

COMISSAO DE LICITAÇÃO

Fl. _____

RUBRICA _____

716
m

SISTEMA DE

ABASTECIMENTO D'ÁGUA

INHARÉ

MUNICÍPIO DE SENADOR POMPEU/CE

VOLUME I

*MEMORIAL DESCRITIVO;

*MEMORIAL DE CÁLCULOS;

*PROJETOS COMPLEMENTARES;

*ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS;

*ANEXOS.



FEVEREIRO/2025

COMISSÃO DE LICITAÇÃO

Fl. 717

Mailson Avelino da Silva

RUBRICA

Diretor executivo

Diretor de produção técnica

Francisco Lauro de Lima

Responsável técnico – área civil

Engenheiro Civil

Francisco Auricio Nogueira de Souza

Responsável técnico – área ambiental

Engenheiro Sanitarista e Ambiental

Antônio Flávio Oliveira Junior

Responsável técnico – setor de projetos

Técnico em edificações

Maria do Socorro Arcelino Lima

Técnica projetista

Estagiária em Engenharia de Produção Civil

Natanael Holanda Sousa

Técnico projetista Técnico projetista

Engenheiro Civil

Taynan Lúcio dos Santos

Técnico desenhista

Técnico em edificações

Equipe Técnica:

LM

Projetos e Construções
Soluções em Saneamento

SUMÁRIO

Fl. 718
RUBRICA 41

1.0	APRESENTAÇÃO DO PROJETO.....	7
2.0	RESUMO DO PROJETO	8
2.1	FICHA TÉCNICA DO SISTEMA PROPOSTO.....	9
2.2	CROQUI	11
3.0	MEMORIAL DESCRITIVO	12
3.1	CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO.....	12
3.1.1	Localização	12
3.1.2	Acesso	13
3.1.3	Aspectos climáticos.....	14
3.1.4	Aspectos ambientais	15
3.1.5	Águas Superficiais	16
3.1.6	Águas subterrâneas	17
3.1.7	Sistema de abastecimento de água	17
3.1.8	Sistema de esgotamento sanitário	17
3.1.9	Aspectos demográficos.....	17
3.2	DIAGNÓSTICO DO SISTEMA EXISTENTE	18
3.3	JUSTIFICATIVA DA CONCEPÇÃO ADOTADA	18
3.4	PARÂMETROS DE PROJETO	19
3.4.1	Recomendações técnicas.....	19
3.4.2	Estimativa populacional.....	19
3.4.3	Vazões do sistema.....	20
3.5	DESCRIÇÃO DAS UNIDADES DO SISTEMA	23
3.5.1	Manancial (poço amazonas)	24
3.5.2	Captação projetada.....	24
3.5.3	Adução de água bruta projetada	24
3.5.4	Estação de tratamento de água.....	25
3.5.4.1	Unidade de mistura rápida.....	26
3.5.4.2	Unidade de flocculocantação.....	27
3.5.4.3	Unidade de filtração	28
3.5.5	Estação de elevatória de água tratada - EEAT	30
3.5.6	Adução de água tratada projetada	31
3.5.7	Reservatório elevado projetado	31
3.5.8	Rede de distribuição projetada.....	32
3.5.9	Ligações prediais.....	33



4.0	MEMORIAL DE CÁLCULOS	34
4.1	DEMANDA E VAZÕES DE PROJETO	34
4.2	ADUTORA DE ÁGUA BRUTA	35
4.3	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA	39
4.4	RESERVATÓRIO APOIADO NA ETA	62
4.5	ADUTORA DE ÁGUA TRATADA PROJETADA	63
4.6	ANÁLISE DO TRANSIENTE DA AAT	67
4.7	RESERVATÓRIO ELEVADO PROJETADO	76
4.8	REDE DE DISTRIBUIÇÃO	77
5.0	LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO	80
5.1	RELATÓRIO DO IBGE	81
5.2	LISTA DE PONTOS	84
6.0	PROJETO GEOTÉCNICO	90
6.1	INTRODUÇÃO	90
6.2	PROCEDIMENTOS	90
6.3	RESULTADOS	91
7.0	PROJETO ELÉTRICO	115
7.1	INTRODUÇÃO	115
7.2	DESCRIÇÃO E DETALHAMENTO DO PROJETO ELÉTRICO	115
7.3	CRITÉRIOS PARA DIMENSIONAMENTOS DAS PROTEÇÕES E CONDUTORES ELÉTRICOS DAS INSTALAÇÕES	116
7.4	SISTEMA DE ATERRAMENTO	120
7.5	UTILIZAÇÃO DOS ELETRODUTOS	121
7.6	PROTEÇÃO CONTRA SURTOS NA REDE ELÉTRICA	122
7.7	ADVERTÊNCIAS E CUIDADOS	122
7.8	DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO	123
8.0	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	128

8.1	GENERALIDADES.....	128
8.2	TERMOS E DEFINIÇÕES	128
8.3	DESCRIÇÃO DOS TRABALHOS E RESPONSABILIDADES	130
8.3.1	GENERALIDADES	130
8.3.2	ENCARGOS E RESPONSABILIDADES DO CONSULTOR / FISCALIZAÇÃO	130
8.3.3	ENCARGOS ADMINISTRATIVOS.....	130
8.3.4	ENCARGOS TÉCNICOS	130
8.4	CONHECIMENTO DAS OBRAS	131
8.4.1	INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS	132
8.4.2	LOCAÇÃO DAS OBRAS	132
8.4.3	ENCARGOS E RESPONSABILIDADES	132
8.4.4	EXECUÇÃO DAS OBRAS	133
8.4.5	ADMINISTRAÇÃO DAS OBRAS.....	134
8.4.6	PROTEÇÃO DAS OBRAS, EQUIPAMENTOS E MATERIAIS	134
8.4.7	REMOÇÃO DE TRABALHOS DEFEITUOSOS.....	135
8.4.8	CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO	135
8.5	MATERIAIS	136
8.6	MÃO-DE-OBRA	136
8.7	VEÍCULOS E EQUIPAMENTOS.....	136
8.8	FERRAMENTAS, APARELHOS E INSTRUMENTOS	136
8.9	MATERIAIS DE CONSUMO PARA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	136
8.10	ÁGUA, ESGOTO E ENERGIA ELÉTRICA	136
8.11	SEGURANÇA E VIGILÂNCIA	136
8.12	ÔNUS DIRETOS E INDIRETOS.....	136
8.13	SERVIÇOS PRELIMINARES	137
8.13.1	Desmatamento, destocamento e limpeza do terreno	137
8.14	OBRA CIVIL	137
8.14.1	Assentamentos de tubos e peças.....	137
8.14.2	Locação e abertura de valas	137
8.14.3	Movimento de terra	138
8.14.4	Natureza do material de escavação	139
8.14.5	Assentamento.....	143
8.14.6	Cadastro.....	144

8.14.7	Caixas de registros e ventosas.....	COMISSAO DE LICITACAO	144
8.14.8	Armazenamento de materiais.....	FI	144
8.14.9	Transporte, carga e descarga de materiais	RUBRICA	144
8.15	SERVIÇOS DE CONCRETOS		145
8.15.1	Parâmetros adotados para concreto.....		145
8.15.2	Concreto simples		145
8.15.3	Concreto Estrutural		145
8.16	FÔRMAS		151
8.17	ARMADURAS.....		152
8.18	TUBOS, CONEXÕES E ACESSÓRIOS.....		153
8.18.1	ferro fundido		153
8.19	CONJUNTO MOTO BOMBAS		156
8.19.1	Fornecimento e instalações de sistemas de bombeamento		156
ANEXOS			160
	RELATÓRIO FOTOGRÁFICO.....		161
	TESTE DE VAZÃO		164
	CURVA DAS BOMBAS		173
	MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS ESTRUTURAS.....		179
	ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA		182

1.0 APRESENTAÇÃO DO PROJETO

Fl. 722
RUBRICA u

O presente documento é um projeto de engenharia desenvolvido para atender com um sistema de abastecimento d'água a comunidade de Inharé, localizada no município de Senador Pompeu - CE, visando os requisitos de aprovação e financiamento da Secretaria das Cidades do Governo do Estado do Ceará.

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 à água tratada.

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

- **Volume I:** Memorial descritivo, memorial de cálculo, projetos complementares, especificações técnicas e anexos.
- **Volume II:** Peças Gráficas.
- **Volume III:** Orçamento, resumo do orçamento, memória de cálculos, cronograma físico financeiro e 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
- Memorial de cálculos
- Projetos complementares (topografia, geotécnico e elétrico)
- Especificações técnicas
- Anexos.



2.0 RESUMO DO PROJETO

FI _____ 728
RUBRICA _____ 04

O presente projeto foi elaborado para atender, com um sistema de abastecimento d'água, a comunidade de Inharé no município de Senador Pompeu. A captação foi projetada a partir de um poço amazonas existente, localizado próximo a comunidade, através de um conjunto motor-bomba do tipo submersa com vazão de 4,54 m³/h, potência de 1,00 CV e altura manométrica de 13,88 m.c.a. A adutora de água bruta projetada será composta por tubulação em PVC PBA JEI DN 50mm CL-12, com extensão de 121,55 m. A estação de tratamento projetada será constituída por floccodecantador de bandejas e filtro de fluxo ascendente em fibra de vidro. A estação elevatória de água tratada recalcará água através de um conjunto motor-bomba do tipo centrífuga com vazão de 4,32 m³/h, potência de 3,00 CV e altura manométrica de 48,82 m.c.a. A adutora de água tratada projetada será composta por tubulação em PVC PBA JEI DN 50mm CL-15 com extensão de 1.123,23 m. O reservatório elevado foi projetado com volume de 25m³ e fuste de 9,00m. A rede de distribuição foi projetada com extensão total de 4.580,00 metros, sendo 4.335,00 metros de tubo PVC PBA JEI DN 50mm e 245,00 metros de tubo PVC PBA JEI DN 75mm e serão executadas 97 ligações prediais com hidrômetros que atenderão 100% da demanda da comunidade.

Por se tratar de um sistema rural com captação a partir de um poço amazonas, este será operado e monitorado pelo SISAR – Sistema Integrado de Saneamento Rural, garantindo assim a funcionalidade e sustentabilidade do sistema.

2.1 FICHA TÉCNICA DO SISTEMA PROPOSTO

PROJETO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Responsável Técnico: Francisco Lauro Lima Falcão

Órgão Financiador: Secretaria das Cidades

Município	Data da elaboração	Resp. Projeto
Senador Pompeu	Fevereiro/25	Francisco Lauro Lima Falcão
Localidade	Data do orçamento	Resp. Orçamento
Inharé	Fevereiro/25	Mailson Avelino

DADOS POPULACIONAIS

Taxa de crescimento	Alcance do projeto anos	Ano início do projeto	População inicial hab.	População Final hab.	Ano final do projeto
2%	20	2025	388	577	2045

Observações: Dados de crescimento anual disponibilizados pelo IBGE

Todas as residências da comunidade foram contempladas no projeto totalizando 100%

VAZÕES DO PROJETO

Vazão de projeto para 20 anos	VAZÃO (L/S)			VAZÃO (M³/H)		
	Media	Máx. Diária	Máx. Horária	Media	Máx. Diária	Máx. Horária
	0,667	0,801	1,201	2,402	2,883	4,324

MANANCIAL

Tipo de Manancial:	Poço amazonas existente
Vazão de produção:	10,00 m³/h

CAPTAÇÃO PROJETADA

Vazão	Qt. Bombas instaladas	Qt. Bombas reserva	Potência	Hman (metros)
4,54 m³/h	1,00	1,00	1,00 cv	13,88

ADUTORA DE ÁGUA BRUTA PROJETADA

Vazão	Material	Diâmetro	Extensão	Pressão de serviço	Classe tubo
4,54 m³/h	PVC	50 mm	121,55 m	42,79 m.c.a	CL-12

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO PROJETADA

Vazão	Área ETA	Filtro	Flocodecantador	Material
		Taxa de Filtração	Dimensões	
4,54 m³/h	9,50 x 10,00	92,54 m³/m². dia	1,00 x 5,50	Fibra de Vidro

BOMBAS LAVAGEM DO FILTRO

Vazão	Qt. Bombas instaladas	Qt. Bomba reserva	Potência	Hman (metros)
47,10m³	1,00	1,00	3,00 cv	6,14 m.c.a

