

ÍNDICE

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	4
LOCALIZAÇÃO E ACESSO	6
FICHA TÉCNICA DO SISTEMA	10
PLANO DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	13
1 - APRESENTAÇÃO	14
1.1 - PROCESSO DE TRATAMENTO	14
1.2 - FUNCIONAMENTO DA ESTAÇÃO.....	14
2 - DIMENSIONAMENTO	15
2.1 - SISTEMA DE FILTRAÇÃO.....	15
2.2 - SISTEMA DE LAVAGEM.....	16
2.3 - SISTEMA DE DOSAGEM.....	16
2.3.1 - Considerações Gerais	16
2.3.2 - Coagulante/floculante (sulfato de alumínio granulado)	16
2.3.3 - Hipoclorito de cálcio	17
3 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	18
3.1 - CÂMARA DE CARGA.....	18
3.2 - FILTRO ASCENDENTE	19
3.3 - KIT DE PREPARAÇÃO E DOSAGEM DE PRODUTOS QUÍMICOS	21
3.3.1 - Tanque em PRFV	21
3.3.2 - Bomba Dosadora	22
3.3.3 - Agitador	22
3.4 - MOTOBOMBAS PARA LAVAGEM DOS FILTROS E ACIONAMENTO.....	22
3.4.1 - Conjuntos motobombas	22
3.4.2 - Quadro de Comando e Proteção	22
MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA	23
1 - INFORMAÇÕES GERAIS	24
1.1 - GENERALIDADES	24
1.2 – PROCEDIMENTO PARA CONVOCAÇÃO DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA.....	24
2 - TECNOLOGIA DE FILTRAÇÃO	24
4 - OPERAÇÃO DO SISTEMA	26
4.1 - GENERALIDADES	26
4.2 - PRODUTOS QUÍMICOS PARA TRATAMENTO DE ÁGUA	27
4.2.1 - Sulfato de Alumínio ou Férrico	28
4.2.2 - Cal Hidratada	29
4.3 - CONTROLE LABORATORIAL	30
4.3.1 - Método para Ensaio de Coagulação em Papel de Filtro	31
4.4 - FUNCIONAMENTO DA ETA.....	32
4.4.1 - Coagulação	32
4.4.2 - Lavagem do Filtro	33
4.4.3 - Procedimentos Operacionais	34
DESENHO DA FILTRAÇÃO COM FILTROS ASCENDENTES E CÂMARA DE CARGA	38

INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

A escassez de água para o abastecimento das populações residentes no interior do Ceará tem se apresentado como um problema que vem, ao longo dos anos, desafiando as autoridades governamentais.

Inseridos na parte semi-árida do Estado, a sede e as principais localidades do município de Frecheirinha como qualquer outro aglomerado urbano situado sobre o Complexo Cristalino da Região Nordeste do Brasil, só terão seus problemas de suprimento hídrico resolvidos definitivamente com a garantia de um manancial seguro que transformem seus rios intermitentes em permanentes (perenizados). Vale salientar que em função da pequena vazão dos poços perfurados e do teor de sais encontrados, torna-se inviável o desenvolvimento de qualquer atividade econômica sustentável, ou mesmo o abastecimento humano com base unicamente em água subterrânea.

Deste modo, a alternativa que se apresentou mais adequada para o abastecimento das populações locais, indicada no Relatório Técnico Preliminar, foi a utilização das águas acumuladas pelo açude Angicos, e sua adução até a sede municipal por uma adutora que constituem o sistema de abastecimento objeto do presente Projeto Básico.

O Relatório seguinte é a compilação sintética da continuação dos estudos das obras necessárias ao abastecimento humano da sede do referido município e das populações na área de abrangência do sistema a ser proposto.

O presente documento constitui-se no **VOLUME 6 – MANUAL DESCRITIVO DA ETA, E DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO**, referente à **FASE III – ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO FINAL DO PROJETO BÁSICO** do Sistema de Abastecimento D'água de Frecheirinha. Segue rigorosamente as prescrições dos Termos de Referência da Solicitação de Proposta SDP-SMC N.º003/2003/PROGERIRH/SRH/CE, objeto do Contrato n.º 034/2003/PROGERIRH/SRH/CE da Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará – SRH, e os Manuais Técnicos dos Programas do Estado do Ceará financiados pelo Banco Mundial: PROÁGUA SEMI-ÁRIDO e PROGERIRH. O mesmo tem como referência principal o Relatório Técnico Preliminar – RTP aprovado pela SRH-CE, e detalha ao nível de Projeto Básico a Alternativa III, avaliada nos estudos de viabilidade.

O projeto básico do S. A. A. de Frecheirinha, em sua plenitude, constitui-se nos seguintes volumes:

FASE I – ELABORAÇÃO DOS RELATÓRIOS RIO E RTP

- RELATÓRIO PARA IDENTIFICAÇÃO DE OBRAS (RIO)
- RELATÓRIO TÉCNICO PRELIMINAR (RTP)

FASE II – ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO FINAL DE VIABILIDADE (RFV)

- RELATÓRIO FINAL DE VIABILIDADE (RFV)

FASE III – ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO FINAL DO PROJETO BÁSICO

- RELATÓRIO DOS SERVIÇOS TOPOGRÁFICOS
- RELATÓRIO DOS SERVIÇOS GEOTÉCNICOS
- RELATÓRIO FINAL DO PROJETO BÁSICO
 - **VOLUME 1 – RELATÓRIO DO PROJETO**
 - **VOLUME 2 – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**
 - TOMO I – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA AS OBRAS CIVIS
 - TOMO II – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA O FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E HIDROMECÂNICOS
 - **VOLUME 3 – DESENHOS**
 - **VOLUME 4 – ORÇAMENTO E QUANTITATIVOS**
 - **VOLUME 5 – MEMORIAL DE CÁLCULO**
 - **VOLUME 6 – MANUAL DESCRITIVO DA ETA, E DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO**

