26	628,23	25,13	7,97	54,60	PVC PBA JEI CL-15	18,95	-9,09
27	653,35	25,13	7,64	54,60	PVC PBA JEI CL-15	19,11	0,00
28	678,48	25,13	7,67	54,60	PVC PBA JEI CL-15	19,65	-2,10
29	703,61	25,13	7,83	54,60	PVC PBA JEI CL-15	20,32	-1,28
30	728,74	25,13	7,60	54,60	PVC PBA JEI CL-15	20,60	-0,33
31	753,87	25,13	7,05	54,60	PVC PBA JEI CL-15	20,55	-1,35
32	779,00	25,13	5,50	54,60	PVC PBA JEI CL-15	5,50	5,50

4.3.8 Gráfico dos resultados das pressões com proteção



PREFEITURA MUNICIPAL DE MADALENA
SETOR DE LICITAÇÃO
N.º 003/2019
VISA

4.4 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA)

• DIMENSIONAMENTO DO DECANTADOR:

- Dados para dimensionamento para H₂O à 25 °C:

Quantidade de Decantadores

Vazão de adução (Q_a)

Peso Específico (P_s)

Massa Específica (M)

Viscosidade Absoluta (V_a)

Viscosidade Cinemática (V_{ci})

Taxa de Decantação Sugerida (T_x)

Aceleração da gravidade (g)

Valor de Pi (π)

Tempo de funcionamento da bomba (t)

1 UNIDADE

1,55 l/s

9765 N/m³

995,7 kg/m³

0,000894 N.s/m²

0,000000887 m²/s

100 m³/m²*d

9,81 m/s²

3,14

16,00 h

01. Vazão Diária (Q_d)

$$Q = Q_a \times 3,6 \times t$$

89,12 m³/d

02. Área do Decantador (A_d)

$$A_d = Q_a \div T_x$$

0,89 m²

03. Diâmetro Calculado (D_a)

$$D_a = \sqrt{(4 \times A_d) \div \pi}$$

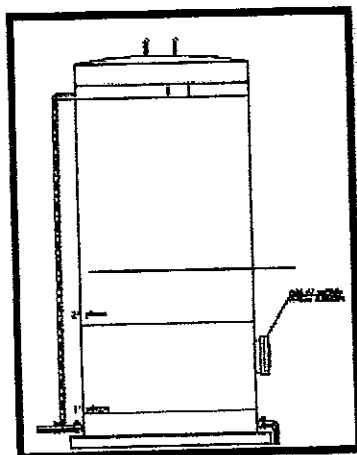
1,07 m

Diâmetro adotado:

1,50 m

04. Altura adotada do decantador (A_u)

5,50 m



Flócodecantador. Fonte: Autor, 2019.

1,50 m (de Diâmetro)

5,50 m (de Altura)



Adota-se uma profundidade entre 3 e 6 metros para decantadores de alta taxa.

05. Coeficiente de descarga (Cd)

0,61

06. Taxa de decantação adotada (Txa)

$$Txa = (Qa \times 3,6 \times t) \div ((D^2) \times \pi \div 4)$$

50,43 m³/m²*dia

07. Verificação da velocidade longitudinal (Lu)

$$Lu = Q \div Ad$$

0,09 cm/s

A velocidade de escoamento longitudinal (Lu) no decantador deve ser inferior a 0,35 cm/s de acordo com a NBR 12216.

08. Dimensionamento da calha de coleta

8.1 Número de calhas adotado (Nc)

4,0 calhas

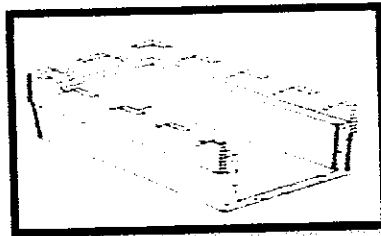
8.2 Extensão mínima das bordas vertedouras (L)

$$L = Q(l/s) \div 2,5$$

0,62 m

8.3 Largura e Altura da calha em cruz adotada (B):

0,30 m



Fonte: Vianna, 2014

8.4 Vazão recolhida pela calha (q)

$$q = Q \div Nc$$

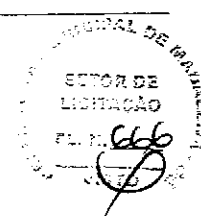
0,0004 m³/s

8.5 Altura da lâmina d'água na calha (Ac)

$$Ac = (q \div 1,46)^{(1/2,5)}$$

0,037 m

De acordo com a NBR 12216 o nível da água no interior do canal deve estar no mínimo a 10 cm da borda vertente.



8.6 Taxa de escoamento linear (Te)

$$Te = q + L$$

2,5 L/s.m

09. Dimensionamento da descarga de fundo

9.1 Vazão da descarga

$$Qf = Cd \times Ad \times \sqrt{2gAu}$$

0,11 m³/s

9.2 Diâmetro da canalização adotado (d)

150 mm

9.3 Áreas da tubulação

$$A1 = \pi \times ((d/1000)/2)^2$$

0,02 m²

9.4 Tempo de esvaziamento

$$T = 0,74 \times (Ad/A1) \times \sqrt{Au}$$

173,55 s

9.5 Número de descargas

2 unidades

10. Dimensionamento das tubulações de entrada

10.1 Velocidade máxima adotada (Va)

0,45 m/s

10.2 Diâmetro calculado (Dx)

$$Dx = 1000 \times \sqrt{((4/\pi \times Q/1000)/Va)}$$

66,16 mm

Diâmetro adotado:

75 mm

10.3 Velocidade calculada (Vc)

$$Vc = (Q \div 1000) / ((\pi \times (Dx/1000)^2)/4)$$

0,35 m/s

11. Dimensionamento das tubulações de saída

11.1 Velocidade máxima adotada (Va)

0,34 m/s

11.2 Diâmetro calculado (Dx)

$$Dx = 1000 \times \sqrt{(4/\pi \times Q/1000)/Va}$$

76,12 mm

Diâmetro adotado: **100 mm**



Segundo a Norma, adotamos um diâmetro de saída superior ao de entrada para evitar possíveis extravasamentos no sistema

11.3 Velocidade calculada (Vc)

$$Vc = (Q \div 1000) / ((\pi \times (Dx/1000)^2) / 4)$$

0,05 m/s

• DIMENSIONAMENTO DO FLOCULADOR:

• Dados para dimensionamento:

Área útil do decantador (Ad)

5 m²

Distância entre orifícios (S)

0,30 m

Diâmetro dos orifícios (Do)

30 mm

Coefficiente de descarga adotado

0,61

Pi (π)

3,14

01. Número de bandejas adotado (Nb)

2 bandejas

02. Velocidade da água nos orifícios adotada (Vo)

b1 = 0,4 m/s

0,4 m/s

b2 = 0,3 m/s

0,3 m/s

03. Área total dos orifícios (Ato)

$$Ato = Q \div V$$

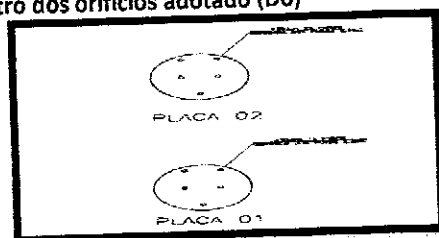
0,0039 m²

0,0052 m²

04. Diâmetro dos orifícios adotado (Do)

0,005 m

ou



35 mm

Fonte: Vianna, 2014.