COMISSÃO DE LICITAÇÃO

728

27

RESERVATÓRIO APOIADO NA ETA					
Quantidade	Diâmetro	Formato	Volume	Material	
1,00	3,00	Cilindro	10m³	Concreto	
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA					
Vazão	Qt. Bombas instaladas	Qt. Bomba Reserva	Potência	Hman (metros)	
4,32 m³/h	1,00	1,00	3,00 cv	48,82 m.c.a	
ADUTORA DE ÁGUA TRATADA PROJETADA					
Vazão	Material	Diâmetro	Extensão (m)	Pressão de serviço	Classe Tubo
4,32 m³/h	PVC	50 mm	1.123,23	72,75 m.c.a	CL-15
RESERVATÓRIO ELEVADO PROJETADO					
Quantidade	Diâmetro	Formato	Volume	Material	Fuste
1,00	3,00	Cilindro	25m³	Concreto	9,00 m
REDE DE DISTRIBUIÇÃO					
Diâmetros	Extensão (m)	Material	Pressão máxima	Pressão mínima	
50 mm	4.335,00 (projetada)	PVC	44,51 m.c.a.	10,05 m.c.a.	
75 mm	245,00 (projetada)	PVC			
TOTAL	4.580,00 (projetadas)				
TOTAL DE UNIDADES PREDIAIS					
97 unidades prediais/ Padrão CAGECE					



2.2 CROQUI

RUBRICA

SAA INHARÉ – SENADOR POMPEU

DADOS DE PROJETO	
• Horizonte de projeto	20 anos
• Taxa geométrica de crescimento rural	2 %
• Consumo per capita	100 L/hab/dia
• Taxa de ocupação	4,0 hab/und
POPULAÇÃO ATENDIDA (final de plano):	
ZONA DE PRESSÃO	
• Número de Economias	97 unidades
• População Atual	388 hab
• População de Projeto	577 hab
COMPRIMENTO TOTAL DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO	
ZONA	COMPRIMENTO TOTAL (m)
• ZONA DE PRESSÃO	4.590,00

- ETA
Flocodetecantador (1 unidade):
Altura= 5,50m
Diâmetro= 1,00m
Filtro (1 unidade):
Altura= 3,40m
Diâmetro= 1,00m

- EEAT (Centrifuga)
- Vazão de adução= 1,20l/s ou 4,32m³/h
- Potência= 3,0CV
- Altura manométrica= 48,82m
UTM: X=461962.017 / Y=9386836.432

Reservatório
- Volume= 25,
- Fuste= 9,00m
- Diâmetro= 3,
- UTM: X=461,

Cota ETA: 163,46m

Cota da CAPTAÇÃO: 159,35m

ADUTORA DE ÁGUA BRUTA PROJETADA
Q=4,54m³/h - Ø50mm
L=121,55m - PVC PBA JEI CL-12
PRESSÃO MÁXIMA DE SERVIÇO = 42,79mca

ADUTORA DE ÁGUA
Q=4,
L=1.123,2
PRESSÃO MÁX

Rede de distribuição Zona d
DN 50 (projetada) - L=4.335,
DN 75 (projetada) - L=245,0

Captação em poço amazonas:
- Vazão do poço= 10,00m³/h
- Profundidade= 3,00m
- Nível estático= 1,13m
- Nível dinâmico= 1,50m
- Crivo da bomba= 2,50m
UTM: X=462005.590/Y=9386729.921

Bomba submersa:
- Potência= 1,00CV
- Altura manométrica= 13,88mca
- Vazão de projeto= 1,26l/s ou 4,54m³/h

[Handwritten signature]

3.0 MEMORIAL DESCRITIVO

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

3.1.1 Localização

A comunidade de Inharé pertence ao município de Senador Pompeu no Estado do Ceará, deste modo, faz-se uma breve descrição geral sobre as características do município e suas principais vias de acesso.

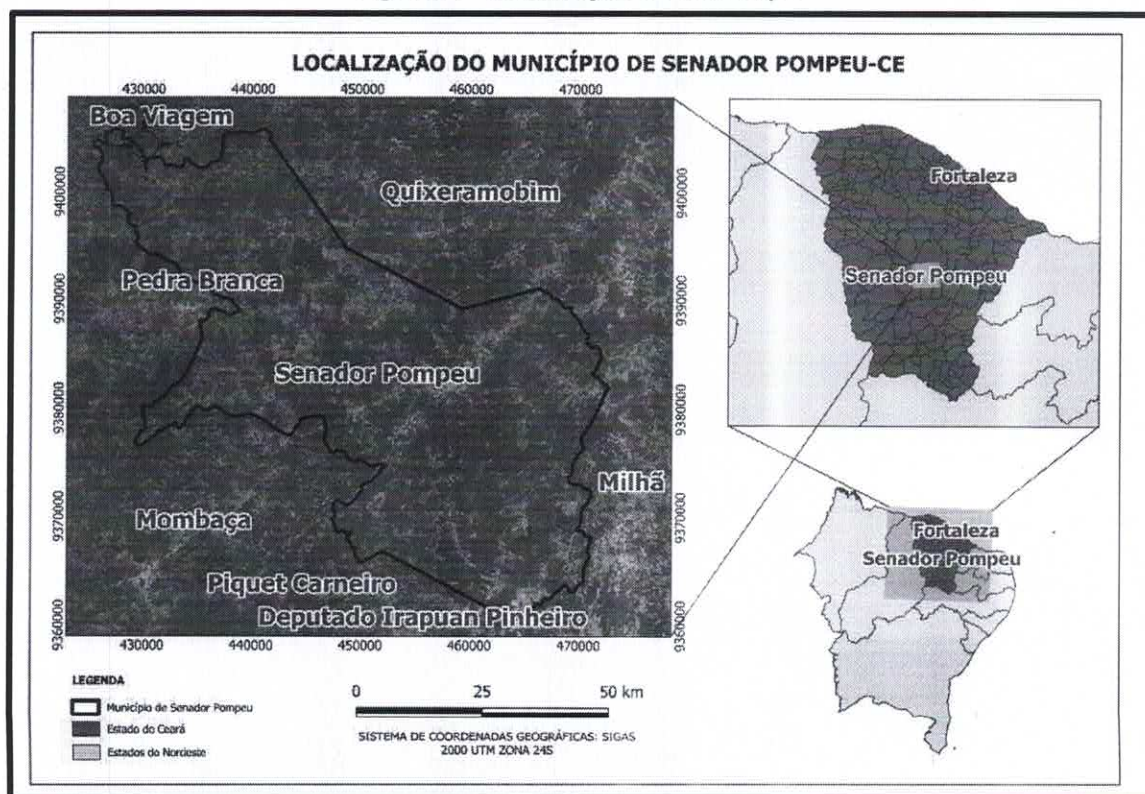
O município de Senador Pompeu possui uma área geográfica de 956,9 km², situa-se na região Sertão Central do estado do Ceará, limitando-se com os seguintes municípios:

Tabela 1 - Limites municipais de Senador Pompeu.

NORTE	SUL	LESTE	OESTE
Quixeramobim	Mombaça, Piquet Carneiro, Dep. Irapuan Pinheiro.	Dep. Irapuan Pinheiro, Milhã.	Pedra Branca, Mombaça

Fonte: LM Projetos e Construções, adaptado de IPECE, 2022.

Figura 1 - Localização do município



Fonte: LM Projetos e Construções, 2025.

Figura 2 - Localização da comunidade



Fonte: LM Projetos e Construções, 2025.

A sede municipal encontra-se em altitude de aproximadamente 177,28 metros acima do nível do mar e localizada nas coordenadas UTM: 502.834 (E) e 9.601.522 (N), deste modo, o município encontra-se inserido na Mesorregião dos Sertões Cearenses e na Microrregião do Sertão de Senador Pompeu.

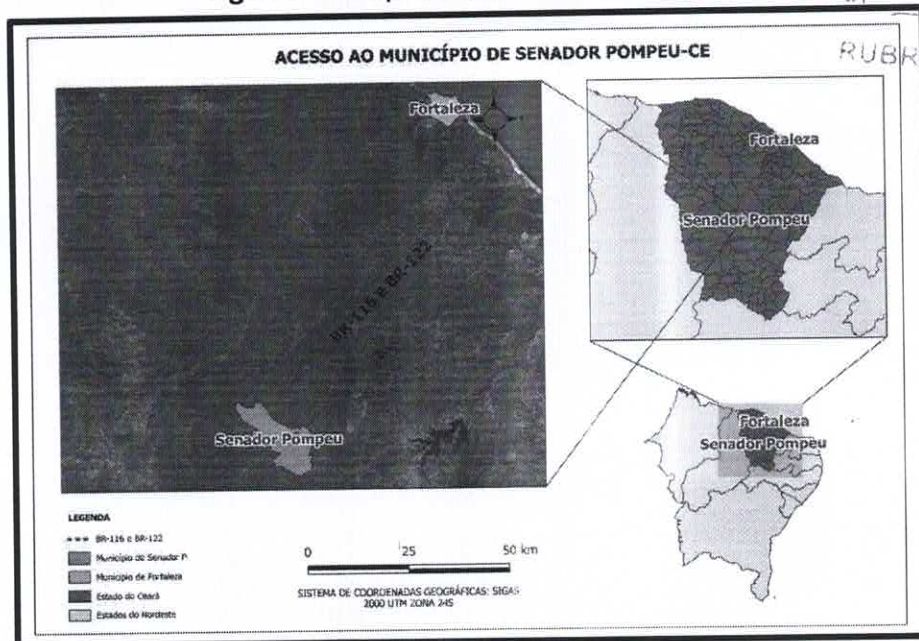
3.1.2 Acesso

A partir de Fortaleza o acesso ao município de Senador Pompeu, pode ser feito por via terrestre através da BR-116, passando pelos municípios de Horizonte e Pacajus, até o triângulo de Chorozinho. Posteriormente, seguindo pela BR-122 passando pelos municípios de Ibaretama, Quixadá e Quixeramobim. Saindo de Quixeramobim, segue-se pela CE-166 até a sede do município de Senador Pompeu, posteriormente segue-se passando por vilas, lugarejos e sítios por estradas carroçáveis até a comunidade.

Francisco Lauro Lima Falcão
FRANCISCO LAURO LIMA FALCÃO
ENGENHEIRO CIVIL / CREA - 0608598216

SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA
INHARÉ – MUNICÍPIO DE SENADOR POMPEU/CE

Figura 3 – Mapa de acesso ao município

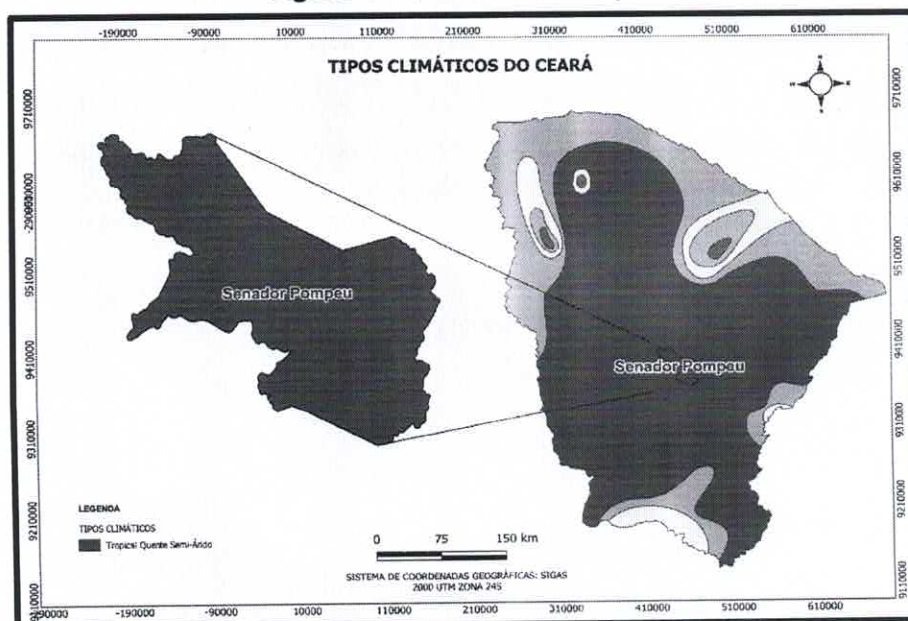


Fonte: LM Projetos e Construções, 2025.

3.1.3 Aspectos climáticos

As condições climáticas municipais são definidas por temperaturas medias entre 26° a 28°C e uma precipitação pluviométrica em torno de 730,7mm anualmente. O período chuvoso situa-se no trimestre (fevereiro a abril), enquanto o trimestre mais seco corresponde aos meses de setembro a novembro. O balanço hídrico é deficitário devido a irregularidade e má distribuição das chuvas na região. O clima em geral é considerado Tropical Quente Semiárido característico das regiões circunvizinhas.