LOCALIZAÇÃO E ACESSO

LOCALIZAÇÃO E ACESSO

O município de Frecheirinha, está situado na porção noroeste do Estado do Ceará, região administrativa 6, microrregião homogênea de Coreaú, região hidrográfica do rio Coreaú. Possui uma área geográfica de 137,5 km², representando cerca de 0,09% do território cearense. Limita-se com os municípios de Coreaú, Ubajara e Tianguá. A sede municipal, situada a 121 m de altitude em relação ao nível médio do mar, possui as seguintes coordenadas geográficas:

- LATITUDE.....03°45'36" S
- LONGITUDE40°48'59" W

As coordenadas UTM no reservatório elevado R-2 naquela sede municipal são:

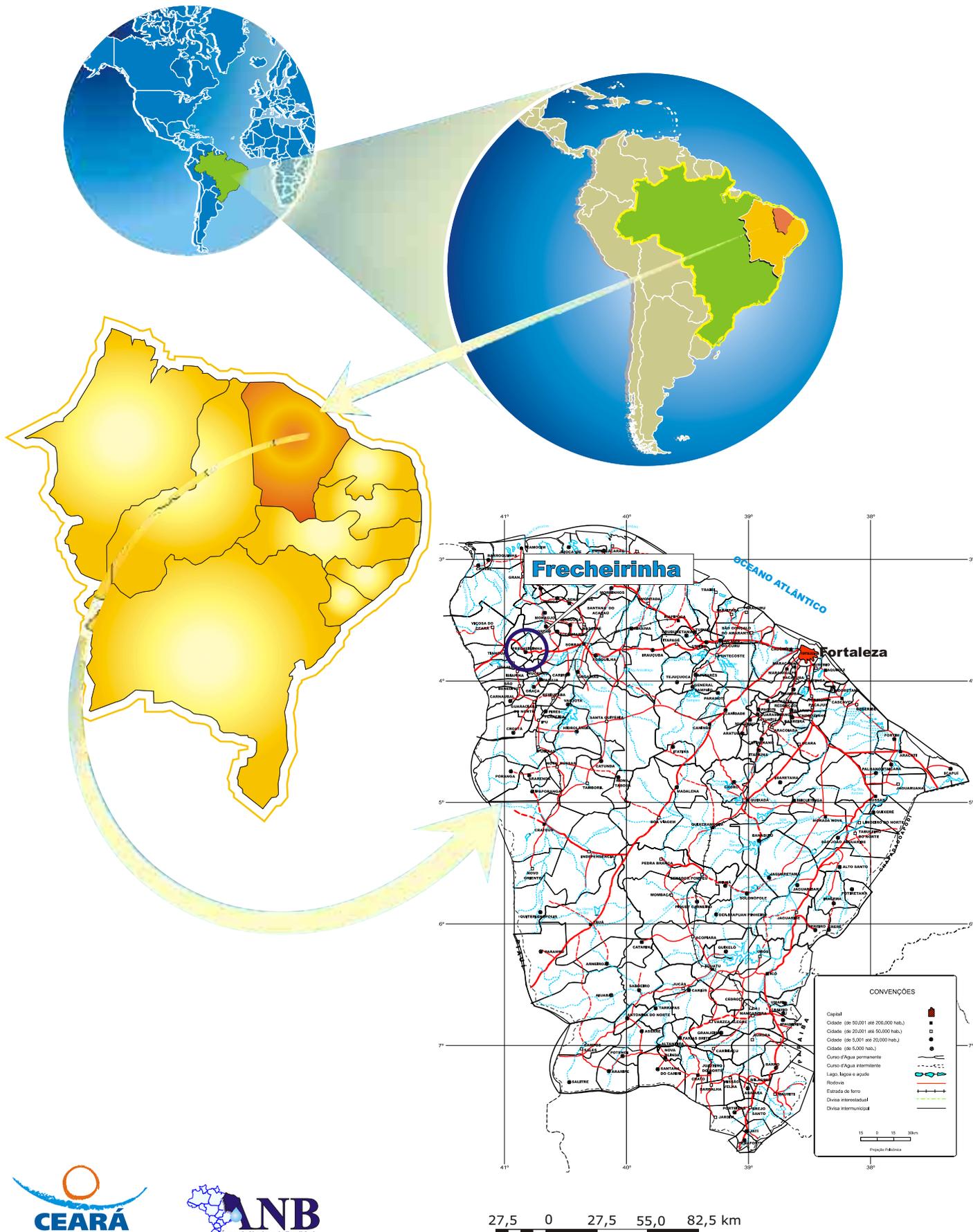
- 298.319 E
- 9.583.726 N

O principal acesso à sede municipal de Frecheirinha, a partir de Fortaleza, é feito através da Rodovia Federal BR-222, passando-se por Sobral. Esse percurso perfaz uma extensão total de, aproximadamente, 305 km.

O acesso aos locais das obras pode ser feito por estradas carroçáveis numa extensão total de aproximadamente 18 km, medidos desde a sede, até o açude Angicos como pode se observar na ilustração.