05. Área individual de cada orifício (Aind)

$$Aind = \pi \times D^2 \div 4$$

0,0010 m²

06. Número de orifícios (No)

$No = Ato \div Aind$	4 orifícios
	5 orifícios

07. Vazão em cada orifício (Qo)

$$Qo = (Q \div 1000) \div N$$

0,24753 m³/s

0,18565 m³/s

08. Distância entre os orifícios adotado (So)

bandeja 1 = 0,40 m

bandeja 2 = 0,40 m

Segundo a NBR 12216 a distância entre os orifícios deve ser igual ou inferior a 0,50 m.

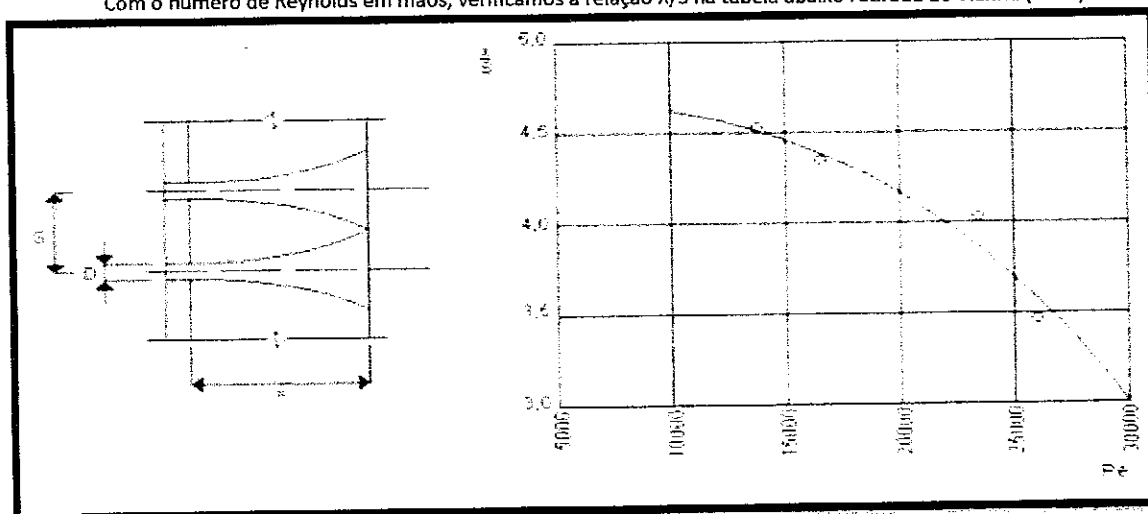
09. Número de Reynolds correspondente (R)

$$R = Vo \times (Do \div 1000) / Vci$$

15.783,54 Escoamento Turbulento

11.837,66 Escoamento Turbulento

Com o número de Reynolds em mãos, verificamos a relação X/S na tabela abaixo retirada de Vianna (2014).



Fonte: (Vianna, 2014)



10. Relação X/S (Xs) - distância entre bandejas (X)

4,40
4,50

$X = S_o \times (X/S)$	1,76 m
	1,80 m

X adotado: 3,56 m

11. Gradiente de velocidade de cada bandeja (G)

$$G1 = ((D_o \div 1000) / S) * \sqrt{((\pi * V_o)^3 / (8 * V_{ci} * X_s * C_d^2))}$$

36,14 s-1

23,21 s-1

De acordo com a ABNT NBR 12216/1992 deve ser previsto gradiente de velocidade máximo, na primeira bandeja, de 70 s-1, e no último, de no mínimo 10 s-1.

12. Profundidade da lâmina d'água (L)

$$L = X1 + X2$$

3,56 m

L adotado: 3,10 m

13. Diâmetro do floculador (Df)

1,50 m

14. Área do floculador (Af)

$$A_f = (X \times D_f) \div 4$$

1,34 m²

15. Volume do floculador (Vf)

$$V_f = A_f \times L$$

2,76 m³

16. Tempo de floculação (TDH)

$$TDH = V_f / Q$$

29,76 min

Para floculadores hidráulicos adota-se um tempo de detenção entre 20 minutos e 30 minutos.

17. Perda de carga nos orifícios (Ho)

$H_o = (V_o \div C_d)^2 \times (1 \div (2 \times g))$	0,02 m
	0,01 m

Perda de carga de floculadores hidraulicos de ação de jato (pág 106 Richter).

17.1 Perda de carga total 1 bandeja:

$H_{o1} = H_o \times N_{o1}$	0,09 m
------------------------------	--------

17.2 Perda de carga total 2 bandeja:

$H_{o2} = H_o \times N_{o2}$	0,07 m
------------------------------	--------

18. Perda de carga total (Hf)

$H_{ot} = H_{o1} + H_{o2}$	0,15 m
----------------------------	--------

• DIMENSIONAMENTO DO FILTRO:

• Dados para dimensionamento:

	1 UNIDADE
Quantidade de filtros	1,55 l/s
Vazão de adução (Qa)	3,14
Valor de Pi (π)	9765 N/m ³
Peso Específico (Ps)	995,7 kg/m ³
Massa Específica (M)	0,000798 N.s/m ²
Viscosidade Absoluta (Va)	0,000000804 m ² /s
Viscosidade Cinemática (Vo)	9,81 m/s ²
Aceleração da gravidade (g)	16 horas
Tempo de Funcionamento da bomba (t)	

01. Taxa de aplicação superficial

Taxa de aplicação adotada (Tas) 150 m³/m².dia

A taxa em filtros de fluxo ascendente é fixada em 150 m³/m².d de acordo com NBR 12216.

02. Vazão de adução diária

$Q_{ad} = Q_a (l/s) \times 3,6 \times t (h)$	89,121 m ³ /d
--	--------------------------

2.1 Área transversal do Filtro (At)



$$At = Qad / tas$$

0,594 m²

03. Diâmetro calculado do filtro adotado (Df)

$$Df = \sqrt{(4 \times At) \div \pi}$$

0,87 m

Diâmetro adotado:

1,00 m

04. Área Adotada (Afr)

$$Afr = (\pi \times Dfa^2) \div 4$$

0,79 m²

05. Correção da taxa de aplicação (Tas corr)

$$Tas\ corr = (Qad \div Afr)$$

113,47 m³/m².dia

06. Altura total do filtro (Atf)

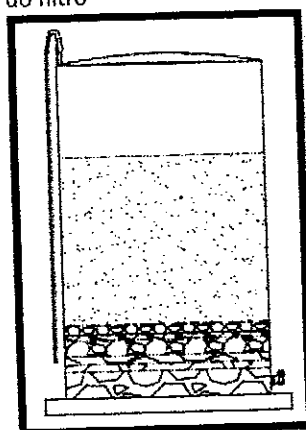
$$Atf = H + L1 + L2 + L3$$

3,10 m

Adicionou-se mais 0,2 m para folga da tampa.