Figura 4 – Clima do município

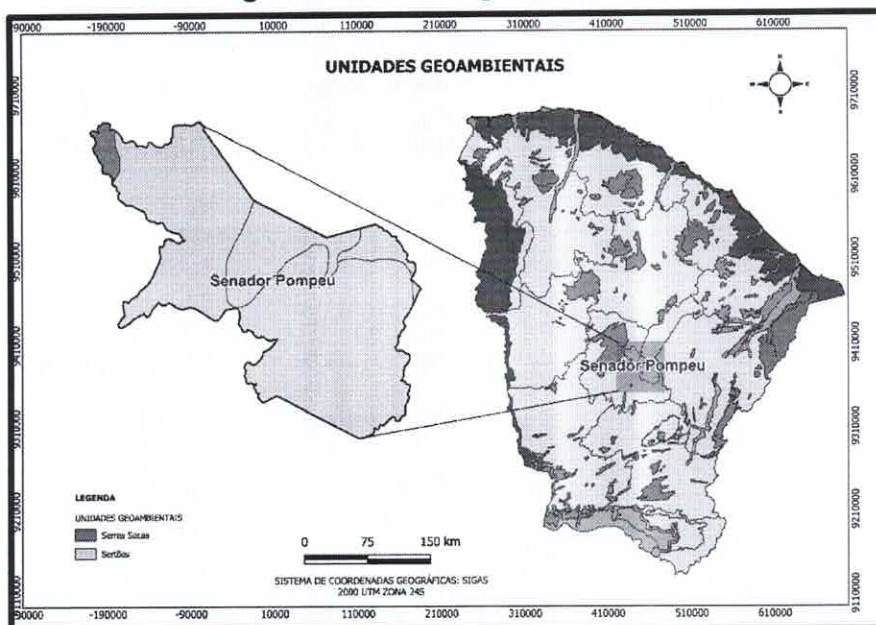


Fonte: LM Projetos e Construções, 2025.

3.1.4 Aspectos ambientais

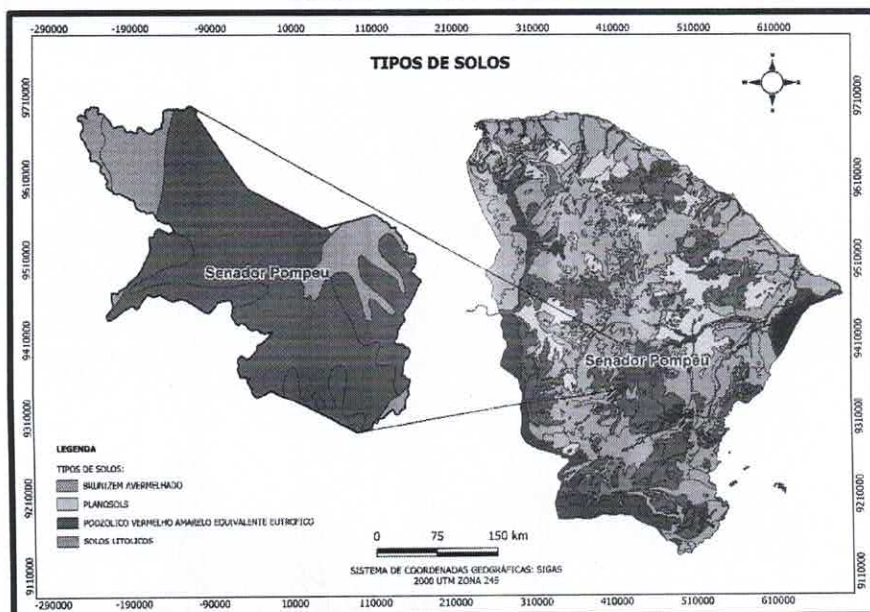
O relevo do município de Senador Pompeu, na região do Sertão Central, são Serras Secas e Sertões (Figura 5). Os tipos de solos identificados na região são Brunizem Avermelhado, Solos Litólicos, Planossolo Solódico e Podzólico Vermelho-Amarelo (Figura 6). O município tem seu território dividido pelas seguintes unidades fitoecológicas: Caatinga Arbustiva Aberta, Caatinga Arbustiva Densa, Floresta Caducifolia Espinhosa (Caatinga Arbórea), essas subdivisões podem ser observadas na Figura 7.

Figura 5 - Unidades geoambientais



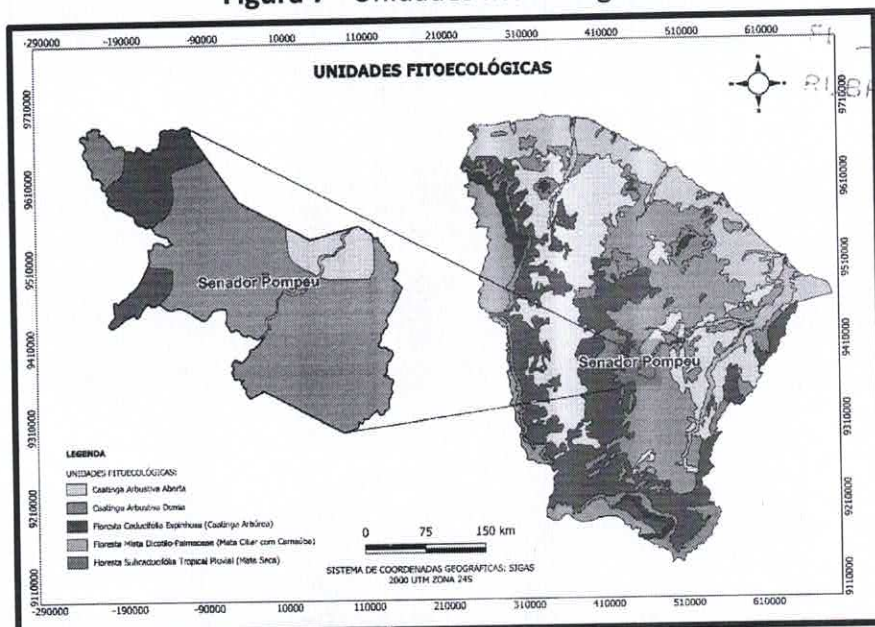
Fonte: LM Projetos e Construções, 2025.

Figura 6 - Tipos de solos



Fonte: LM Projetos e Construções, 2025.

Figura 7 - Unidades fitoecológicas

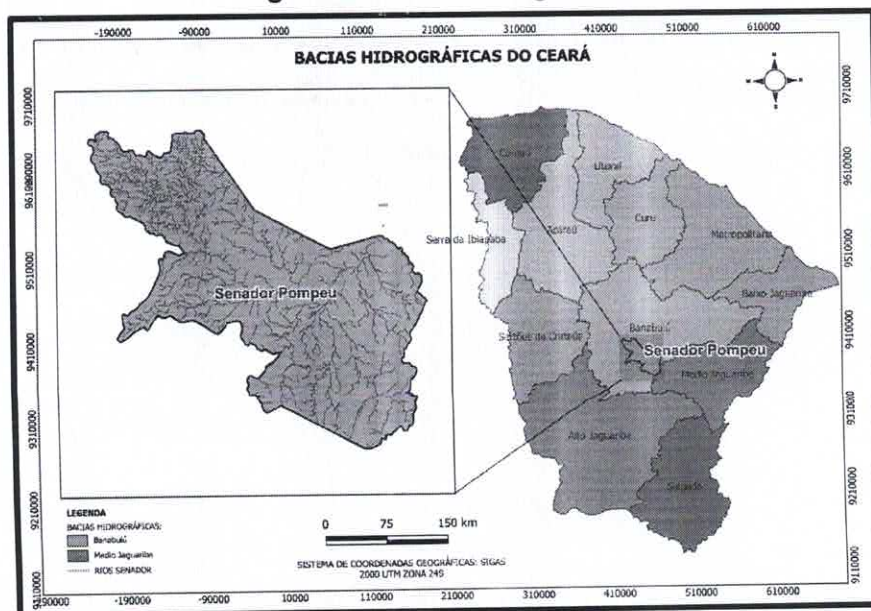


Fonte: LM Projetos e Construções, 2025.

3.1.5 Águas Superficiais

O município de Senador Pompeu está inserido quase totalmente na bacia hidrográfica do rio Banabuiú (Figura 8). A bacia tem uma área de drenagem de 19.829,46 km², correspondente a 13,37% do território Cearense, sendo o Rio Banabuiú, o principal tributário do Rio Jaguaribe. São seus afluentes pela margem esquerda, os Rios Patu, Quixeramobim e Sitiá e pela margem direita apenas o riacho Livramento. Esta bacia apresenta uma capacidade de acumulação de águas superficiais de 2.816.118.936 bilhões de m³, num total de 19 açudes públicos gerenciados pela COGERH-Gerência Regional de Quixeramobim.

Figura 8 - Bacias hidrográficas.



Fonte: LM Projetos e Construções, 2025.

3.1.6 Águas subterrâneas

No município de Senador Pompeu pode-se distinguir dois domínios hidrogeológicos distintos: rochas cristalinas e depósitos aluvionares.

As rochas cristalinas predominam totalmente na área e 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. Dentro deste contexto, em geral, as vazões produzidas por poços são pequenas e a água, em função da falta de circulação e dos efeitos do clima semiárido é, na maior parte das vezes, salinizada. Essas condições atribuem um potencial hidrogeológico baixo para as rochas cristalinas sem, no entanto, diminuir sua importância como alternativa de abastecimento em casos de pequenas comunidades ou como reserva estratégica em períodos prolongados de estiagem.

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. Normalmente, a alta permeabilidade dos termos arenosos compensa as pequenas espessuras, produzindo vazões significativas

3.1.7 Sistema de abastecimento de água

Conforme os dados da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE), a taxa de cobertura d'água urbana no município é de 99,35%, para o ano de 2022.

3.1.8 Sistema de esgotamento sanitário

A Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) não fornece a taxa de esgotamento sanitário urbano do município de Senador Pompeu em nenhum ano.

3.1.9 Aspectos demográficos

O município de Senador Pompeu, segundo resultados provenientes do Censo Demográfico 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), apresenta uma população residente total de 24.266 habitantes, sendo 14.919 habitantes (61,48%) inseridos na zona urbana do referido município e 9.347 habitantes (38,52%) inseridos na zona rural do

referido município, deste modo, resulta-se numa densidade demográfica de 25,36 habitantes/km² para o período de 2022.

COMISSAO DE LICITAÇÃO
FI 733
RUBRICA 12

Tabela 2 - População do município de Senador Pompeu.

Discriminação	População residente					
	2000		2010		2022	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Total	27.225	100,00	26.469	100,00	24.266	100,00
Urbana	15.682	57,60	15.706	59,34	14.919	61,48
Rural	11.543	42,40	10.763	40,66	9.347	38,52
Homens	13.297	48,84	13.019	49,19	11.843	48,80
Mulheres	13.928	51,16	13.450	50,81	12.423	51,20

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2022.

3.2 DIAGNÓSTICO DO SISTEMA EXISTENTE

Constatou-se que a comunidade de Inharé não dispõe de uma infraestrutura de sistema de abastecimento d'água considerada segura e adequada para o consumo humano e que disponha de ligações domiciliares. As famílias da comunidade utilizam-se de soluções alternativas para o abastecimento.

Dentre as soluções podemos mencionar que a comunidade dispõe de 1 poço amazonas, bem como algumas cisternas que são reabastecidas na quadra invernos e ainda o atendimento precário por carros-pipa.

Desse modo, através de visita técnica nas comunidades, pode-se verificar que o manancial mais apto para ser utilizado pelo sistema de abastecimento de água da comunidade de Inharé é um poço amazonas existente, localizado nas coordenadas geográficas: UTM: X=462005.590/Y=9386729.921.

3.3 JUSTIFICATIVA DA CONCEPÇÃO ADOTADA

Verificada as condições precárias de acesso a água das comunidades e a viabilidade técnica e financeira, foi elaborado um projeto para implantação de um sistema de abastecimento d'água, composto por captação a partir de um poço amazonas existente, adutora de água bruta projetada, estação de tratamento de água (ETA), estação elevatória de

água tratada, adutora de água tratada projetada, reservatório elevado projetado, rede de distribuição projetada e ligações prediais com hidrômetros.

COMISSÃO DE LICITAÇÃO
734
FABRICA

3.4 PARÂMETROS DE PROJETO

3.4.1 Recomendações técnicas

De acordo com as recomendações técnicas definidas pela CAGECE, os parâmetros e considerações a serem utilizados no dimensionamento das unidades constituintes do sistema em estudo são:

Tabela 3 - Resumo de consumidores de Inharé

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

* Em casos excepcionais, poderão ser aceitos projetos com pressão dinâmica mínima: 6 m.c.a, conforme o item 9.3.1 do Padrão de Projetos Rurais.