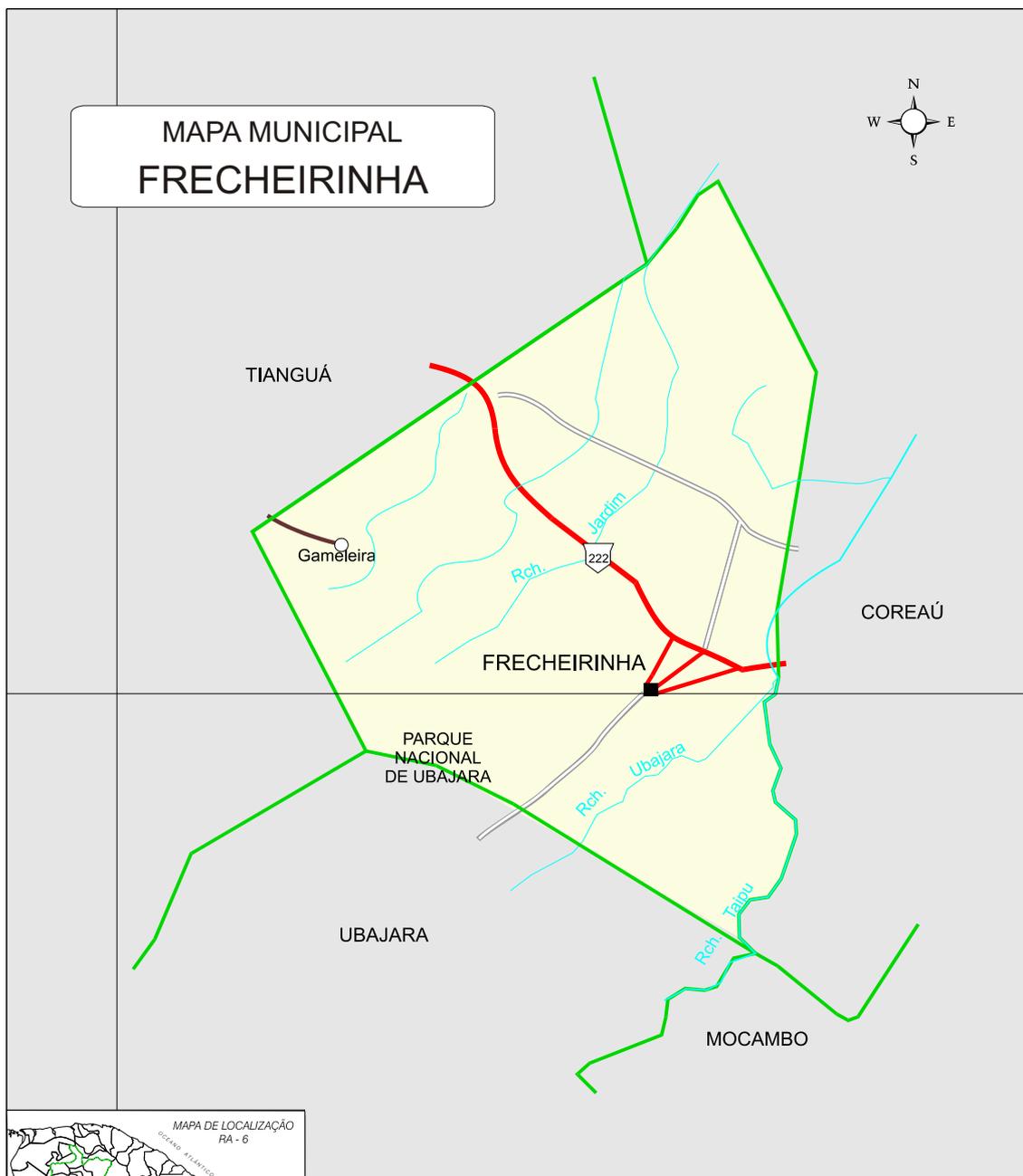
Os mapas de localização e acesso ao município de Frecheirinha no contexto nacional, regional, estadual e municipal, são apresentados a seguir.

MAPA DE LOCALIZAÇÃO NO CONTEXTO NACIONAL, REGIONAL E ESTADUAL

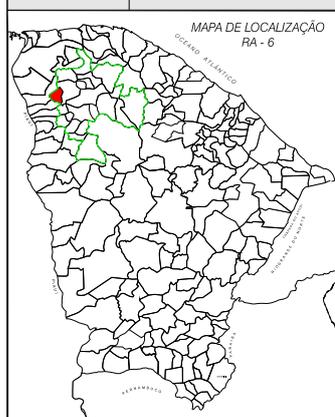


41°

MAPA MUNICIPAL FRECHEIRINHA



3°45'



LEGENDA	
Limite Municipal	
Sede Municipal	
Lugarejo/Local	
Prefixo Rod: Federal	
Rodovia Pavimentada	
Rodovia Implantada	
Rodovia Leito Natural	
Curso água permanente	
Curso água intermitente	
Lago, Lagoa	
Agude, barragem	

FICHA TÉCNICA DO SISTEMA

A seguir apresentamos as principais características técnicas, bem como um lay-out do sistema proposto.

FICHA TÉCNICA DO SISTEMA DE ADUÇÃO PARA FRECHEIRINHA

- **OBJETIVO:**..... Abastecimento d'água da sede municipal de Frecheirinha, da localidade de Jardim e da população de sua área de influência

POPULAÇÃO BENEFICIADA NO FINAL DO PLANO(2033): 14.444 habitantes

- **CAPTAÇÃO**

- N. A. MÁX. OPERACIONAL: 115,61
- N. A. MÍN. OPERACIONAL: 98,00
- COTA DE FUNDO DO CANAL DE APROXIMAÇÃO:..... 107.00
- TIPO:..... Flutuante
- N.º DE PLATAFORMAS: 01 ud

- **ADUÇÃO**

- **ADUTORA DE ÁGUA BRUTA**

- TRECHO FLUTUANTE**

- TIPO DE MATERIAL :..... PEAD
- EXTENSÃO: 180,00m
- TEMPO DE FUNCIONAMENTO/DIA: 20 horas
- VAZÃO/LINHA: 32,34 l/s
- DIÂMETRO: 200mm