0,20 m

6.1 Característica do filtro



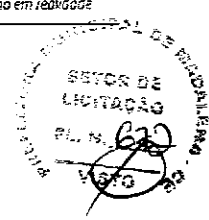
Filtro. Fonte: Autor, 2019.

1,00 m (de Diâmetro)

3,10 m (de Altura)

07. Dimensionamento da calha coletora

7.2 Vazão de lavagem do filtro (Qlf)



$$Qlf = Vmf \times Afr$$

0,0131 m³/s

7.3 Largura útil da calha adotada (b)

0,30 m

7.4 Altura máxima da água (H)

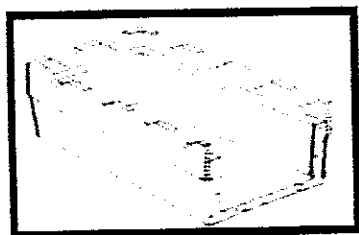
$$H = \sqrt[3]{Q/(1,3 \times b)^2}$$

0,10 m

Altura adotada

0,30 m

7.6 Calha coletora pode ser observada na imagem abaixo:



Calha. Fonte: Vianna, 2014

0,30 m (de altura)

0,30 m (de largura)

7.5 Folga para Espinha de Peixe Adotada (EP)

0,30 m

08. Dimensionamento do sistema de lavagem

8.1 Cálculo do diâmetro equivalente dos grãos (Deq)

$$Deq = \sqrt{\{(0,6/1000) \times (2/1000)\}}$$

0,001086 m

8.2 Cálculo do número de Galileu (Ga)

$$Ga = (Deq^3 \times M \times (m - M) \times g) / Va^2$$

32525,88

8.3 Velocidade de mínima de fluidização (Vmf)

$$Vmf = (Va \div (M \times Deq)) \times [\sqrt{\{(33,7)^2 + 0,0408 \times Ga\}} - 33,7]$$

0,01 m/s

0,71 m/min

Velocidade adotada

1,00 m/min

8.4 Velocidade ascensional (Vas)

$$Vas = Vmf \text{ arred} \div 60$$

0,017 m/s

8.5 Determinação da porosidade do meio filtrante (PE)

$$PE = 1 - (1 \div (\sum (1/X_i - Pe_i)))$$

0,50 porosidade

633

8.6 Expansão do meio filtrante (E%)

$$E (\%) = (Pe - P) / (1 - P) \times 100$$

21,03 %

8.7 Altura do meio filtrante (Le)

$$Le = L \times ((1-P) \div (1-Pe))$$

0,61 m

Leito Filtrante		
Espessura da camada (L)	1,25	m
Tamanho dos grãos	0,59	mm
Tamanho dos grãos em tabela	2,00	mm
Tamanho efetivo - d10	0,84	mm
Coefficiente de desuniformidade (Cd)	1,68	-
Coefficiente de esfericidade (Ce)	0,70	-
Massa específica (m)	2650,00	Kg/m ³
Porosidade (P)	0,40	m

Tabela obtida em: (Di Bernardo, 2003)

09. Cálculo da perda de carga no sistema de lavagem

9.1 Perda de carga no leito de areia (Hlf)

$$Hlf = ((m - M) - 1) \times (1-P) \times Ltotal$$

0,50 m

9.2 Perda de carga na camada de suporte (Hcs)

0,50 m

Camada de Suporte (Pedregulho)		
Espessura da camada (L)	0,55	m
Tamanho dos grãos	3,2 - 38	mm
Coefficiente de esfericidade (Cs)	0,85	-
Porosidade (P)	0,45	m
Massa específica (ps)	2650	Kg/m ³

Tabela obtida em: (Di Bernardo, 2003)

9.3 Perda de carga no sistema de drenagem (Hsd)

$$Hsd = [(Qo)/(Cd \times Ao)]^2 / (2g)$$

0,2876 m

SECRETARIA DE
INFRAESTRUTURA
E OBRAS
MUNICIPAIS
MADALENA - CE

Perdas de carga nas conexões do sistema de drenagem	
Número de vigas por filtro N_v	4
Espaçamento entre os orifícios X_o (m)	0,19
Número de orifícios N_o	165
Diâmetro de cada orifício D_o (pol.)	0,75
Diâmetro de cada orifício D_o (m)	0,01905
Área de cada orifício A_o (m ²)	0,000285
Vazão em cada orifício Q_o (m ³ /s)	0,000413
Velocidade de passagem pelo orifício V_o (m/s)	1,45
Coefficiente de descarga C_d	0,61

Tabela obtida em: (Di Bernardo, 2003)

9.3.1 Para o cálculo de perda de carga na sucção (J_s) utilizamos Reynolds (Re) e o Fator (f) na equação:

Reynolds (Re):

$$Re = (4 \times Q/f) / (\pi \times d \times V_o) =$$

207.296,85

Fator (f):

$$(f) = (0,25) / (\log (\epsilon \div 3,7 \times d) + (5,74 \div (Re^{0,9})))^2 =$$

0,0081

9.4 Velocidade na tubulação de lavagem (V_{la})

$$V_{la} = (Q/f/3600) \div (\pi \times (D_{la}/2000)^2)$$

1,67 m/s

Dimensionamento das tubulações de lavagem	
Diâmetros (mm)	Velocidades máximas (m/s)
100	3,20
100	1,80
Verificações	Velocidades calculadas (m/s)
Correto!	1,67
Correto!	1,67

As velocidades adotadas foram recomendadas por Azevedo Netto 1991, tabela 12.12 (pág. 213)

9.5 Diâmetro das tubulações adotado (d)

0,10 m

9.6 Coeficiente de rugosidade - PVC (ϵ)

0,10 mm

9.7 Perda de carga distribuída na sucção (J_s)

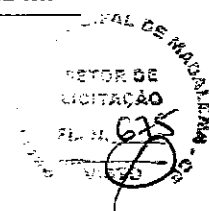
$$J_s = (8 \times f \times Q^2) / (g \times \pi^2 \times d^5)$$

0,011416 m

9.8 Perda de carga total na sucção (Hs)

$$H_s = J_s \times L_s$$

0,3931 m



Perda de Carga Sucção (lavagem)		
Acessório	Comprimento equivalente (m)	
Válvula de pé e crivo	265 D	26,5
Curva 90º R/D = 1,5	12,8 D	1,28
Entrada	14,7D	1,47
Tê de passagem direta	21,8D	2,18
Comp. Real	3	3
Comp. Total (Ls)	34,43	m

9.9 Perda de carga unitária no recalque (Jr)

$$J_r = (8 \times f \times Q^2) / (g \times \pi^2 \times D^5)$$

0,011416 m

9.10 Perda de carga total no recalque (Hr)

$$H_r = J_r \times L_s$$

0,0569 m

Perda de Carga Recalque (lavagem)		
Acessório	Comprimento equivalente (m)	
Saída		0
curva 90º R/D = 1	17,5	1,75
Tê passagem direta	21,8	2,18
Comp. Real		0
Acessório	Comprimento equivalente (m)	
Registro de gaveta aberto	7D	1,05
Comp. Total (Ls)	4,98	m

9.11 Perda de carga no fundo do filtro

1,0 m

A perda de carga no fundo, que segundo Vianna (2014), variam entre **0,50 e 1,0 m**.