3.4.2 Estimativa populacional

A estimativa populacional foi realizada através de estudos de campo com visita e cadastramento individual de cada imóvel existente na comunidade, atendendo todas as residências e os pontos de maior dificuldade. A comunidade em si não oferece grandes vantagens para atrair habitantes de forma significativa do ponto de vista industrial e comercial, pois 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 4,00 habitantes por residência.

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

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

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

Onde:

P' = Estimativa da população atual

P = População projetada para final de plano

Tc = Taxa de crescimento anual

Ac = Alcance de projeto

Dados cadastrais

Os cadastros foram realizados de forma individual, no que foi identificado os tipos de domicílios que integram a comunidade, bem como as quantidades, conforme resumo abaixo:

Tabela 4 - Resumo de consumidores de Inharé

RELAÇÃO DO CONSUMIDORES	
CASAS	97
TOTAL DE LIGAÇÕES	97

Fonte: LM Projetos e Construções, 2025.

3.4.3 Vazões do sistema

Com base nos parâmetros estabelecidos e mencionados anteriormente, foram estimadas as demandas necessárias para o Sistema de abastecimento de água da comunidade de Inharé no município de Senador Pompeu-CE. Deste modo, foram calculadas as vazões médias de consumo (Q_0), vazão máxima diária (Q_1) e vazão máxima horária (Q_2) pelas seguintes equações:

- Vazão média de consumo (Q_0):

$$Q_0 = \frac{P \times 100}{86400}$$

COMISSÃO DE LICITAÇÃO
FI 736
RUBRICA m

- Vazão do dia de maior consumo (Q_1):

$$Q_1 = \frac{P \times 100 \times k_1}{86400}$$

- Vazão da hora de maior consumo (Q_2):

$$Q_2 = \frac{P \times 100 \times k_1 \times k_2}{86400}$$

Desta forma, obteve-se as seguintes informações do crescimento populacional e as vazões de alcance de projeto:

Tabela 5 - Dados para o crescimento populacional

População atual (hab.)	388
Alcance de projeto (ano)	20
Taxa de crescimento (a.a.)	2%
População de projeto (hab.)	577

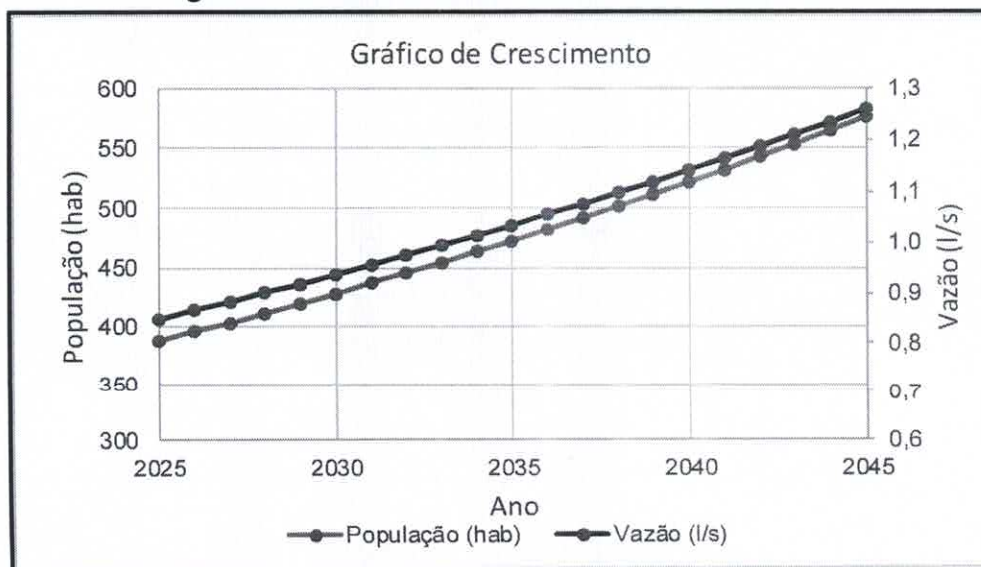
Fonte: LM Projetos e Construções, 2025.

Tabela 6 - Crescimento da população e vazão

Quadro de Crescimento Populacional/Vazão			
Ano	População (hab.)	Vazão (l/s)	Vazão (m³/h)
2025	388	0,849	3,056
2026	396	0,866	3,117
2027	404	0,883	3,179
2028	412	0,901	3,243
2029	420	0,919	3,307
2030	428	0,937	3,374
2031	437	0,956	3,441
2032	446	0,975	3,510
2033	455	0,994	3,580
2034	464	1,014	3,652
2035	473	1,035	3,725
2036	482	1,055	3,799
2037	492	1,076	3,875
2038	502	1,098	3,953
2039	512	1,120	4,032
2040	522	1,142	4,112
2041	533	1,165	4,195
2042	543	1,188	4,278
2043	554	1,212	4,364
2044	565	1,236	4,451
2045	577	1,261	4,540

Fonte: LM Projetos e Construções, 2025.

Figura 2 - Gráfico demonstrando vazão média anual



Fonte: LM Projetos e Construções, 2025.

3.5 DESCRIÇÃO DAS UNIDADES DO SISTEMA

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, o presente sistema foi projetado.

O presente SAA foi dimensionado para as condições de demanda máxima, para que o sistema não funcione com deficiência durante os horários de pico 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 de água são apresentadas em planilha em anexo.

O SAA proposto é composto pelas etapas detalhadas a seguir:

RESUMO DAS ETAPAS DO PROJETO

1. Manancial (poço amazonas);
2. Captação projetada;
3. Adutora de água bruta projetada;
4. Estação de tratamento projetada;
5. Adutora de água tratada projetada;
6. Reservatório elevado projetado;
7. Rede de distribuição projetada;
8. Ligações prediais;



3.5.1 Manancial (poço amazonas)

O manancial utilizado como fonte para o sistema de abastecimento d'água da comunidade será um poço amazonas existente, localizado nas seguintes coordenadas geográficas: **UTM: X=462005.590/Y=9386729.921.**

Tabela 5 - Dados do poço amazonas existente

Dados do poço amazonas de Inharé						
Cidade	Poço	Prof (m)	Q (m³/h)	Ne (m)	Nd (m)	Crivo da Bomba (m)
Senador Pompeu	PT - 01	3,00	10,00	1,13	1,50	2,50
Coordenadas UTM: X=462005.590/Y=9386729.921.						

Fonte: LM Projetos e Construções, 2025.

3.5.2 Captação projetada

A captação foi projetada a fim de atender a demanda existente com um conjunto motor-bomba do tipo submersa com potência de 1,00CV, vazão de 1,261 l/s ou 4,54 m³/h e altura manométrica de 13,88 m.c.a. A captação está situada nas coordenadas em UTM: **X=462005.590/Y=9386729.921.**

Tabela 6 - Características da captação.

Descrição	Quantidade	Unidade
Quantidade de bombas	1 + 1 reserva	und
Vazão	4,54	m³/h
Potência do conjunto motor bomba	1,00	cv
Diâmetro do barrilete de sucção e recalque	50	mm
Altura manométrica total (Hmt)	13,88	mca

Fonte: SaneController, 2025.

3.5.3 Adutora de água bruta projetada

A adutora de água bruta projetada encaminhará a água do poço amazonas até a estação de tratamento de água (ETA). A tubulação é do tipo PVC PBA JEI CL-12 DN 50mm com extensão de 121,55 metros e pressão máxima de funcionamento de 42,79 m.c.a.

Foi projetada a instalação de 1 (um) registro de descarga para limpeza e manutenção e 1 (uma) ventosa com diâmetro nominal de 25mm, com a finalidade de aliviar os efeitos de sub pressão e expulsar o ar da rede, desta forma melhorando a operacionalidade da adutora.

Tabela 7 - Características da adutora de água bruta

Descrição	Quantidade	Unidade
Comprimento da tubulação	121,55	metros
Diâmetro da tubulação	50	mm
Material da tubulação	PVC PBA JEI	CL-12
Pressão de serviço do tubo	42,79	m.c.a

Fonte: LM Projetos e Construções, 2025.

3.5.4 Estação de tratamento de água

A estação de tratamento de água (ETA) tem como objetivo tornar a água *in natura* em uma água apropriada para consumo humano, visando o atendimento aos padrões de potabilidade. A ETA foi dimensionada conforme as recomendações do Caderno de Normas Técnicas para Projetos da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) e do Padrão de Projetos e Obras Rurais da Secretária de Desenvolvimento Agrário do Estado do Ceará.

O projeto baseia-se na tecnologia de ciclo completo (CC), visto os fatores relacionados à qualidade da água bruta. As unidades contempladas no sistema proposto são:

- Unidade de mistura rápida;
- Flocculador;
- Filtro Ascendente;
- Conjunto motobomba para retrolavagem dos filtros;
- Reservatório apoiado de água tratada;
- Desinfecção.

Todas as unidades foram dimensionadas atendendo as recomendações da NBR ABNT 12.216/1992. A concepção do sistema procurou atender a simplicidade operacional e a minimização dos custos. Os dispositivos hidráulicos de interligação entre as unidades foram os mais simples possíveis.

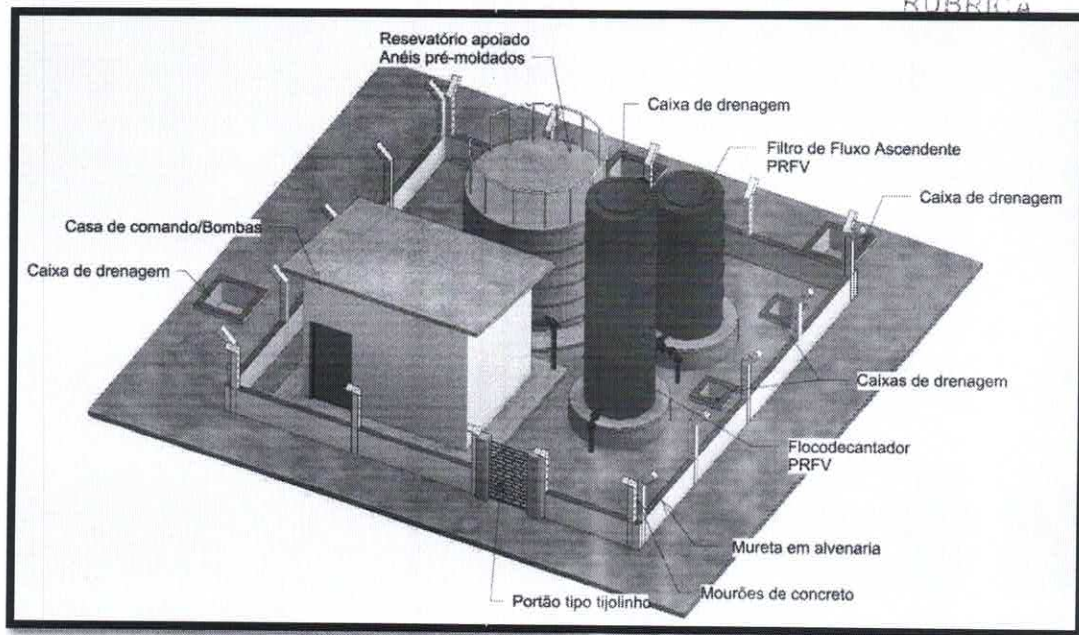
Para facilitar a localização da ETA e para fins de cadastros, a unidade está situada nas coordenadas UTM X=461962.017 / Y=9386836.432.

COMISSÃO DE LICITAÇÃO

Fl. 941

RUBRICA m

Figura 3 - Estação de tratamento de água



Fonte: LM Projetos e Construções, 2025.

3.5.4.1 Unidade de mistura rápida

A solução do coagulante será misturada à água bruta na tubulação antes da chegada à unidade de flocculação, utilizando-se uma placa com um furo central instalada na tubulação, com gradiente de velocidade, calculado para a vazão de projeto, da ordem de 1200 s-1. O coagulante previsto será Policloreto de Alumínio (PAC), devendo a coagulação realizar-se através do mecanismo de varredura, indicada para a coagulação quando se utiliza ciclo completo como tecnologia de tratamento.

As características da coagulação (pH e dosagem do coagulante) devem ser convenientemente determinadas através de ensaios de tratabilidade, utilizando-se modelos reduzidos de simulação de tratamento. Após a mistura rápida, a água coagulada será encaminhada à unidade de floculação.