- TRECHO ENTERRADO:**

- TIPO DE MATERIAL:..... PVC-VINILFER
- EXTENSÃO: 40,00m
- VAZÃO: 32,34 (l/s)
- DIÂMETRO: 200mm

- **ADUTORA DE ÁGUA TRATADA**

- TRECHO PRESSURIZADO:**

- TIPO DE MATERIAL:..... PRFV
- EXTENSÃO: 13.260,00 m
- VAZÃO: 32,34 (l/s)
- DIÂMETRO: 200mm

- TRECHO GRAVITÁRIO:**

- TIPO DE MATERIAL:..... PVC-PBA
- EXTENSÃO: 4.891,00 m
- VAZÃO: 32,34 (l/s)
- DIÂMETRO: 200mm

RESERVATÓRIO DE PASSAGEM

- FORMA: circular
- DIÂMETRO: 10,00m
- ALTURA ÚTIL: 2,50 m
- ALTURA TOTAL : 0,50 m
- CAPACIDADE NOMINAL: 300 m³

• TRATAMENTO

- N.º DE FILTROS: 02ud
- DIÂMETRO UNITÁRIO: 4,00m
- VAZÃO DO SISTEMA PARA 24Hs: 97,02 m³/h
- TEMPO DE FUNCIONAMENTO: 20h/dia
- TAXA DE FILTRAÇÃO: 120m³/m²xdia
- ÁREA DE FILTRAÇÃO: 7,84 m²
- VAZÃO TOTAL PARA 20Hs.: 116,42 m³/h

• ELEVAÇÃO

▪ ÁGUA BRUTA:

- N.º DE CONJUNTOS ELEVATÓRIOS: 01 + 01(reserva)
- VAZÃO DO CONJUNTO: 32,34 (l/s)
- ALTURA MANOMÉTRICA NOMINAL..... 26 mca
- POTENCIA NOMINAL DO CONJUNTO..... 20 CV

▪ ETA/LAVAGEM DOS FILTROS:

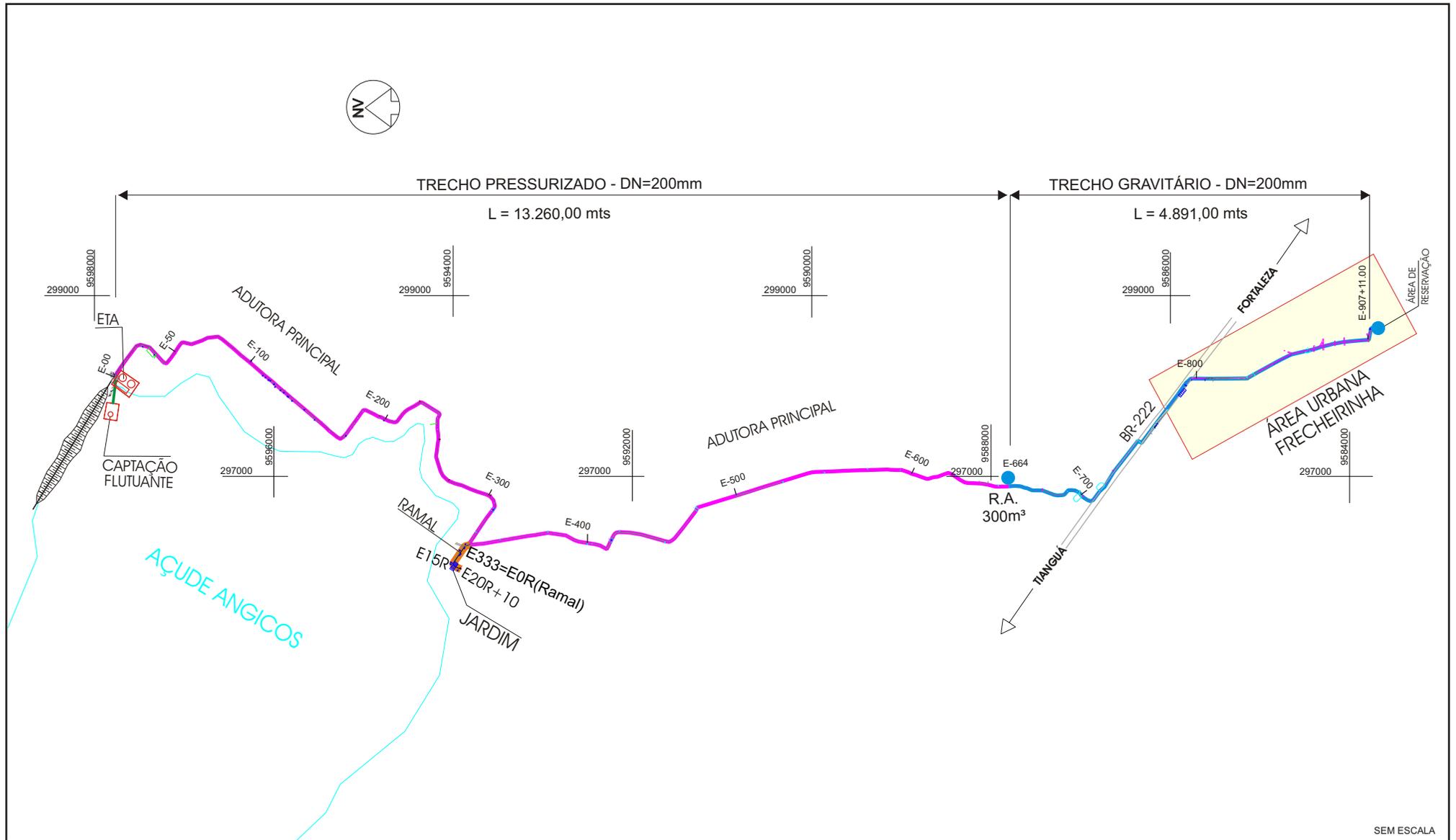
- N.º DE CONJUNTOS ELEVATÓRIOS: 03 + 01(reserva)
- VAZÃO POR CONJUNTO: 60,00l/s
- ALTURA MANOMÉTRICA NOMINAL..... 10 m
- POTENCIA NOMINAL DO CONJUNTO..... 12,5 CV

▪ ÁGUA TRATADA

- N.º DE CONJUNTOS ELEVATÓRIOS: 01 + 01(reserva)
- VAZÃO DO CONJUNTO: 32,34 (l/s)
- ALTURA MANOMÉTRICA NOMINAL..... 95 m
- POTENCIA NOMINAL DO CONJUNTO..... 60 CV

• RESERVAÇÃO:

- ETA - Reservatório apoiado de 150m³
- EE-AT - Reservatório apoiado de 150m³



SEM ESCALA

LEGENDA:

- Trecho Flutuante - PEAD - DN=200mm
- Tubulação Pressurizada - DN=200mm
- Tubulação Gravitária - DN=200mm
- Ramal para Jardim - DN=100mm

Sistema de Abastecimento de Água de Frecheirinha

FIGURA 1.1 - LAY-OUT DO SISTEMA

ANB - Águas do Nordeste do Brasil Ltda.