9.12 Altura geométrica (Hg)

3,1 m

9.13 Somatório das perdas de carga (ΣH)

2,74 m

9.14 Altura manométrica (Hm)

$$H_m = H_g + \Sigma H$$

5,84 m.c.a

10. Dimensionamento da bomba para lavagem do filtro



10.1 Potência calculada (P)

$$P = (Qlf \div 3,6) / (75 \times 0,65)$$

1,57 CV

Correção de potência de bomba (Azevedo Neto)

Potências	Fator de Correção (f)
< ou = 2 HP	50%
2 a 5 HP	30%
5 a 10 HP	20%
10 a 20 HP	15%
> de 20 HP	10%

Com essa potência calculada a correção será:

50%

10.2 Potência corrigida (Pc)

$$P = P \times (1 + f/100)$$

2,35 CV

Potência adotada

3,00 CV

11. Perda de carga no sistema de filtração

11.1 Velocidade na tubulação de filtração (Vfa)

$$Vfa = (Qlf/3600) \div (\pi \times (Dl,a/2000)^2)$$

0,05 m/s

Dimensionamento das tubulações de filtração

Diâmetros	Velocidades máximas (m/s)
100	0,60
100	1,25
Verificações	Velocidades calculadas (m/s)
Correto!	0,05
Correto!	0,05

As velocidades adotadas foram recomendadas por Azevedo Netto 1991, tabela 12.12 (pág. 213)

11.2 Diâmetro das tubulações de filtração adotado (d)

0,10 m

Reynolds (Re)

$$Re = (4 \times Qlf) / (\pi \times d \times Vo) =$$

207296,85

11.3 Coeficiente de rugosidade - PVC (ε)

0,10 mm

Fator (f)

$$(F) = (0,25)/(\log (8 \div (3,7 \times d)) + (5,74 \div (Re^{0,9}))^2 =$$

0,0196

11.4 Perda de carga unitária na sucção (Js)

$$Js = (8 \times f \times Q|f^2)/(g \times \pi^2 \times d^5)$$

0,0278 m

11.5 Perda de carga total na sucção (Hs)

$$Hs = Js \times Ls$$

0,0834 m

Sucção (filtração)		
Acessório (D)	Comprimento equivalente (m)	
Entrada de canalização	14,7	0
Curva 90º R/D = 1,5	12,8	0
Tê de passagem direta	21,8	0
Comp. Real	3,00	3,00
Comp. Total (Ls)	3,00	m

11.6 Perda de carga unitária no recalque (Jr)

$$Jr = (8 \times f \times Q^2)/(g \times \pi^2 \times D^5)$$

0,0278 m

11.7 Perda de carga total no recalque (Hr)

$$Hr = Jr \times Ls$$

0,1029 m

Recalque (filtração)		
Acessório (D)	Comprimento equivalente (m)	
Saída da canalização	14,7	0
curva 90º R/D = 1	17,5	0
Tê passagem direta	21,8	0
Comp. Real	3,00	3,00
Acessório	Comprimento equivalente (m)	
Registro de gaveta aberto	7D	0,7
Comp. Total (Ls)	3,70	m

12. Perda de carga (leito, camada de suporte e drenagem)

12.1 Perda de carga no sistema de drenagem (ho)

$$ho = [(Qo)/(Cd \times Ao)]^2 / (2g)$$

0,0012 m

Perdas de carga nas conexões do sistema de drenagem	
Número de vigas por filtro N_v	4
Espaçamento entre os orifícios X_o (m)	0,19
Número de orifícios N_o	165
Diâmetro de cada orifício D_o (pol.)	0,75
Diâmetro de cada orifício D_o (m)	0,01905
Área de cada orifício A_o (m ²)	0,000285
Vazão em cada orifício Q_o (m ³ /s)	0,000027
Velocidade de passagem pelo orifício V_o (m/s)	0,1
Coeficiente de descarga C_d	0,61

12.2 Cálculo da velocidade de filtração (V_f)

$$V_f = Q_f \div A_f$$

0,0000048 m/s

12.3 Perda de carga no leito (h_1)

$$h_1 = 180 \times V_a \times (1-P)^2 \times V_f \times L \times (x/d)^2 \div ((P_s \times P^3) \times C_e^2)$$

0,0005772 m

Interações para o cálculo perda de carga no leito filtrante		
Alturas para camadas do leito de 1 à 5 (m)	Dsup / Dint	d _{eqi} (m)
0,50	0,00119 / 0,00100	366,68
0,25	0,00141 / 0,00119	154,40
0,25	0,00168 / 0,00141	129,95
0,15	0,002 / 0,00168	65,47
0,10	0,0024 / 0,00200	36,51
1,25	Total	753,01

12.4 Perda de carga na camada de suporte (h_2)

$$h_2 = 180 \times V_a \times (1-P)^2 \times V_f \times L \times (x/d)^2 \div ((P_s \times P^3) \times C_s^2)$$

0,0000014 m

Interações para o cálculo perda de carga na camada de suporte		
Alturas das subcamadas de 1 à 5 (m)	Dsup / Dint	x_i/d_{eqi}
0,15	0,0381 / 0,0254	8,77
0,10	0,0254 / 0,0190	8,28
0,10	0,0190 / 0,0127	11,70
0,10	0,0127 / 0,0064	20,17
0,10	0,0064 / 0,0032	40,18
0,55	Total	89,09

12.5 Perda de carga no vertedor de saída (h_3)

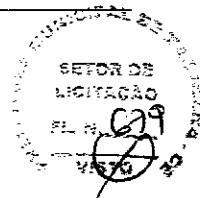
$$h_3 = [Q/f \div (1,84 \times b)]^2 \div 3$$

0,082600 m

12.6 Perda de carga total (HT)

$$HT = h_0 + h_1 + h_2 + h_3$$

0,084408 m



13. Folga para expansão do leito durante a lavagem

Interações para o cálculo de expansão de lavagem (Libânio 2008)											
subcamadas de 1 à 5 (m)	d _{sup} (m)	d _{inf} (m)	x _i	d _{eqi} (m)	G _{ai}	V _{mi} (m/s)	P _{ei}	x _i /(1-P _{ei})	Re _{mi}	A	Meta*
0,05	0,00071	0,00059	0,10	0,0006	6878	0,005	0,62	0,27	4,17	18,863	0,0003
0,03	0,00084	0,00071	0,06	0,0008	11684	0,007	0,58	0,14	4,45	20,540	0,0004
0,11	0,00100	0,00084	0,22	0,0009	19530	0,009	0,54	0,48	4,80	22,740	0,0005
0,09	0,00119	0,00100	0,18	0,0011	32931	0,012	0,50	0,36	5,26	25,659	0,0006
0,10	0,00141	0,00119	0,20	0,0013	55135	0,015	0,46	0,37	5,81	29,348	0,0007
0,04	0,00168	0,00141	0,08	0,0015	92485	0,019	0,42	0,14	6,47	34,045	0,0008
0,08	0,00200	0,00168	0,16	0,0018	156239	0,023	0,39	0,26	7,28	40,079	0,0009
0,50		Total	1,00				Total	2,02			