Para realização da coagulação, será utilizado um kit de aplicação de coagulante conforme descrito na tabela a abaixo.

[Assinatura manuscrita]

Tabela 8 - Características do sistema de coagulação

DESCRIÇÃO	VALORES	UNIDADE
Volume do Tanque	150	litros
Percentual Concentração (%c)	25	%
Tempo de Funcionamento (Tf)	16	horas
Vazão da dosagem (Qd)	4,72	l/h
Concentração da aplicação (Ca)	260	mg/l

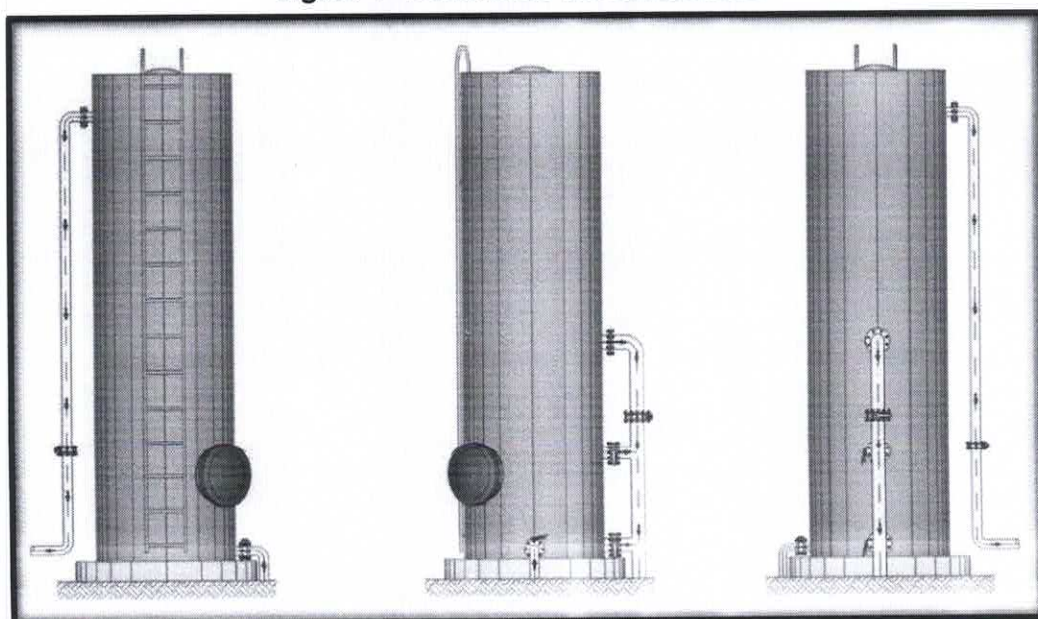
Fonte: LM Projetos e Construções, 2025.

3.5.4.2 Unidade de floccodecantação

O decantador de manto de lodo terá as funções de melhorar os processos de floculação com duas placas com furos que permitirão uma mistura na primeira placa entre 30 – 60 s-1, e uma segunda placa funcionando com gradiente entre 30 – 60 s-1, funcionando a uma taxa constante de aproximadamente $100 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$, de seção cilíndrica e construído em fibra

As unidades de floculação 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 um floccodecantador de manta de lado para remoção das impurezas presentes na água. A floculação se dará por meio de bandejas com orifícios e a decantação ocorrerá no interior da unidade. Na **Tabela 9** estão apresentadas as características do equipamento.

Figura 4 - Detalhe do floccodecantador



Fonte: LM Projetos e Construções, 2025.

Tabela 9 - Características do floccodecantador.

FLOCCODECANTADOR		
Número de floccodecantadores	1,00	und
Diâmetro comercial	1,00	m
Altura útil	5,50	m
Diâmetro da tubulação de entrada	75	mm
Diâmetro da tubulação de saída	100	mm
Diâmetro da tubulação de descarga	150	mm
Diâmetro dos orifícios	30	mm
Número de orifícios b1	4	und
Número de orifícios b2	6	und
Distância entre as bandejas	0,92	m
Altura da calha	0,40	m
Largura da calha	0,40	m

Fonte: LM Projetos e Construções, 2025.

Esta floculação permitirá a formação de flocos mais pesados, favorecendo os processos de decantação e aumentando as carreiras de filtração, permitindo a minimização dos gastos com água para lavagem dos filtros.

3.5.4.3 Unidade de filtração

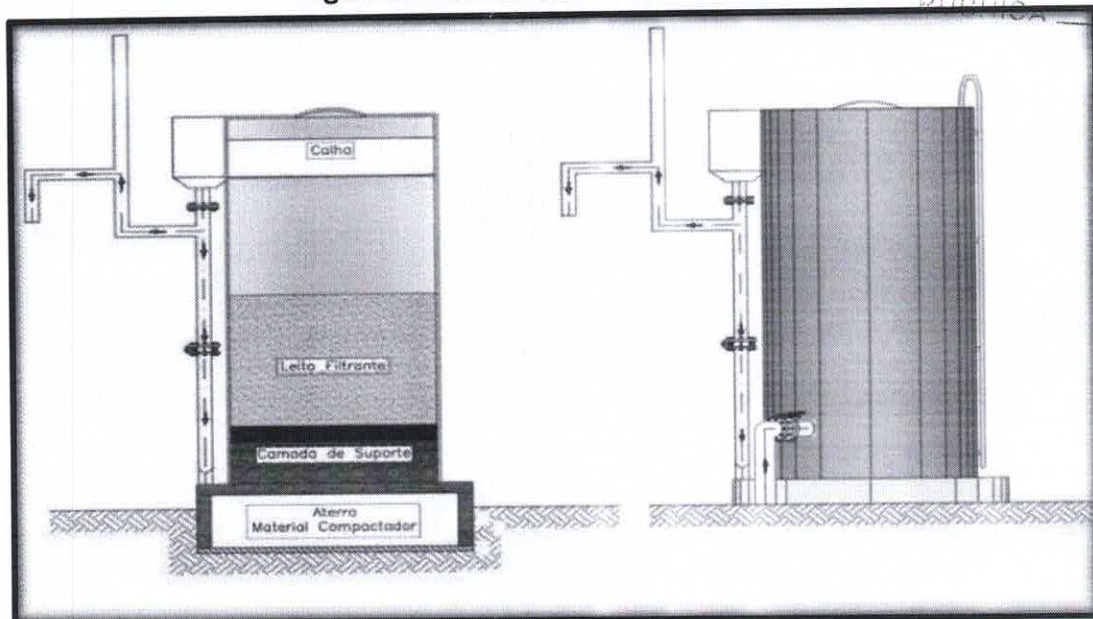
São unidades destinadas a remover partículas em suspensão, no caso em que a água a ser tratada seja submetida a processo de coagulação, seguido ou não de decantação, ou quando comprovado que as partículas capazes de provocar turbidez indesejada possam ser removidas pelo filtro sem necessidade de coagulação. A filtração terá fluxo ascendente e será fabricada em fibra de vidro com meio filtrante de granulometrias determinada de acordo com ABNT NBR 12.216/1992.

Sistema de drenagem: O fundo do filtro será constituído por uma espinha de peixe, providas de orifícios.

Leito filtrante: As especificações do material filtrante foram baseadas em pesquisas realizadas por Di Bernardo (2003) e (2005), cujas características são apresentadas no memorial de cálculo.

Coleta de água filtrada e de água de lavagem: Tanto a água filtrada como a água de lavagem do filtro serão coletadas através de calhas instaladas acima do meio filtrante.

Figura 5 - Detalhe do filtro ascendente



Fonte: LM Projetos e Construções, 2025.

Tabela 10 - Características do sistema de filtração

SISTEMA DE FILTRAÇÃO		
Número de filtros	1,00	und
Diâmetro comercial do filtro	1,00	m
Altura do filtro	3,40	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	0,40	m
Largura da Calha	0,40	m

Fonte: LM Projetos e Construções, 2025.

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

A retrolavagem dos filtros consiste na passagem da água através do filtro em sentido contrário ao fluxo de filtração com o objetivo de remover partículas orgânicas e inorgânicas retidas no meio filtrante. Deverá ser realizada com velocidade ascensional de 1,0 m/min, durante o período de 7 a 10 minutos. O reservatório apoiado terá as seguintes características:

Tabela 11 - Reservatório apoiado (RAP)

RUBRICA

RESERVATÓRIO APOIADO		
Diâmetro do reservatório	3,00	m
Altura útil	1,41	m
Volume total	10,00	m ³
Quantidade	1,0	Und

Fonte: LM Projetos e Construções, 2025.

Será montado um conjunto motobomba (CMB) com as características listadas na **Tabela 12**. Após a filtração ocorrerá o armazenamento de água no reservatório apoiado que terá volume suficiente para realizar a lavagem do meio filtrante quando necessário.

Tabela 12 - CMB retrolavagem da filtração

CMBS RETROLAVAGEM DO FILTRO		
Vazão de lavagem dos filtros	47,10	m ³ /h
Altura manométrica	6,14	mca
Potência do conjunto moto bomba lavagem	3,00	cv
Tipo do conjunto moto bomba	Centrifuga	-
Reservatório Apoiado	10	m ³

Fonte: LM Projetos e Construções, 2025.

O cloro será aplicado na tubulação de chegada do reservatório elevado, após a filtração, para desinfecção. A concentração deverá ser de no mínimo 2 mg/l. O clorador de pastilhas ficará montado no fuste do 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 aumentado-se a dosagem.

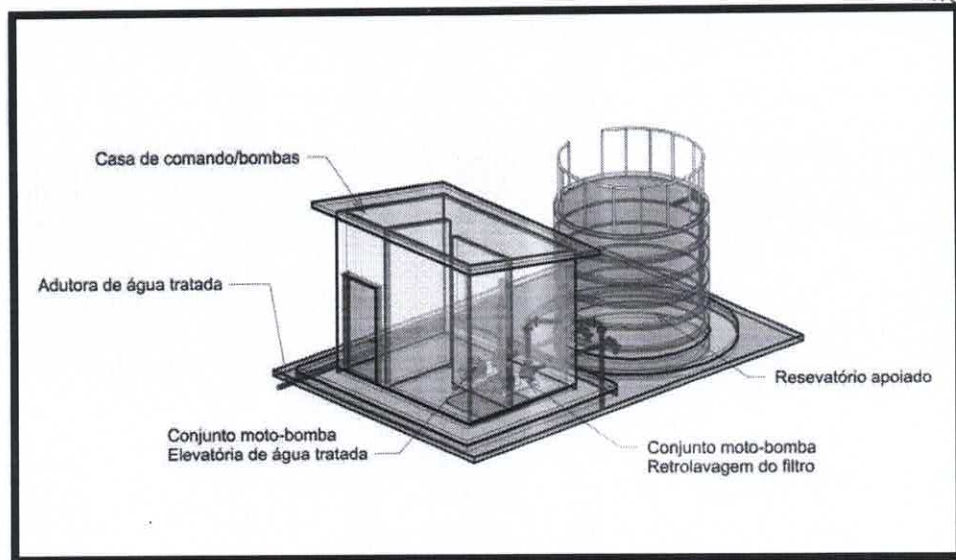
3.5.5 Estação de elevatória de água tratada - EEAT

A estação elevatória de água tratada receberá a água do filtro no reservatório apoiado projetado, com capacidade de armazenamento de 10m³, que servirá como poço de sucção. Na EEAT, a água será recalçada até o reservatório elevado por um conjunto motor-bomba do tipo centrífuga com vazão de 4,32 m³/h, potência de 3,00 cv e altura manométrica de 48,82 m.c.a.



Francisco Lauro Lima Falcão
FRANCISCO LAURO LIMA FALCÃO
ENGENHEIRO CIVIL / CREA - 0608598216

Figura 6 - Estação elevatória de água tratada



Fonte: LM Projetos e Construções, 2025.

3.5.6 Adutora de água tratada projetada

A adutora de água tratada projetada encaminhará a água da estação de tratamento até o reservatório elevado. A tubulação é do tipo PVC PBA JEI CL-15 DN 50mm com extensão de 1.123,23 metros e pressão máxima de funcionamento de 72,75 m.c.a.

Foi projetada a instalação de 2 (dois) registros de descarga para limpeza e manutenção e 3 (três) ventosas com diâmetro nominal de 25mm, com a finalidade de aliviar os efeitos de sub pressão e expulsar o ar da rede, desta forma melhorando a operacionalidade da adutora.