PLANO DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

1 - APRESENTAÇÃO

1.1 - PROCESSO DE TRATAMENTO

De acordo com as características físico-químicas da água a ser tratada, estamos propondo uma estação compacta com filtros de fluxo ascendente que vem sendo largamente aplicados como unidades completas de tratamento, isto é, para clarificação e filtração sem unidades anteriores e posteriores. As vantagens desse processo sobre os demais, considerando o pequeno porte da estação são:

- Concepção modular e cambiável que permite arranjos econômicos;
- Descarga de fundo com introdução de água na interface do leito filtrante permitindo carreiras de filtração mais longas, taxas maiores que as convencionais e redução do consumo de água de lavagem em relação à água produzida;
- Modelo padronizado e bastante difundido;
- Menor custo de implantação;
- Simplicidade operacional;
- Menor consumo de produtos químicos;
- Assistência técnica e garantia pelo fabricante.

1.2 - FUNCIONAMENTO DA ESTAÇÃO

A alimentação dos filtros ascendentes realiza-se através de tubulação a partir da câmara de carga hidráulica onde recebe os coagulantes e realiza a mistura rápida em misturador hidráulico tubular com malhas. A câmara de carga provê carga hidráulica para alimentação do(s) filtro(s), permite o expurgo de ar da adutora, equaliza a vazão e permite monitorar a perda de carga no(s) filtro(s).

Combinando as funções de clarificação e filtração numa única unidade, o filtro da estação possui na parte inferior, uma camada de pedregulho especialmente graduada, sobre a qual encontra-se disposta a camada de areia com granulometria apropriada.

A água coagulada no mecanismo de neutralização de cargas entra na parte inferior do filtro, numa tubulação central de onde, através de difusores especiais, é distribuída uniformemente na camada de pedregulho na qual ocorrem, fundamentalmente, as operações de floculação por contato e a sedimentação, resultando uma espécie de manto de lodo, responsável principal pelo bom desempenho do sistema. Na areia, o princípio lógico da filtração é mantido já que a água com maior quantidade de impurezas encontra, inicialmente, as subcamadas com vazios intergranulares de tamanhos maiores.

Assim, a água vai melhorando de qualidade em seu escoamento ascendente pois, na parte superior, devido aos menores grãos de areia, os vazios intergranulares são muito pequenos e retêm impurezas microscópicas tais como microorganismos em geral e partículas coloidais.

O resultado da filtração ascendente é a produção econômica da água com características que atendem ao Padrão Brasileiro de Potabilidade.

A lavagem dos filtros deverá ser realizada através de reservatório elevado ou motobombas com velocidade ascensional de lavagem entre 0,9 e 1,1 m/min e pressão de entrada na tubulação de 11 a 14mca com um tempo de lavagem de 8 a 10 minutos.

2 - DIMENSIONAMENTO

2.1 - SISTEMA DE FILTRAÇÃO

No dimensionamento foi adotada uma taxa de filtração em torno de 120m³/m².dia, seguindo as recomendações de resultados da operação de várias ETA's com filtração direta ascendente instaladas.

Desta forma, o sistema de filtração direta ascendente será constituído por 02 (duas) unidade(s), com uma célula cada, pré-fabricada(s) em plástico reforçado com fibra de vidro (PRFV), com diâmetro de 4,00m e altura total de 3,60 m.

Dados:

Método de operação	Taxa declinante
Entrada nos filtros	Tubulação / difusores
Saída dos filtros	Calhas ou tubos coletores (soleiras e orifícios)
Método de lavagem	Descargas contínuas e limpeza geral
Número de filtros	02 unidades (sendo 1 reserva)
Diâmetro de cada célula	4,00 m
Área filtrante por unidade	12,56 m²

Taxa de Filtração:

$$T = \frac{Q \times 20}{(n^{\circ} \text{ de filtros}) \times \text{área}}$$

T = taxa de filtração (m³/m².dia)

Q = vazão total do afluente (m³/h)

área = área de um filtro (m²)

- Com o filtro em operação normal teremos:

$$T_{\text{FOpe}} = \frac{116,42 \times 20}{1 \times 12,56} = 185,38 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia} \quad \text{onde: } T_{\text{FOpe}} = \text{taxa de filtração na operação}$$

2.2 - SISTEMA DE LAVAGEM

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

Dados:

- Área do filtro..... = 12,56 m²
- Velocidade ascensional de lavagem = 0,90 a 1,10 m/min (usamos 1,0m/min)
- Duração da lavagem..... = 8 a 10 min (usamos 10min)
- Velocidade ascensional na interface = 0,5 a 0,6 m/min (usamos 0,5m/min)
- Duração de descarga de fundo..... = 1 min
- Vazão de lavagem = 1,0 x 12,56 = 12,56 m³/min = 753,60 m³/h
- Volume gasto na lavagem de um filtro = 12,56 x 10 min = 125,6 m³
- Vazão de água na interface = 0,5 x 12,56 = 6,28 m³/min = 376,80 m³/h
- Volume gasto na descarga de fundo = 3,60 x 1 min = 3,60 m³

Utilizaremos 03 conjuntos motobombas centrífugas, 185,38 m³/h x 10 mca, 1750 rpm.

Para lavagem de interface, apenas uma bomba será utilizada para fornecer a vazão necessária, enquanto que para a lavagem geral, utilizaremos as duas bombas em paralelo. A terceira bomba atuará como reserva.