• TUBO DE DISTRIBUIÇÃO/ESPINHA DE PEIXE (ADUÇÃO/LAVAGEM):

Para tubulação (Lavagem)

• Dados para dimensionamento:

Quantidade de filtros

Vazão de adução (Qa)

Velocidade Máxima Adotada (Vma)

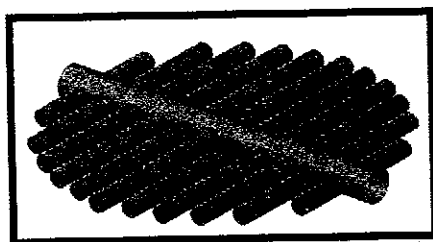
Espaçamento Entre os Orifícios (Eo)

Quantidade total de orifícios (Qto)

Coefficiente de Descara (Cd)

Gravidade (g)

1 UNIDADE
13,09 l/s
3,60 m/s
10 cm
132 und
0,61
9,80



Tubo de Distribuição. Fonte: LM Projetos e Construções - 2022

13.1 Área Total (At)

$$At = (Qa \times 3,6) \div (Vma \times 3600)$$

0,00364 m²

13.3 Área de Cada Orifícios (Ao)

$$Ao = At \div Qto$$

0,00003 m²



13.4 Diâmetro dos Orifícios (Do)

$$Do = \sqrt{(Ao \times 4) \div \pi} \times 1000$$

6 mm

Díametro Adotado (Do')

10 mm

13.5 Área Corrigida de Cada Orifício (Aco)

$$Aco = (\pi \times (Do'^2/1000)) \div 4$$

0,00008 m²

13.6 Velocidade Calculada (Vc)

$$Vc = ((Qa \div 1000) \div (Qto \times Aco))$$

1,26 m/s

13.7 Perda de Carga nos Orifícios (Hfo)

$$Hfo = (Vc \div Cd)^2 \times (1 \div (2 \times g))$$

0,22 m

Para tubulação (Filtração)

• Dados para dimensionamento:

Quantidade de filtros

1 unidades

Vazão de adução (Qa)

1,55 l/s

Velocidade Maxima Adotada (Vma)

3,6 m/s

Espaçamento Entre os Orifícios (Eo)

10 cm

Extensão da tubulação de Distribuição (Etd)

10,80 m

Quantidade total de orifícios (Qto)

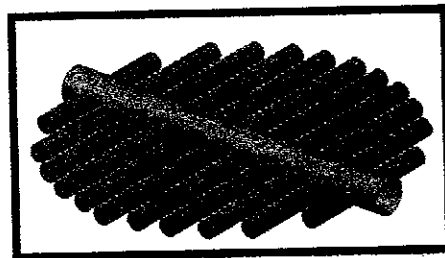
176 und

Coefficiente de Descara (Cd)

0,61 -

Gravidade (g)

9,8 m/s²



Tubo de Distribuição. Fonte: LM Projetos e Construções - 2022

13.7 Área Total (At)

$$At = (Qa \times 3,6) \div (Vma \times 3600)$$

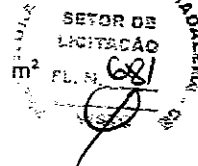
0,00043 m²

13.9 Área de Cada Orifícios (Ao)

$$Ao = At \div Qto$$

0,000002

m²



13.10 Diâmetro dos Orifícios (Do)

$$Do = \sqrt{((Ao \times 4) \div \pi)}$$

0,002 m

Diâmetro Adotado (Do')

10 mm

13.11 Área Corrigida de Cada Orifício (Aco)

$$Aco = (\pi \times (Do'^2 / 1000)) \div 4$$

0,00008 m²

13.12 Velocidade Calculada (Vc)

$$Vc = ((Qa \div 1000) \div (Qto \times Aco))$$

0,11 m/s

13.13 Perda de Carga nos Orifícios (Hfo)

$$Hfo = (Vc \div Cd)^2 \times (1 \div (2 \times g))$$

0,0002 m

• **DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO APOIADO:**

01. Volume útil do reservatório apoiado (Vrap)

$$Vrap = (Ql / 60) \times 10$$

7,85 m³

Volume total adotado:

10,00 m³

02. Diâmetro do reservatório adotado (Drap)

3,00 m

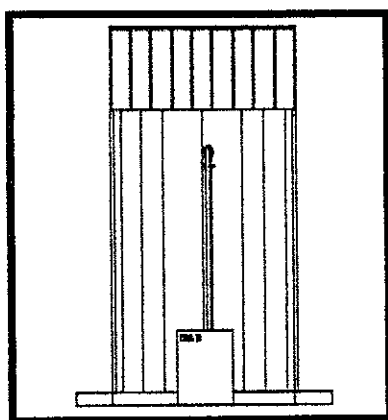
03. Quantidade de reservatórios

1,00 und

04. Altura útil do reservatório (Arap)

$$Arap = (Vrap / (\pi \times Drap^2 / 4))$$

1,41 m



Fonte: Autor, 2019.

Diâmetro: 3,00 m

Altura útil: 1,41 m

• CÁLCULO DA DOSAGEM DE COAGULANTE:

Dados para dimensionamento:

C % Percentual de conc. dosagem adot. (C)	25 mg/L
Percentual de proporção para dosagem adot. (%)	3 %
Vazão do sistema (Qs)	5,57 m³/h

1. Vazão dosadora (Qd)

$$Qd = (Qs \times C) / (20)$$

6,96 l/h

2. Volume do tanque (Z)

$$Z = Qd \times 16$$

111,40 litros

Volume adotado

150,00 litros

3. Consumo do coagulante para funcionamento de 16 horas

Volume do Tanque (Z)	150,00	litros
Percentual Concentração (%c)	3,0	%
Tempo de Funcionamento (Tf)	16	horas
Vazão da dosagem (Qd)	6,96	l/h
Concentração da aplicação (Ca)	25	mg/l

Faixas de Consumo coagulante	Consumo Hora	0,480	mg
	Consumo Dia	7,680	kg
	Consumo Mês	230,400	kg

4.5 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA E ADUTORA DE ÁGUA TRATADA – ZONA DE PRESSÃO

• DEMANDA E VAZÕES DO PROJETO

• Dados para dimensionamento:

Alcance do Projeto	20 anos
Taxa de crescimento	2 %a.a
Número de unidades habitacionais	64 unidades
Taxa de ocupação	4 habitantes/unidade
Consumo per capita	100 litros/hab./dia
Coefficiente do dia de maior consumo (K1)	1,2
Coefficiente da hora de maior consumo (K2)	1,5

População de projeto:

$P' = N^{\circ} \text{unid. Hab.} * \text{Tx. ocupação}$	256 habitantes
$P = P' * \text{Tx. Crescimento}$	380 habitantes

Vazão média de consumo:

$$Q_m = (P * \text{consumo per capita}) / 86400 \quad 0,440 \text{ l/s} \quad \text{ou} \quad 1,585 \text{ m}^3/\text{h}$$