Tabela 13 - Características da adutora de água tratada

Descrição	Quantidade	Unidade
Comprimento da tubulação	1.123,23	metros
Diâmetro da tubulação	50	mm
Material da tubulação	PVC PBA JEI	CL-15
Pressão de serviço do tubo	72,75	m.c.a

Fonte: LM Projetos e Construções, 2025.

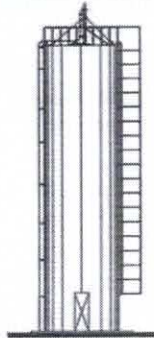
3.5.7 Reservatório elevado projetado

O reservatório elevado de distribuição projetado 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.

Foi projetado a construção de 01 (um) reservatório elevado com volume de 25m³, fuste de 9,00m e 3,00m de diâmetro, em anéis de concreto pré-moldado. A impermeabilização deverá ser realizada aplicando duas camadas de manta asfáltica, tipo II de e=3mm e tipo III. 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 marinho 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 e o aterramento deverá seguir o 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=X=461556.850/Y=9387262.121.

Tabela 14 - Características do reservatório elevado

RESERVATÓRIO ELEVADO PROJETADO			
Volume do reservatório	25,0	m ³	
Fuste	9,0	m	
Altura útil	3,54	m	
Altura total	12,54	m	
Diâmetro	3,0	m	
Quantidade	1,0	und	

Fonte: LM Projetos e Construções, 2025.

3.5.8 Rede de distribuição projetada

A rede de distribuição será pressurizada a partir do reservatório elevado e se constituirá em apenas uma zona de pressão. A rede foi concebida para cálculo como sendo do tipo “espinha de peixe”. Os cálculos hidráulicos foram feitos utilizando-se da fórmula de Hazen – Williams e efetivados por softwares adequados, seguindo as normas da CAGECE.

A pressão dinâmica mínima encontrada na rede foi de 10,05 m.c.a e a pressão máxima estática foi de 44,51 m.c.a, ou seja, encontram-se dentro do intervalo de 10 a 50 m.c.a. recomendado pela ARCE.

A tubulação será em PVC do tipo PBA e os diâmetros variam de 50mm a 75mm. O resultado dos cálculos e processos estão agrupados em planilhas anexo. Conforme se observa o valor máximo de J (m/km) não ultrapassou o valor de 8m/Km. Os detalhes gráficos construtivos estão representados em plantas específicas da rede de distribuição.

Tabela 15 - Diâmetros e extensões da rede de distribuição

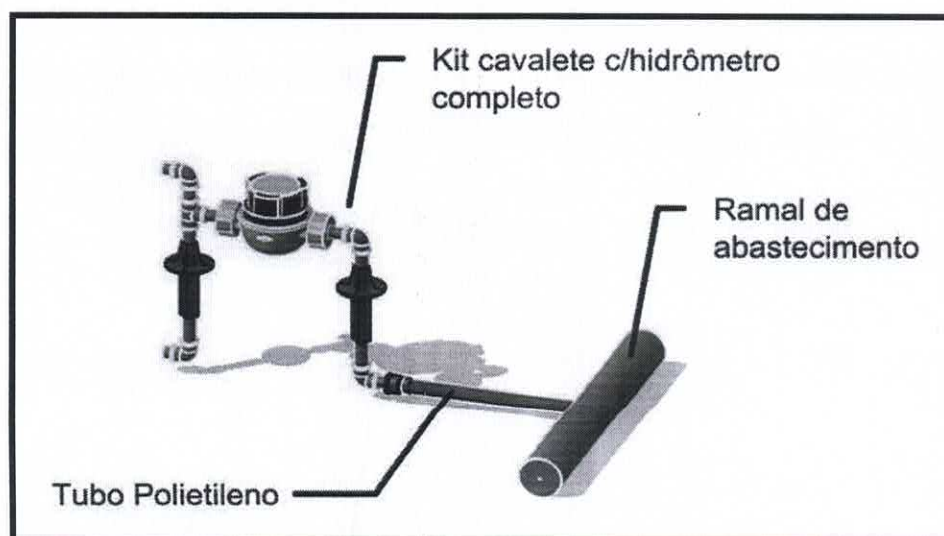
RESUMO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO	
Diâmetro	Extensão
Diâmetro 50 mm CL-12	4.335,00 m
Diâmetro 75 mm CL-12	245,00 m
Extensão total da rede	4.580,00 m

Fonte: LM Projetos e Construções, 2025.

3.5.9 Ligações prediais

As ligações prediais obedecem ao padrão de PP – 003 da Companhia Estadual de Saneamento do Ceará. Serão executadas 97 ligações domiciliares com hidrômetros. Por se tratar de áreas rurais a empresa construtora deverá instalar do lado externo, em lugares que não venham ter riscos de pequenos acidentes, não instalando em percurso de entradas e saídas de domicílios, mas onde a localização do kit esteja de fácil acesso.

Figura 7 - Detalhe da ligação predial



Fonte: LM Projetos e Construções, 2025.

4.0 MEMORIAL DE CÁLCULOS

Fl. 749
RUBRICA m

4.1 DEMANDA E VAZÕES DE PROJETO

- Dados para dimensionamento:**

Número de unidades habitacionais (Nh)	97 und
Consumo per capita (Cc)	100 litros/hab/dia
Coeficiente do dia de maior consumo (K1)	1,2
Coeficiente da hora de maior consumo (K2)	1,5
População inicial de projeto (Pa)	388 hab
População final de projeto (Pf)	577 hab

1. Vazões do Projeto:

1.1 Vazão média de consumo (Vm):

$$Vm = (Pf \times Cc) \div 86400$$

0,667 l/s

ou 2,402 m³/h

1.2 Vazão do dia de maior consumo (Vd):

$$Vd = Vm \times K1$$

0,801 l/s

ou 2,883 m³/h

1.3 Vazão da hora de maior consumo (Vh):

$$Vh = Vd \times K2$$

1,201 l/s

ou 4,324 m³/h

4.2 ADUTORA DE ÁGUA BRUTA

Dados para dimensionamento:

Tempo de funcionamento da bomba (t)	16,00 horas
Comprimento Tubulação em PVC (L')	121,55 m
Cota mínima de recalque do manancial (Nmc)	159,35 m
Cota máxima de recalque do manancial (Nme)	163,46 m
Altura do decantador (Ad)	5,50 m
Crivo da bomba (Cb)	2,50 m
Constante em função do material (K)	18,0
Aceleração da gravidade (g)	9,81 m/s ²

2. Vazão de adução (Qa):

$$Qa = [(Vd \times 24) \div t] \times 1,05$$

1,261 l/s ou 4,540 m³/h

Obs: Acréscimo de 5% para lavagem dos filtros

3. Diâmetro econômico de adução (D):

$$D = 1,2 \times \sqrt{Qa}$$

0,043 m ou 42,616 mm

Obs: Fórmula de Bresse.

Diâmetro Nominal adotado (Da): 0,050 m ou 50,00 mm

Obs: O diâmetro mínimo adotado é 50mm.

CÁLCULOS DO FATOR DE ATRITO (f)

Dados para dimensionamento:

Coefficiente de rugosidade adotado (ε)	0,0100 mm
Viscosidade cinemática do fluido - 25°C (ν)	0,000000892 m ² /s
Constante pi (π)	3,142

5. Determinação do fator de atrito (f):

5.1 Velocidade de escoamento na tubulação (V)

$$V = Qa \div [(\pi \times Da^2) \div 4]$$

0,64 m/s

5.2 Número de Reynolds (Re):

$$Re = (D \times V) \div \nu$$

36016,75 Escoamento Turbulento

5.3 Cálculo do fator de atrito (f)

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

0,023

Obs: Fórmula de Swamme-Jain

CÁLCULOS DE PERDA DE CARGA

6. Perda de carga linear (hf_1):

$$hf_1 = f \times [(L' \times V^2) \div (2 \times g \times Da)]$$

1,18 m

Perda de carga Unitária (j): 0,010 m/m

Trecho	Extensão (m)	Perda de Carga Linear h_f (m)	Perda de Carga Unitária J (m/Km)
Tubo PVC PBA JEI	121,55	1,178	9,6949

7. Perdas de carga localizadas (h_{fl}):

• **Dados para dimensionamento:**

Coef. das singularidades no recalque (K_r)	20,30
Coef. das singularidades na adutora (K_a)	8,00
Velocidade do fluxo no barrilete (V_r)	0,642 m/s
Velocidade do fluxo na adutora (V)	0,642 m/s

BOMBA			
TIPO:	K	QUANT.	K PARCIAL
Recalque (Barrilete)			
Redução	0,30	1,00	0,30
Válvula de Retenção	4,20	1,00	4,20
Tê c/ Saída lateral	7,30	1,00	7,30
Curva 90	2,20	3,00	6,60
Registro Gaveta	0,40	1,00	0,40
Outros	0,25	6,00	1,50
Kr			20,30

COMISSÃO DE LICITAÇÃO
758
RUBRICA M

ADUTORA			
Curva 90	0,40	1,00	0,40
Curva 45	0,28	5,00	1,40
Curva 22	0,20	5,00	1,00
Registro Gaveta	0,40	2,00	0,80
Tê direto p/ ventosa	2,20	2,00	4,40
Ka			8,00
K Total			28,30

7.1 Perdas de carga localizadas (hfl):

$$hfl = \sum K \times [V^2 \div (2 \times g)]$$

0,60 m

8. Perda de carga total (hft):

$$hft = hf_1 + hfl$$

1,77 m

DETERMINAÇÃO DO GOLPE SOBRE PRESSÃO MÁXIMA NA EXTREMIDADE DA LINHAS

• **Dados:**

Material a ser utilizado	PVC PBA JEI
Espessura do tubo (e)	2,7 mm
Classe do material	Classe 12 CL 12

9. Desnível geométrico (Hg):

$$Hg = (Nme + Ad + Cb) - Nmc$$

12,11 m

10. Altura manométrica total (Hmt):

$$Hmt = Hg + hft$$

13,88 m

11. Celeridade da onda (Co):

$$Co = 9900 \div \sqrt{(48,3 + k \times (Da \div e))}$$

506,77 m/s

COMISSÃO DE LICITAÇÃO
FI _____
RUBRICA _____

12. Sobrepressão máxima no extremo da linha (hm):

$$hm = (Co \times V) \div g$$

33,18 mca

13. Golpe de pressão máxima instalada (Ps) - pressão de serviço:

Obs: Para efeitos de cálculos da pressão máxima, é desconsiderado o nível dinâmico do poço (ou crivo da bomba), afim de evitar superdimensionamento da adutora.

$$Ps = hm + Hg - Cb$$

42,79 mca

DETERMINAÇÃO DA BOMBA

Dados para dimensionamento:

Rendimento do motor (η)	45%
Vazão de adução (QaPT-01)	0,0013 m³/s
Altura manométrica (Hmt)	13,884 mca
Peso especif. da água (γ)	1000,00 Kg/m³
Fator de corre. da potência do motor (Fap)	50%
Tipo de bomba (Tb)	Submersa
	4,540312268

14. Potência da bomba (Pb):

$$Pb = (\gamma \times QaPT-01 \times Hmt) \div (75 \times \eta)$$

0,52 CV

14.1 Potência corrigida (Pbc):

$$Pbc = Pb \times (1 + Fap)$$

0,78 CV

Potência comercial adotada (P_{com}):

1,00 CV



FRANCISCO LAURO LIMA FALCÃO
ENGENHEIRO CIVIL / CREA - 0608598216

4.3 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

COMISSÃO DE LICITAÇÃO

FI 785

RUBRICA m

• 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

1,26 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)

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

72,645 m³/d

02. Área do Decantador (A_d)

$$A_d = Q_a \div T_x$$

0,726 m²

03. Diâmetro Calculado (D_a)

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

0,962 m

Diâmetro adotado:

1,00 m

04. Altura adotada do decantador (A_u)

5,50 m



Flocculador. Fonte: Autor, 2019.