2.3 - SISTEMA DE DOSAGEM

2.3.1 - Considerações Gerais

O sistema de dosagem permite um funcionamento por turnos de operação da ETA, que poderá ser ajustado quando da operação prática. Para o equipamento calculado, considerou-se uma dosagem média dos produtos químicos. Quando existirem dois kits, seu funcionamento será o seguinte: 01 kit fazendo na dosagem, 01 kit preparando a solução ou suspensão.

Cada kit de dosagem é composto por:

- tanque em PRFV com volume suficiente para armazenamento da solução;
- misturador da solução;
- bomba dosadora tipo diafragma(kits menores) ou centrífuga(kits maiores).

2.3.2 - Coagulante/floculante (sulfato de alumínio granulado)

Determinação do volume do tanque da solução de sulfato de alumínio:

$$V = \frac{QxDxH}{10xT} = \frac{97,02x20x12}{10x5} = 465,7 \text{ litros}$$

Onde:

Q = vazão do sistema = 97,02m³/h.

D = dosagem máxima do produto = 20,0mg/l = 20 g/m³

H = n° de horas trabalhadas por preparo de solução = 12 horas

T = concentração da solução em 5%

Está previsto a utilização de 2 Kit's modelo KPDS 500, composto por tanque com capacidade útil de 500 litros, fabricado em plástico reforçado com fibra de vidro; misturador elétrico e bomba dosadora

Consumo de sulfato de alumínio

$$C = D(\text{g/m}^3) \times Q_{\text{ETA}} (\text{m}^3/\text{dia})$$

$$C = 20,0 \times 2328,48 = 46569,6 \text{ g/dia} = 46,57 \text{ kg/dia}$$

2.3.3 - Hipoclorito de cálcio

Determinação do volume do tanque da solução de hipoclorito

$$V = \frac{QxDxH}{10xT} = \frac{97,02x5x16}{10x10} = 77,62 \text{ litros}$$

Onde:

Q = Vazão do sistema = 97,02 m³/h

D = Dosagem máxima prevista = 5,0 mg/l

H = n.º de horas trabalhadas por preparo de solução = 16 horas

T = concentração da suspensão = 10%

Utilizaremos 2 Kits modelo KPDS 150, composto por um tanque com capacidade útil de 150 litros, fabricado em plástico reforçado com fibra de vidro; misturador elétrico e bomba dosadora .

Consumo de hipoclorito

$$C = D(\text{g/m}^3) \times Q_{\text{ETA}} (\text{m}^3/\text{dia})$$

$$C = 5,0 \times 2328,48 = 11642,4 \text{ g/dia} = 11,64 \text{ kg/dia}$$

3 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

3.1 - CÂMARA DE CARGA

A câmara de carga será fabricada em plástico reforçado com fibra de vidro (PRFV), acompanhada de misturador hidráulico, dotada de visor de nível de 2000 mm com cinco indicadores de nível, variação a cada 400 mm, para controle das descargas de fundo e lavagem do leito filtrante. A altura total da câmara dispõe de uma carga hidráulica suficiente para vencer a altura do(s) filtro(s), a perda de carga no material filtrante, as perdas localizadas nos filtros e barriletes de interligação e mais os dois metros para acúmulo da perda de carga no processo de filtração.

A fabricação seguirá as especificações das normas ASTM-D3299, ASTM-D2996, ASTM-D2563 e NBS-PS15, orientando para que o seu processo de fabricação seja composto pelas etapas seguintes:

- Superfície interna constituída de uma camada de véu sintético, acompanhada de duas demãos de manta 450g/m², impregnadas com resina isoftálica pelo processo manual, formando uma barreira química inerte à hidrólise e ataques dos produtos químicos utilizados à montante.
- Camada estrutural formada por fios contínuos e picados pelo processo de enleamento contínuo (filament winding), com resina tereftálica.
- Na superfície externa será efetuado lixamento manual objetivando retirar algumas fibras expostas, para posterior pintura à base de gel-coat aditivado com agentes tixotrópicos, pigmento na cor desejada e inibidores de radiação ultra-violeta.

Características Principais

Quantidade	01 unid
Diâmetro interno	700 mm
Altura total	6400mm
Dreno de fundo	60 mm
Visita	400 mm

3.2 - FILTRO ASCENDENTE

Cada filtro ascendente possui fundo interno formado por ramais de seção elíptica (com formato de viga califórnia), os quais possibilitam maior eficiência na remoção das impurezas retidas na camada de pedregulho por ocasião da realização das descargas de fundo, além de uniformizar a distribuição da água coagulada e de lavagem. Dispõem ainda de tubulações para introdução de água na interface areia-pedregulho, evitando a formação de vácuo, formado pela diferença de gradiente de percolação da água na areia filtrante e nas camadas de pedregulhos; calha coletora e uma caixa distribuidora para águas filtrada e de lavagem.

A fabricação seguirá as especificações das normas ASTM-D3299, ASTM-D2996, ASTM-D2563 e NBS-PS15, orientando para que o seu processo de fabricação seja composto pelas etapas seguintes:

- Superfície interna formada de uma camada de véu sintético e uma manta 450 g/m², impregnadas com resina isoftálica, pelo processo manual, formando uma barreira química inerte à hidrólise e ataques de substâncias corrosivas utilizadas no processo auxiliar de filtração e abrasão.
- Camada estrutural formada por fios contínuos e picados pelo processo de enleamento contínuo (filament winding), com resina tereftálica.
- Na superfície externa será efetuado lixamento manual, objetivando retirar algumas fibras expostas, para posterior pintura à base de gel-coat aditivado com agentes tixotrópicos, pigmento na cor desejada e inibidores de radiação ultravioleta.

Características Principais

MODELO	Filtro	
Quantidade	Unid	02
Diâmetro	(mm)	4.000
Altura total	(mm)	3.600
Entrada de água coagulada	Ø (mm)	200
Entrada de água para lavagem	Ø (mm)	200
Saída de água filtrada	Ø (mm)	150
Saída da água de lavagem	Ø (mm)	200
Entrada de água na interface	Ø (mm)	150
Descarga de fundo	Ø (mm)	150

Dispositivos Acessórios

- **Manômetro:** manômetro com mostrador de Ø4” e escala de 0 a 20 mca, para instalação na entrada do filtro.