Vazão do dia de maior consumo:

$$Q_{md} = Q_m * K1 \quad 0,528 \text{ l/s} \quad \text{ou} \quad 1,902 \text{ m}^3/\text{h}$$

Vazão da hora de maior consumo:

$$Q_{mh} = Q_{md} * K2 \quad 0,793 \text{ l/s} \quad \text{ou} \quad 2,853 \text{ m}^3/\text{h}$$

ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

Dados para dimensionamento:

Tempo de funcionamento da bomba (t)	16 horas
Comprimento Tubulação em PVC (L')	239,58 m
Coefficiente do tipo de material (C)	130
Cota da ETA (Nmr)	281,30 m
Cota do REL (Nmc)	286,62 m
Altura Reservatório Elevado (Atn)	12,12 m
Constante em função do material PVC (K)	18
Aceleração da gravidade (G)	9,81 m/s ²

Vazão de adução

$$Q_a' = (Q_{md} * 24) / t \quad 0,793 \text{ l/s} \quad \text{ou} \quad 2,853 \text{ m}^3/\text{h}$$

Diâmetro da tubulação:

$$D = 1,2 * \sqrt{Q_a} \quad 0,034 \text{ m} \quad \text{ou} \quad 33,782 \text{ mm}$$

(Fórmula de Bresse)

$$\text{Diâmetro adotado: } 0,050 \text{ m} \quad \text{ou} \quad 50 \text{ mm}$$

Área da tubulação:

$$A = D^2 / 4$$

0,002 m²

Velocidade na tubulação:

$$V = Qa / A$$

0,404 m/s

Perdas de Carga:

Perda de carga unitária

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

0,0052 m/m

Perda de carga localizada

$$Hl = \sum k \times (v^2 / 2g)$$

0,0605 m

Sucção

Crivo(ou filtro)	0,75
Válvula de pé	1,75
Redução	0,15
Canalização de sucção	0,03
Curva de 90°	0,4
Redução excêntrica	0,15
$\sum k$ - Comprimento equivalente	3,23

Barrilete

	k
Redução	0,15
Válvula de retenção	2,5
Válvula de gaveta (registro)	0,2
Curvas(3) de 90°	1,2
$\sum k$ - Comprimento equivalente	4,05

Perda de carga total:

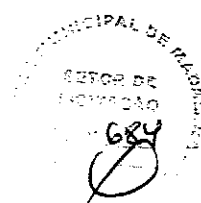
$$Hf = (J \times L') + Hl$$

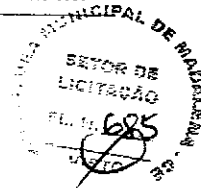
1,30 m

Desnível geométrico:

$$Hg = Nmr - Nmc + Atn$$

17,44 m





Altura manométrica total:

$$H_{mt} = H_g + H_f$$

18,75 m.c.a

Golpe de ariete celeridade:

$$9.900 / [48,3 + K (D / E)]^{0,50}$$

506,77 m/s

Golpe sobre pressão máxima na extremidade da linha:

Sobre pressão no tubo:

$$H_a = C \times V / G$$

20,86 m.c.a

Golpe de pressão máxima instalada (pressão de serviço):

$$P = H_a + H_g$$

38,30 m.c.a

CÁLCULO DA BOMBA

Dados para dimensionamento:

Rendimento do motor (η)

65 %

Vazão de adução (Q_a)

0,793 l/s

Altura manométrica total (H_{mt})

18,75 m.c.a

Fator de correção da potência do motor (f)

50%

Potência da bomba:

$$P' = Q_a \times H_{mt} / 75 \times \eta$$

0,30 cv

$$P = P' \times f \quad 0,46 \text{ cv}$$

$$P = \quad 1,00 \text{ cv}$$

Tipo de bomba: **centrifuga**

Potência adotada: **1,00 HP**

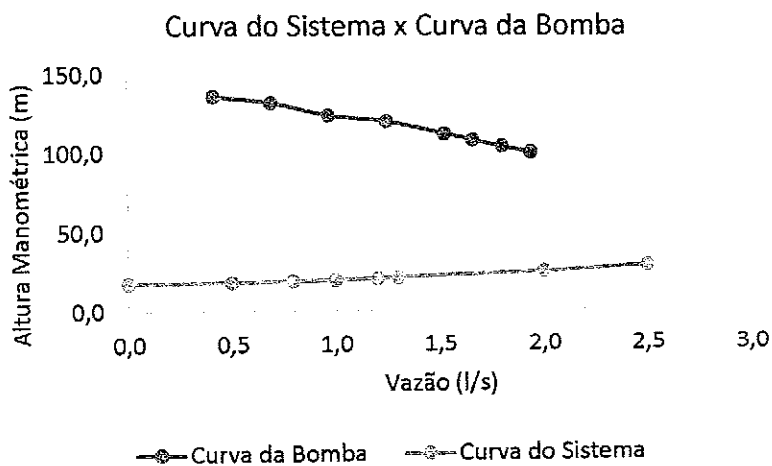
Voltagem: **220/380 V**

Frequência: **60 Hz**

Curva do Sistema e Ponto de Operação

Curva do Sistema	
Q (L/s)	H _m (m)
0,0	17,50
0,5	18,03
1,0	19,42
1,2	20,18
1,3	20,61
0,79	18,75
2,0	24,40
2,5	27,92