1,00 m (de Diâmetro)

5,50 m (de Altura)

COMISSÃO DE LICITAÇÃO

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

FI 784

05. Coeficiente de descarga (Cd)

RUBRICA 21
0,61

06. Taxa de decantação adotada (Txa)

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

92,494 m³/m²*dia

07. Verificação da velocidade longitudinal (Lu)

$$Lu = Q \div Ad$$

0,161 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

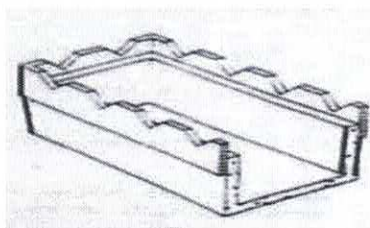
8.2 Extensão mínima das bordas vertedouras (L)

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

0,504 m

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

0,40 m



Fonte: Vianna, 2014

8.4 Vazão recolhida pela calha (q)

$$q = Q \div Nc$$

0,000 m³/s

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

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

0,034 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)

$$Te = q \div L$$

2,500 L/s.m

09. Dimensionamento da descarga de fundo

9.1 Vazão da descarga

$$Q_f = C_d \times A_d \times \sqrt{2g} \times A_u$$

0,112 m³/s

9.2 Diâmetro da canalização adotado (d)

150 mm

9.3 Áreas da tubulação

$$A_1 = \pi \times ((d/1000)/2)^2$$

0,018 m²

9.4 Tempo de esvaziamento

$$T = 0,74 \times (A_d/A_1) \times \sqrt{A_u}$$

77,131 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)

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

59,737 mm

Diâmetro adotado:

75 mm

10.3 Velocidade calculada (Vc)

$$V_c = (Q \div 1000) / ((\pi \times (D_x/1000)^2) / 4)$$

0,285 m/s

11. Dimensionamento das tubulações de saída

11.1 Velocidade máxima adotada (Va)

0,30 m/s

11.2 Diâmetro calculado (Dx)

$$D_x = 1000 \times \sqrt{((4/\pi \times Q/1000)/V_a)}$$

73,162 mm

Diâmetro adotado:

100 mm

11.3 Velocidade calculada (Vc)

$$V_c = (Q \div 1000) / ((\pi \times (D_x/1000)^2) / 4)$$

0,040 m/s

• DIMENSIONAMENTO DO FLOCULADOR:

- Dados para dimensionamento:

Área útil do decantador (Ad)

0,73 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)

$$Ato = Q \div V$$

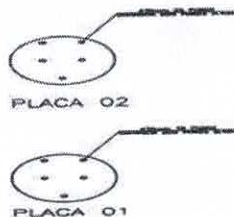
0,003 m²

0,004 m²

RUBRICA

04. Diâmetro dos orifícios adotado (Do)

30 mm



Fonte: Vianna, 2014.

05. Área individual de cada orifício (Aind)

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

0,001 m²

06. Número de orifícios (No)

$$No = Ato \div Aind$$

4 orifícios

6 orifícios

07. Vazão em cada orifício (Qo)

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

0,223 m³/s

0,167 m³/s

08. Distância entre os orifícios adotado (So)

bandeja 1 = 0,25 m

bandeja 2 = 0,20 m

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

FRANCISCO LAURO LIMA FALCÃO
ENGENHEIRO CIVIL / CREA - 0608598216

SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA
INHARÉ - MUNICÍPIO DE SENADOR POMPEU/CE

09. Número de Reynolds correspondente (R)

FI 758

PUBLICA m

$$R = V_o \times (D_o \div 1000) / V_{ci}$$

13.528,749 Escoamento Turbulento

10.146,561 Escoamento Turbulento

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

4,50

4,60

$$X = S_o \times (X/S)$$

1,13 m

0,92 m

X adotado: 2,05 m

11. Gradiente de velocidade de cada bandeja (G)

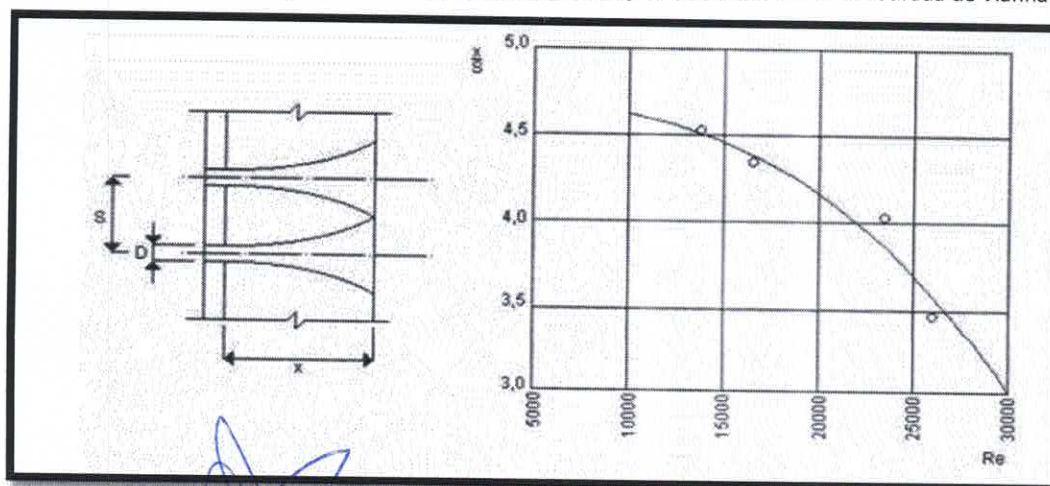
$$G1 = ((D_o \div 1000) / S) \times \sqrt{((\pi \times V_o)^3 / (8 \times V_{ci} \times X_s \times C_d^2))}$$

49,003 s-1

39,351 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.

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



Fonte: (Vianna, 2014)

12. Profundidade da lâmina d'água (L)

FI _____ 959
RUBRICA _____

$$L = X1 + X2$$

2,045 m

13. Diâmetro do floculador (Df)

1,000 m

14. Área do floculador (Af)

$$Af = (X \times Df) \div 4$$

0,785 m²

15. Volume do floculador (Vf)

$$Vf = Af \times L$$

1,605 m³

16. Tempo de floculação (TDH)

$$TDH = Vf / Q$$

21,21 min

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

17. Perda de carga nos orifícios (Ho)

$$Ho = (Vo \div Cd)^2 \times (1 \div (2 \times g))$$

0,02 m

0,01 m

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

17.1 Perda de carga total 1 bandeja:

$$Ho1 = Ho \times No1$$

0,098 m

17.2 Perda de carga total 2 bandejas:

FI 760
RUBRICA an

$$Ho2 = Ho \times No2$$

0,073 m

18. Perda de carga total (Hf)

$$Hot = Ho1 + Ho2$$

0,171 m

• DIMENSIONAMENTO DO FILTRO:

• Dados para dimensionamento:

Quantidade de filtros

1 Unidade

Vazão de adução (Qa)

1,26 l/s

Valor de Pi (π)

3,14

Peso Específico (Ps)

9765 N/m³

Massa Específica (M)

995,7 kg/m³

Viscosidade Absoluta (Va)

0,000798 N.s/m²

Viscosidade Cinemática (Vo)

0,00000804 m²/s

Aceleração da gravidade (g)

9,81 m/s²

Tempo de Funcionamento da bomba (t)

16 horas

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

$$Qad = Qa \text{ (l/s)} \times 3,6 \times t \text{ (h)}$$

72,645 m³/d

2.1 Área transversal do Filtro (At)

$$At = Qad / tas$$

0,484 m²

03. Diâmetro calculado do filtro adotado (Df)

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

0,79 m

Diâmetro adotado:

1,00 m

04. Área Adotada (Afr)

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

0,785 m²

05. Correção da taxa de aplicação (Tas corr)

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

92,541 m³/m².dia

06. Altura total do filtro (Atf)

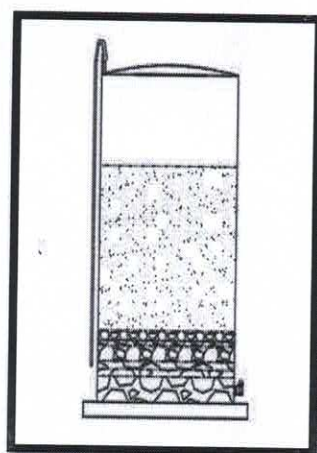
$$Atf = H + L1 + L2 + L3$$

3,40 m

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

0,300 m

6.1 Característica do filtro



1,00 m (Diâmetro)

3,40 m (Altura)

Filtro. Fonte: Autor, 2019.

07. Dimensionamento da calha coletora

7.2 Vazão de lavagem do filtro (Qlf)

$$Q_{lf} = V_{mf} \times A_{fr}$$

0,013 m³/s

RUBRICA

762
m

7.3 Largura útil da calha adotada (b)

0,40 m

7.4 Altura máxima da água (H)

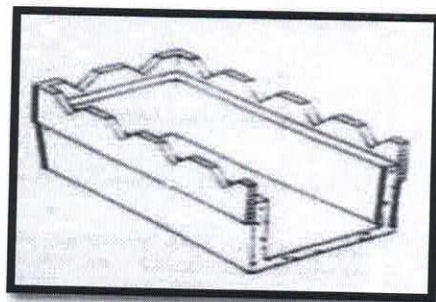
$$H = \sqrt[3]{Q / (1,3 \times b)^2}$$

0,086 m

Altura adotada

0,40 m

7.6 Calha coletora pode ser observada na imagem abaixo:



Calha. Fonte: Vianna, 2014

0,40 m (Altura)

0,40 m (Largura)

7.5 Folga para Espinha de Peixe Adotada (EP)

0,400 m

08. Dimensionamento do sistema de lavagem

8.1 Cálculo do diâmetro equivalente dos grãos (Deq)

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

0,001 m

8.2 Cálculo do número de Galileu (Ga)

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

32.525,877

8.3 Velocidade de mínima de fluidização (Vmf)

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

0,012 m/s

0,705 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)

$$PE = 1 - (1 \div (\sum (1/Xi - Pei)))$$

0,504 porosidade

8.6 Expansão do meio filtrante (E%)

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

21,027 %

8.7 Altura do meio filtrante (Le)

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

0,605 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)

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

0,498 m

9.2 Perda de carga na camada de suporte (Hcs)

0,503 m

764
m

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

Tabela obtida em: (Di Bernardo, 2003)

9.3 Perda de carga no sistema de drenagem (Hsd)

$$Hsd = [(Q_o)/(C_d \times A_o)]^2 / (2g)$$

0,288 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)	0,000413
Velocidade de passagem pelo orifício V_o (m/s)	1,45
Coeficiente 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):

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

207.191,758

Fator (f):

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

0,008

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

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

1,666 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) 0,100 m

9.6 Coeficiente de rugosidade - PVC (ϵ) 0,10 mm

9.7 Perda de carga distribuída na sucção (J_s)

$J_s = (8 \times f \times Q^2) / (g \times \pi^2 \times d^5)$	0,011 m
---	---------

9.8 Perda de carga total na sucção (H_s)

$H_s = J_s \times L_s$	0,393 m
------------------------	---------

Perda de Carga Sucção (lavagem)		
Acessório	Comprimento equivalente (m)	
Válvula de pé e crivo	265 D	26,5
Curva 90° 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 (L_s)	34,43	m

9.9 Perda de carga unitária no recalque (J_r)

$J_r = (8 \times f \times Q^2) / (g \times \pi^2 \times D^5)$	0,011 m
---	---------

9.10 Perda de carga total no recalque (H_r)

$H_r = J_r \times L_s$	0,057 m
------------------------	---------

Perda de Carga Recalque (lavagem)		RUBRICA
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 (L_s)	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) 3,4 m

9.13 Somatório das perdas de carga (ΣH) 2,739 m

9.14 Altura manométrica (Hm)

$$Hm = Hg + \Sigma H$$

6,14 m.c.a

10. Dimensionamento da bomba para lavagem do filtro

10.1 Potência calculada (P)

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

1,65 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%

FRANCISCO LAURO LIMA FALCÃO
ENGENHEIRO CIVIL / CREA - 0608598216

10.2 Potência corrigida (Pc)

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

COMISSAO DE LICITACAO
FI 767
2,47 CV RUBRICA m

Potência adotada

3,00 CV

11. Perda de carga no sistema de filtração

11.1 Velocidade na tubulação de filtração (Vfa)

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

0,04 m/s

Dimensionamento das tubulações de filtração	
Diâmetros	Velocidades máximas (m/s)
100	0,60
100	1,25
Verificações	Velocidades calculadas (m/s)
Correto!	0,04
Correto!	0,04

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)

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

207191,76

11.3 Coeficiente de rugosidade - PVC (ε)

0,10 mm

Fator (f)

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

0,0196

11.4 Perda de carga unitária na sucção (Js)

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

0,0278 m

11.5 Perda de carga total na sucção (Hs)

COMISSAO DE LICITAÇÃO

Fl. 768

RUBRICA

0,0833 m

$$H_s = J_s \times L_s$$

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 (L_s)	3,00	m

11.6 Perda de carga unitária no recalque (Jr)

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

0,0278 m

11.7 Perda de carga total no recalque (Hr)

$$H_r = J_r \times L_s$$

0,1028 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 (L_s)	3,70	m

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

12.1 Perda de carga no sistema de drenagem (ho)

$$h_o = [(Q_o) / (C_d \times A_o)]^2 / (2g)$$

0,0012 m



FRANCISCO LAURO LIMA FALCÃO
ENGENHEIRO CIVIL / CREA - 0606598216

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 (m²)	0,000285
Vazão em cada orifício Q_o (m³/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 (h3)