- **Escada:** Cada filtro possui escada em tubo de ferro preto Ø1 1/4”, com degraus em liga de alumínio e cobre.
- **Tampa:** Tampa em todo seu contorno em PRFV.
- **Barrilete:** O barrilete de manobra e interligações a ser fornecido para cada unidade é projetado para atender à futura ampliação, bem como permitir a lavagem ou manutenção de uma unidade sem retirada de operação das demais, quando o sistema se compõe de mais de uma unidade filtrante.

As válvulas utilizadas nas operações são do tipo borboleta modelo “WAFER”, para montagem entre flanges, segundo as normas ABNT NBR 7669, PN-10 ou DIN 2532, PN-10 em ferro fundido, ASMT-A-351-CF8 e semi eixo AISI 316, pressão de serviço 15 psi.

As tubulações e válvulas são dimensionadas de acordo com as normas para elaboração dos projetos de ETAs.

- **Material filtrante para cada unidade:** Todo material filtrante se apresenta livre de impurezas tais como: lama, matéria orgânica, argila, ferro e manganês, acondicionados em sacos plásticos contendo aproximadamente 30kg, resistentes ao transporte e armazenamento, devidamente etiquetados nas granulometrias. Todo material apresentar-se-á rigorosamente dentro das granulometrias e coeficientes de uniformidade abaixo discriminados:

a) Estratificação

CAMADA Nº	GRANULOMETRIA (mm)	ESPESSURA
01	38,0 a 25,4	200 mm
02	25,4 a 15,9	75 mm
03	9,6 a 15,9	75 mm
04	9,6 a 4,8	150 mm
05	15,9 a 9,6	150 mm
06	9,6 a 4,8	100 mm
07	7,8 a 2,4	100 mm
TOTAL PEDREGULHO		850 mm
Areia 1	1,41 a 2,00	750 mm
Areia 2	0,84 a 1,41	650 mm
Areia 3	0,59 a 0,84	150 mm
TOTAL AREIA		1550 mm
ALTURA TOTAL		2400 mm

b) Fornecimento

As camadas 01(um) até a 08(oito) são pedregulhos formados por seixos rolados seguindo suas granulometrias apresentadas. Há uma repetição das camadas de número 3-6, 4-7 e 5-8; são os mesmos materiais, entre si, mas com posição e espessura diferente.

A areia foi estratificada em 03 (três) subcamadas para que a tipo 1, com granulometria maior, seja colocada acima do pedregulho e em seguida a tipo 2 e tipo 3. Este procedimento foi implementado para

que nos momentos de lavagem os grãos menores, se colocados misturados com os maiores, não alcancem os vazios da camada de pedregulho.

- Tamanho do grão: 0,59 a 2,00 mm
- Tamanho efetivo: 0,80 a 0,85 mm
- Coeficiente de uniformidade: 1,5 a 1,7.

3.3 - KIT DE PREPARAÇÃO E DOSAGEM DE PRODUTOS QUÍMICOS

KPDS-250					
TANQUE PRFV		BOMBA DOSADORA		AGITADOR	
Diâmetro Superior (mm)	620	Tipo	Centrífuga 0,50cv trifás. 220/380V	Potência do motor	0,50 cv
Diâmetro Inferior (mm)	560	Capacidade	6 m ³ /h (máx) 8 mca (máx)	Rotação nominal	1200rpm
Altura Total (mm)	1100	Rotâmetro	5-60 l/h	Haste	Inox Ø19mm
Altura Útil (mm)	1000	Válvula Globo	Ø ½"	Comprimento da Haste	850 mm
Volume Total (litros)	265	Válvula de Retenção PVC	Ø ½"	Hélice	PRFV Ø150mm
Volume Útil (litros)	250	Válvula de Pé com Crivo PVC	Ø 1"	--	--
Alimentação	Ø25mm	Extravasor	Ø32mm	Dreno	Ø32mm

KPDS-500					
TANQUE PRFV		BOMBA DOSADORA		AGITADOR	
Diâmetro Superior (mm)	865	Tipo	Centrífuga 0,50cv trifás. 220/380V	Potência do motor	0,50 cv
Diâmetro Inferior (mm)	810	Capacidade	6 m ³ /h (máx) 8 mca (máx)	Rotação nominal	1200rpm
Altura Total (mm)	1100	Rotâmetro	15-160 l/h	Haste	Inox Ø19mm
Altura Útil (mm)	955	Válvula Globo	Ø ½"	Comprimento da Haste	850 mm
Volume Total (litros)	550	Válvula de Retenção PVC	Ø ½"	Hélice	PRFV Ø150mm
Volume Útil (litros)	500	Válvula de Pé com Crivo PVC	Ø 1"	--	--
Alimentação	Ø25mm	Extravasor	Ø32mm	Dreno	Ø32mm

3.3.1 - Tanque em PRFV

Tanque para preparação e armazenamento de solução química, contendo tubo de alimentação, descarga, extravasor e dreno, tampa com agitador e bomba dosadora centrífuga(modelos maiores) ou diafragma(modelos menores). Fabricado em resina isoftálica com neo-pentil-glicol e isenta de carga, reforçado com fibra de vidro, laminado na espessura adequada com as condições operacionais, atendendo às especificações das normas ASTM-D2563, NBS-PS15 e CETESB/E-7130:

- A superfície interna é constituída por uma camada com espessura mínima de 0,25 mm, reforçado com véu de fios de vidro, rica em resina isoftálica com neo-pentil-glicol, não contendo mais que 10% em peso de material de reforço. As condições usadas nesta superfície são para formar uma barreira química;
- As camadas estruturais compõem-se de fio roving com resina poliéster de grau comercial isenta de cargas, cujo conteúdo de vidro é de 30% em peso, totalizando uma espessura compatível com as condições operacionais;

- A superfície externa constituída de gel-coat, será relativamente lisa, sem nenhuma fibra solta ou qualquer projeção aguda, com bastante resina isoftálica com neo-pentil-glicol para evitar que fibras fiquem expostas. Esta resina contém substâncias químicas que protegem o equipamento dos raios ultravioletas.