Ponto de Operação



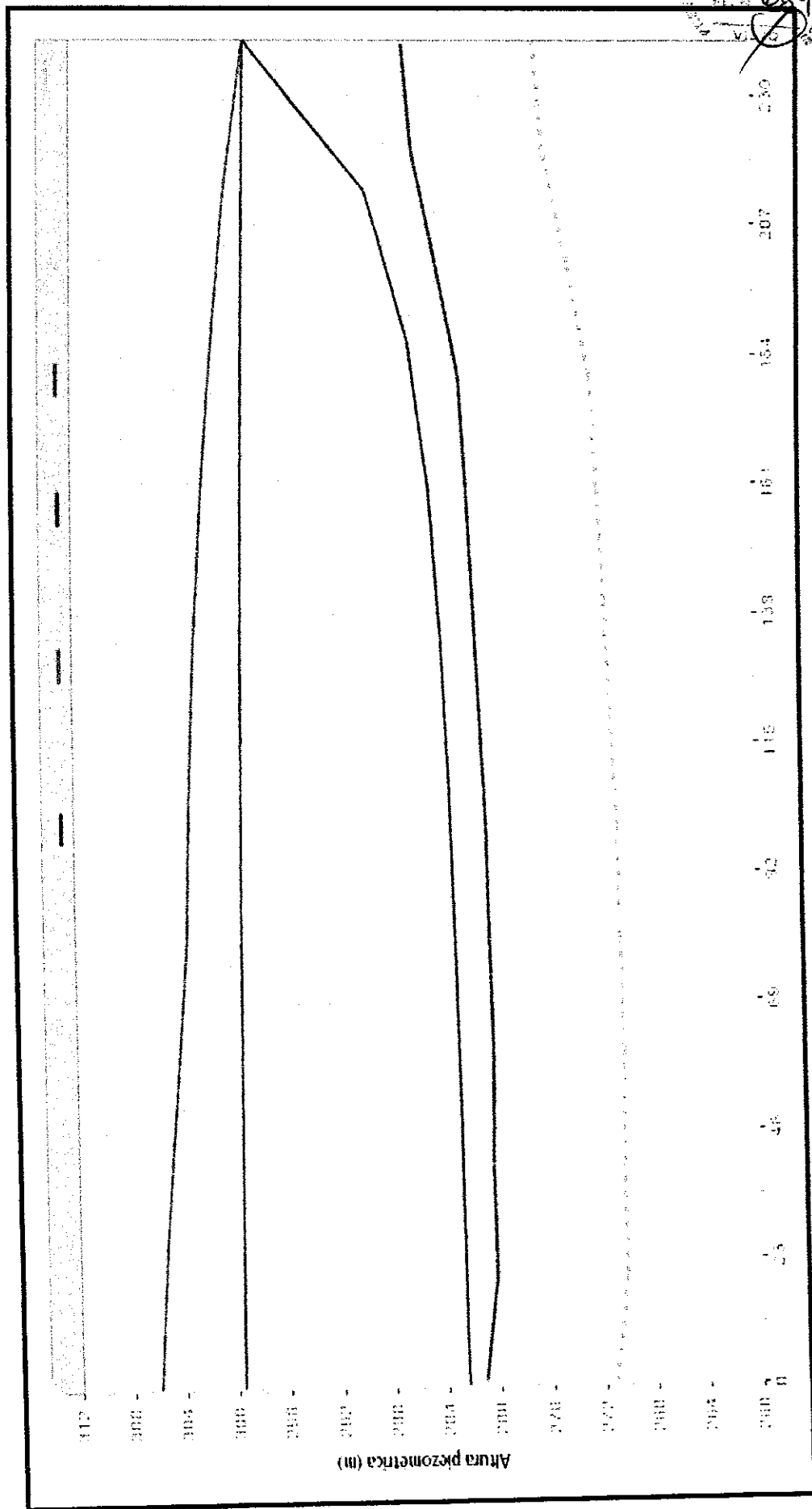
4.6 ANÁLISE DO TRANSIENTE DA ADUTORA DE ÁGUA TRATADA I

DADOS PARA ANÁLISE DE CÁLCULO:	
Extensão da Linha (m):	239,58
Pressão Mínima admissível - PVC (Para projeto):	-4 mca
Material de projeto do tubo:	PVC PBA JEI CL-12
Diâmetro nominal da tubulação (mm):	50
Diâmetro externo da tubulação (mm):	60
Espessura das paredes da tubulação (mm):	2,70
Celeridade da onda encontrada (m/s):	506,77
Arranjo dos conjunto Motor - Bomba	1 Operando + 1 Reserva
Vazão de bombeamento (L/s):	0,793
Altura Manométrica total projetada (mca):	18,75
Potência do motor (HP):	1,00
Rotações por minuto (rpm):	3500,00
Tempo de Análise (s):	60,00
A análise dos transitórios hidráulicos do sistema da linha de recalque, foi realizada utilizando o método das características, se evidência que a linha piezométrica de pressão máxima não ultrapassa a pressão máxima de serviço da tubulação de PVC, evitando problemas de sobrepressão. No entanto, foram observados trechos em que subpressão ficou abaixo do valor mínimo permitido de -4,0 mca, conforme o Caderno de Normas Técnicas da CAGECE SPO-014, o que pode resultar no colapso da tubulação. Para resolver essa questão, foi necessário instalar válvulas de alívio (ventosas), permitindo assim o funcionamento normal do sistema sem comprometê-lo.	

4.6.1 Tabela dos resultados das alturas piezométricas sem proteção

1	0,00	0,00	299,66	54,60	PVC PBA JEI CL-12	306,05	282,56
2	26,62	26,62	299,56	54,60	PVC PBA JEI CL-12	305,38	282,66
3	53,24	26,62	299,46	54,60	PVC PBA JEI CL-12	304,42	282,81
4	79,86	26,62	299,35	54,60	PVC PBA JEI CL-12	303,51	283,02
5	106,48	26,62	299,25	54,60	PVC PBA JEI CL-12	303,19	283,33
6	133,10	26,62	299,15	54,60	PVC PBA JEI CL-12	302,71	283,83
7	159,72	26,62	299,05	54,60	PVC PBA JEI CL-12	302,05	284,67
8	186,34	26,62	298,94	54,60	PVC PBA JEI CL-12	301,20	286,21
9	212,96	26,62	298,84	54,60	PVC PBA JEI CL-12	300,22	289,49
10	239,58	26,62	298,74	54,60	PVC PBA JEI CL-12	298,74	298,74