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

COMISSÃO DE LICITAÇÃO
FI 770
0,068162 m RUBRICA m

12.6 Perda de carga total (HT)

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

0,069970 m

13. Folga para expansão do leito durante a lavagem

Interações para o cálculo de expansão de lavagem (Libânio 2008)												
Alturas das subcamadas de 1 à 5 (m)	d _{sup} (m)	d _{inf} (m)	x _i	d _{eqi} (m)	G _{ai}	V _{mf} (m/s)	P _{ei}	x _i /(1-P _{ei})	Re _m	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)

Tempo de lavagem de um filtro (TI)

Espaçamento Entre os Orifícios (Eo)

Quantidade total de orifícios (Qto)

Coeficiente de Descara (Cd)

Gravidade (g)

1 UNIDADES

13,08 l/s

3,60 m/s

10,00 min

10 cm

176 und

0,61

9,80



Tubo de Distribuição. Fonte: LM Projetos e Construções - 2023

13.1 Área Total (At)

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

COMISSÃO DE LICITAÇÃO
Fl. 771
0,00363 m² PÚBLICA m

13.3 Área de Cada Orifícios (Ao)

$$Ao = At \div Qto$$

0,00002 m²

13.4 Diâmetro dos Orifícios (Do)

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

5 mm

Diâmetro 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)

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

0,95 m/s

13.7 Perda de Carga nos Orifícios (Hfo)

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

0,12 m

Para tubulação (Filtração)

- Dados para dimensionamento:

Quantidade de filtros

Vazão de adução (Qa)

Velocidade Maxima Adotada (Vma)

Espaçamento Entre os Orifícios (Eo)

Quantidade total de orifícios (Qto)

Coefficiente de Descara (Cd)

Gravidade (g)

1,26 l/s

3,6 m/s

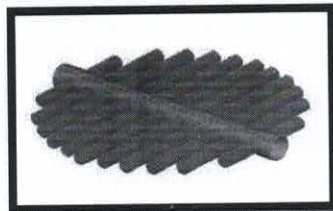
10 cm

176 und

0,61 -

9,8 m/s²

RUBRICA
1 UNIDADES



Tubo de Distribuição. Fonte: LM Projetos e Construções - 2023

13.7 Área Total (At)

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

0,00035 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

FRANCISCO LAURO LIMA FALCÃO
ENGENHEIRO CIVIL / CREA - 0608598216

SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA
INHARÉ - MUNICÍPIO DE SENADOR POMPEU/CE

13.12 Velocidade Calculada (Vc)

COMISSÃO DE LICITAC

FI 773

RUBRICA m

0,09 m/s

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

13.13 Perda de Carga nos Orifícios (Hfo)

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

0,0002 m

• **POLICLORETO DE ALUMÍNIO (PAC)**

• Dados para dimensionamento:

Tempo de funcionamento da bomba (t)	16,00 horas	
Vazão do Sistema (Qa)	1,261 L/s	ou 4,540 m³/h
Teor de cloro no hipoclorito de cálcio (i)	0,10	
Concentração da solução NaClO (C)	0,10	
Densidade do PAC	1,30 g/cm³	ou 1.300,00 kg/m³
Dosagem de PAC	10,00 ml	
Volume de Água Utilizado	1,00 L	
Concentração de PAC	10,00 ml/L	
Concentração da PAC diluído	13.000,00 mg/L (ppm)	
Volume de Solução Aplicada	20,00 ml	
Concentração de PAC aplicada	260,00 mg/L (ppm)	
Concentração da solução (C)	25%	

1. Consumo diário de PAC puro (Cpac):

$$Cpac = [(d \times Qa \times 3600) \div 10^6] \times t$$

18,88 Kg/dia

2. Solução de dosagem:

2.1 Volume da solução (Ch):

$$Ch = [Cc \div i]$$

75,54 L

SI 774
RUBRICA am

2.3 Volume do tanque de armazenamento (Ta):

Obs: Dimensionar com uma margem de segurança 1,1 vezes a quantidade diária.

$Ta = 1,1 \times Ch$	83,09 L
----------------------	---------

2.4 Volume do tanque de armazenamento (Ta): 150,00 L

3. Vazão de dosagem (Qd):

$Qd = Ch \div t$	4,72 L/h
------------------	----------

4. Diâmetro tubo de aplicação (Da):

$Da = 1,2 \times \sqrt{Qd}$	0,001 m	ou	1,37 mm
-----------------------------	---------	----	---------

5. Diâmetro adotado (Daa): 0,025 m ou 25,00 mm

6. Tempo de esvaziamento do tanque (Tv):

$Tv = Ch \div Qd$	16,00 h
-------------------	---------

• **POLÍMERO**

• Dados para dimensionamento:

Tempo de funcionamento da bomba (t)	16,00 horas	
Vazão do Sistema (Qa)	1,261 L/s	ou 4,540 m³/h
Quantidade de Polímero	50.000,00 mg	
Volume de Água Utilizado para Diluição	1.000,00 ml	
Concentração de Polímero da Diluição	50.000,00 mg/L (ppm)	
Volume de Solução Aplicada	2,00 ml	
Concentração de Polímero Aplicada	100,00 mg/L (ppm)	
Concentração da solução (C)	10%	

COMISSÃO DE LICITAÇÃO
FE _____
RUBRICA _____

1. Consumo diário Polímero (Cpo):

$$Cpo = [(d \times Qa \times 3600) \div 10^6] \times t$$

7,26 Kg/dia

2. Solução de dosagem:

2.1 Volume da solução (Ch):

$$Ch = [Cc \div i]$$

72,63 L

2.3 Volume do tanque de armazenamento (Ta):

Obs: Dimensionar com uma margem de segurança 1,1 vezes a quantidade diária.

$$Ta = 1,1 \times Ch$$

79,90 L

2.4 Volume do tanque de armazenamento (Ta):

150,00 L

3. Vazão de dosagem (Qd):

$$Qd = Ch \div t$$

4,54 L/h

4. Diâmetro tubo de aplicação (Da):

$$Da = 1,2 \times \sqrt{Qd}$$

0,001 m

ou

1,35 mm

5. Diâmetro adotado (Daa):

0,025 m

ou

25,00 mm

6. Tempo de esvaziamento do tanque (Tv):

$$Tv = Ch \div Qd$$

16,00 h

4.4 RESERVATÓRIO APOIADO NA ETA

COMISSÃO DE LICITAÇÃO

FI 776

RUBRICA m

01. Volume útil do reservatório apoiado (Vrap)

$$V_{rap} = (QI/60) \times TI$$

7,85 m³

Volume total adotado:

10,00 m³

02. Formato do RAP

Circular

03. Quantidade de reservatórios

1,00 und

04. Altura útil do reservatório (Arap)

1,41 m

4.5 ADUTORA DE ÁGUA TRATADA PROJETADA

• **Dados para dimensionamento:**

Tempo de funcionamento da bomba (t)	16,00 horas
Comprimento Tubulação em PVC (L')	1.123,23 m
Cota mínima de recalque do manancial (Nmc)	163,46 m
Cota máxima de recalque do manancial (Nme)	189,22 m
Altura do Reservatório (Ad)	12,54 m
Constante em função do material (K)	18,0
Aceleração da gravidade (g)	9,81 m/s ²

2. Vazão de adução (Qa):

$$Qa = [(Vd \times 24) \div t] \quad 1,201 \text{ l/s} \quad \text{ou} \quad 4,324 \text{ m}^3/\text{h}$$

3. Diâmetro econômico de adução (D):

$$D = 1,2 \times \sqrt{Qa} \quad 0,042 \text{ m} \quad \text{ou} \quad 41,589 \text{ mm}$$

Obs: Fórmula de Bresse.

$$\text{Diâmetro Nominal adotado (Da):} \quad 0,050 \text{ m} \quad \text{ou} \quad 50,00 \text{ mm}$$

Obs: O diâmetro mínimo adotado é 50mm.

CÁLCULOS DO FATOR DE ATRITO (f)

• **Dados para dimensionamento:**

Coefficiente de rugosidade adotado (ε)	0,0100 mm
Viscosidade cinemática do fluido - 25°C (ν)	0,000000892 m ² /s
Constante pi (π)	3,142

5. Determinação do fator de atrito (f):

5.1 Velocidade de escoamento na tubulação (V)

Obs: Para AAT deve ser adotada a velocidade mínima de 0,3 m/s e máxima de 3,0 m/s de acordo com a NBR 12215-1/2017.

$$V = Qa \div [(\pi \times Da^2) \div 4] \quad 0,61 \text{ m/s}$$

5.2 Número de Reynolds (Re):

$$Re = (D \times V) \div v$$

34301,67 Escoamento Turbulento

5.3 Cálculo do fator de atrito (f)

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

0,023

Obs: Fórmula de Swamme-Jain

CÁLCULOS DE PERDA DE CARGA

6. Perda de carga linear (hf₁):

$$hf_1 = f \times [(L' \times V^2) \div (2 \times g \times Da)]$$

9,980 m

Perda de carga Unitária (j): 0,009 m/m

Trecho	Extensão (m)	Perda de Carga Linear h _f (m)	Perda de Carga Unitária J (m/km)
Tubo PVC PBA JEI	1123,23	9,980	8,89

7. Perdas de carga localizadas (hfl):

• **Dados para dimensionamento:**

Coef. das singularidades no recalque (Kr)	20,30
Coef. das singularidades na adutora (Ka)	8,00
Velocidade do fluxo no barrilete (Vr)	0,612 m/s
Velocidade do fluxo na adutora (V)	0,612 m/s

BOMBA			
TIPO:	K	QUANT.	K PARCIAL
Recalque (Barrilete)			
Redução	0,30	1,00	0,30
Válvula de Retenção	4,20	1,00	4,20
Tê c/ Saída lateral	7,30	1,00	7,30
Curva 90	2,20	3,00	6,60
Registro Gaveta	0,40	1,00	0,40
Outros	0,25	6,00	1,50
Kr			20,30

ADUTORA			
Curva 90	0,40	1,00	0,40
Curva 45	0,28	5,00	1,40
Curva 22	0,20	5,00	1,00
Registro Gaveta	0,40	2,00	0,80
Tê direto p/ ventosa	2,20	2,00	4,40
Ka			8,00
K Total			28,30

FI 774
RUBRICA 4

7.1 Perdas de carga localizadas (hfl):

$$hfl = \sum K \times [V^2 \div (2 \times g)]$$

0,54 m

8. Perda de carga total (hft):

$$hft = hf_1 + hfl$$

10,52 m

DETERMINAÇÃO DO GOLPE SOBRE PRESSÃO MÁXIMA NA EXTREMIDADE DA LINHAS

• Dados:

Material a ser utilizado	PVC PBA JEI
Espessura do tubo (e)	3,3 mm
Classe do material	Classe 15 CL 15

9. Desnível geométrico (Hg):

$$Hg = (Nme + Ad) - Nmc$$

38,30 m

10. Altura manométrica total (Hmt):

$$Hmt = Hg + hft$$

48,82 m

11. Celeridade da onda (Co):

$$Co = 9900 \div \sqrt{48,3 + k \times (Da \div e)}$$

552,54 m/s

12. Sobrepressão máxima no extremo da linha (hm):

$$hm = (Co \times V) \div g$$

34,46 mca

COMISSÃO DE LICITAÇÃO
Fl. 780
RUBRICA m

13. Golpe de pressão máxima instalada (Ps) - pressão de serviço:

$$Ps = hm + Hg$$

72,75 mca

DETERMINAÇÃO DA BOMBA

• **Dados para dimensionamento:**

Rendimento do motor (η)	45%
Vazão de adução (Qa)	0,0012 m ³ /s
Altura manométrica (Hmt)	48,819 mca
Peso especif. da água (γ)	1000,00 Kg/m ³
Fator de corre. da potência do motor (Fap)	50%
Tipo de bomba (Tb)	Centrífuga

14. Potência da bomba (Pb):

4,324106922

$$Pb = (\gamma \times Qa \times Hmt) \div (75 \times \eta)$$

1,74 CV

14.1 Potência corrigida (Pbc):

$$Pbc = Pb \times (1 + Fap)$$

2,61 CV

Potência comercial adotada (P_{com}):

3,00 CV