4.6.2 Gráfico dos resultados das alturas piezométricas sem proteção

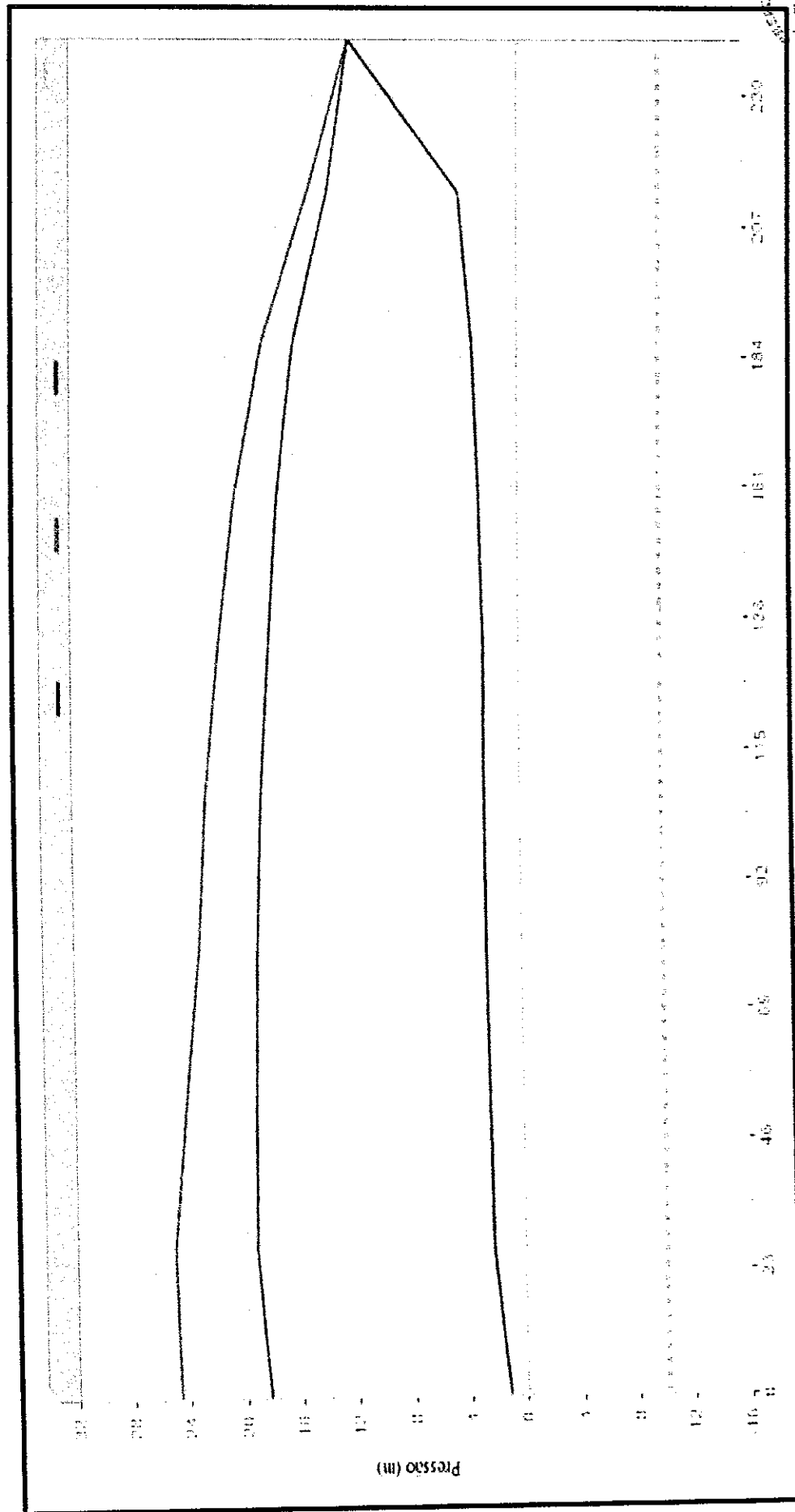


SECRETARIA MUNICIPAL DE MADALENA
SECTOR DE
LICITAÇÃO
Nº 001/2017
VIA

4.6.3 Tabela dos resultados das pressões sem proteção

1	0,00	0,00	18,36	54,60	PVC PBA JEI CL-12	24,75	1,26
2	26,62	26,62	19,24	54,60	PVC PBA JEI CL-12	25,06	2,34
3	53,24	26,62	19,14	54,60	PVC PBA JEI CL-12	24,11	2,49
4	79,86	26,62	18,94	54,60	PVC PBA JEI CL-12	23,09	2,60
5	106,48	26,62	18,57	54,60	PVC PBA JEI CL-12	22,51	2,65
6	133,10	26,62	17,92	54,60	PVC PBA JEI CL-12	21,49	2,60
7	159,72	26,62	17,24	54,60	PVC PBA JEI CL-12	20,25	2,87
8	186,34	26,62	16,05	54,60	PVC PBA JEI CL-12	18,30	3,32
9	212,96	26,62	13,63	54,60	PVC PBA JEI CL-12	15,01	4,28
10	239,58	26,62	12,12	54,60	PVC PBA JEI CL-12	12,12	12,12

4.6.4 Gráfico dos resultados das pressões sem proteção



PREFEITURA MUNICIPAL DE MADALENA
SETOR DE
LICITAÇÃO
PL. N.º 69
VER. 2

Yafa Torres de Castro
Engenheira Civil
CREA 061978572-1

SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA
ASSENTAMENTOS QUIETO E PAU FERRO NO MUNICÍPIO DE MADALENA-CE

4.7 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA E ADUTORA DE ÁGUA TRATADA – ZONA DE PRESSÃO II

• ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

• Dados para dimensionamento:

Tempo de funcionamento da bomba (t)	16 horas
Comprimento Tubulação em PVC (L')	7.908,05 m
Coeficiente do tipo de material (C)	130
Cota da ETA (Nmr)	281,30 m
Cota do recalque máximo (Nmc)	302,27 m
Altura Reservatório Elevado (Atn)	12,12 m
Constante em função do material PVC (K)	18
Aceleração da gravidade (G)	9,81 m/s ²

Vazão de adução

$$Qa' = (Qmd * 24) / t \quad 0,681 \text{ l/s} \quad \text{ou} \quad 2,452 \text{ m}^3/\text{h}$$

Diâmetro da tubulação:

$$D = 1,2 \times \sqrt{Qa} \quad 0,031 \text{ m} \quad \text{ou} \quad 31,317 \text{ mm}$$

(Fórmula de Bresse)

$$\text{Diâmetro adotado: } 0,050 \text{ m} \quad \text{ou} \quad 50 \text{ mm}$$

Área da tubulação:

$$A = D^2 / 4 \quad 0,002 \text{ m}^2$$

Velocidade na tubulação:

$$V = Qa / A \quad 0,347 \text{ m/s}$$

Perdas de Carga:

Perda de carga unitária

$$J = 10,643 \times Qa^{1,85} \times C^{1,85} \times D^{-4,87} \quad 0,0039 \text{ m/m}$$

Perda de carga localizada

$$HI = \sum k \times (v^2 / 2g) \quad 0,0447 \text{ m}$$



Sucção

Crivo(ou filtro)	0,75
Válvula de pé	1,75
Redução	0,15
Canalização de sucção	0,03
Curva de 90°	0,4
Redução excêntrica	0,15
Σk - Comprimento equivalente	3,23

Barrilete

	k
Redução	0,15
Válvula de retenção	2,5
Válvula de gaveta (registro)	0,2
Curvas(3) de 90°	1,2
Σk - Comprimento equivalente	4,05

Perda de carga total:

$H_f = (J * L') + H_i$	31,07 m
------------------------	---------

Desnível geométrico:

$H_g = N_{mr} - N_{mc} + A_{tn}$	33,09 m
----------------------------------	---------

Altura manométrica total:

$H_{mt} = H_g + H_f$	64,16 m.c.a
----------------------	-------------

Golpe de ariete celeridade:

$9.900 / [48,3 + K (D / E)]^{0,50}$	506,77 m/s
---	------------

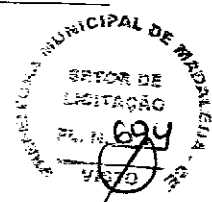
Golpe sobre pressão máxima na extremidade da linha:

Sobre pressão no tubo:

$H_a = C * V / G$	17,93 m.c.a
-------------------	-------------

Golpe de pressão máxima instalada (pressão de serviço):

$P = H_a + H_g$	51,02 m.c.a
-----------------	-------------



• CÁLCULO DA BOMBA

• Dados para dimensionamento:

Rendimento do motor (η)

65 %

Vazão de adução (Q_a)

0,681 l/s

Altura manométrica total (Hmt)

64,16 m.c.a

Fator de correção da potência do motor (f)

50%

Potência da bomba:

$$P' = Q_a \times H_{mt} / 75 \times \eta$$

0,90 cv

$$P = P' \times f \quad 1,34 \text{ cv}$$

$$P = \quad \mathbf{2,00} \text{ cv}$$

Tipo de bomba: **centrifuga**

Potência adotada: **2,00** HP

Voltagem: **220/380** V

Frequência: **60** Hz

Curva do Sistema e Ponto de Operação

Curva do Sistema	
Q (l/s)	H _m (m)
0,0	33,14
0,5	50,65
1,0	96,28
1,2	121,62
1,3	135,74
0,68	64,16
2,0	260,78
2,5	377,12

Ponto de Operação

Curva do Sistema x Curva da Bomba