3.3.2 - Bomba Dosadora

Bomba dosadora centrífuga para líquidos corrosivos e alcalinos, construída em polipropileno injetado, material altamente resistente ao cloro, com sistema de vedação hidrocêntrico, sem atrito. Acoplada ao motor elétrico blindado TFVE, com proteção IP54, 220/380V, trifásico, 60Hz. Acionada por chave magnética de partida direta com proteção térmica.

3.3.3 - Agitador

Tipo vertical, motor elétrico, trifásico, IP54, 220/380V, 60Hz, 1.200 rpm, equipado com haste e hélice para agitação. Acionado por chave magnética de partida direta com proteção.

3.4 - MOTOBOMBAS PARA LAVAGEM DOS FILTROS E ACIONAMENTO

3.4.1 - Conjuntos motobombas

03(três) conjuntos motobombas(01 reserva), tipo centrífuga, eixo horizontal, trifásico 380V, 60Hz, com as seguintes características:

FILTRO	D=4,00 m
Vazão (m ³ /h)	216,00
AMT (mca)	10
RPM	1750
Potência do Motor (cv)	20

Incluindo barrilete padrão das bombas, composto por tubos e conexões flangeados, em PRFV, PN-4, válvulas borboletas wafer, válvulas de retenção, parafusos, porcas e arruelas galvanizadas para fixação.

3.4.2 - Quadro de Comando e Proteção

Quadro metálico para comando e proteção dos 03 motores de 20cv, contendo 03(três) chaves compensadora automática e demais acessórios: contator tripolar, relé de sobrecarga, relé de tempo, relé falta de fase, relé de nível, chave para seleção manual/automático, sinaleiro, fusíveis de força e comando, amperímetro, voltímetro, chave para voltímetro, horímetro, barramento, fiação e terminais.

MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA

1 - INFORMAÇÕES GERAIS

1.1 - GENERALIDADES

A finalidade destas Instruções é informar sobre o funcionamento da ETA e com os pequenos cuidados para que ela tenha uma vida longa, sem problemas. É tão importante como aprender a cuidar dela é manejá-la corretamente para não comprometer a garantia dada pelo fabricante, em virtude de negligência, má utilização, adaptações não autorizadas e outros procedimentos que tendam a afetá-la de algum modo.

Nos casos de emergência convocar sempre os serviços do fabricante – dentro ou fora do período de garantia – que é especialmente treinado e possui equipamentos específicos para a correta manutenção da ETA.

1.2 – PROCEDIMENTO PARA CONVOCAÇÃO DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA

- Se a ETA apresentar algum problema ou em quaisquer circunstâncias que verificar a necessidade de ajuda adicional, entrar em contato com o *Atendimento ao Cliente do Fabricante*.
- No contato telefônico com o *Atendimento ao Cliente*, informar os seguintes dados:
 - Nome e telefone;
 - Nome do sistema;
 - Data da venda e instalação;
 - Descrição do problema ou situação que gerou insatisfação.

2 - TECNOLOGIA DE FILTRAÇÃO

A filtração ascendente, conforme especificada no projeto, vem de longa data, provavelmente do século XVII, porém, somente nas duas últimas décadas e, principalmente no Brasil, é que o assunto foi devidamente investigado. A tecnologia da filtração direta ascendente compreende uma etapa inicial, em que a água bruta recebe o coagulante e imediatamente, ocorre a mistura rápida através de um misturador hidráulico ocorrendo à neutralização das cargas das impurezas, tais como partículas coloidais, microorganismos em geral e substâncias que conferem cor à água.

Pela constituição do meio granular, a água coagulada passa primeiramente por uma camada de pedregulho, onde ocorre intensa floculação, com retenção substancial de impurezas. Em seguida, ao passar pela camada de areia, as impurezas de menor tamanho vão sendo progressivamente retidas.

Os filtros de fluxo ascendente foram desenvolvidos para cumprir os requisitos da filtração direta ascendente, aliando a economia de implantação e operação com um grau elevadíssimo de confiabilidade, comparando ao das estações convencionais.

Reúne em um só compartimento, as fases de floculação, decantação e filtração. Possui na parte inferior, uma camada de pedregulho especialmente graduada, sobre a qual encontra-se disposta a camada de areia com granulometria apropriada.

A água coagulada no mecanismo de neutralização de cargas entra na parte inferior do Filtro, de onde, através de difusores especiais, é distribuída uniformemente na camada de pedregulho, na qual ocorrem fundamentalmente as operações de floculação por contato e a sedimentação, resultando uma espécie de manto de lodo. Na areia, o princípio lógico da filtração é mantido, já que a água com maior quantidade de impurezas, encontra inicialmente, as subcamadas com vazios intergranulares de tamanhos maiores.

Assim, a água vai melhorando de qualidade em seu escoamento ascendente, pois, na parte superior, devido aos menores grãos de areia, os vazios intergranulares são muitos pequenos e retêm impurezas microscópicas, tais como microorganismos em geral e partículas coloidais.

As ETAs de fluxo ascendente geralmente detêm tecnologia que enquadra águas dos mais diversos mananciais, como barragens, rios e lagos, com baixo custo de implantação e facilidades operacionais, dentro dos padrões de potabilidade da Portaria 1469/GM.

Uma das grandes vantagens do sistema proposto é a sua concepção modular, que permite arranjos econômicos para operação com taxa constante ou declinante e ampliações futuras. Pelo próprio funcionamento, os filtros apresentam excelentes resultados no tratamento de águas com cor relativamente alta e baixa turbidez, em contraposição ao que ocorre nas estações convencionais.

Do ponto de vista operacional, o sistema permite ao operador, de forma a permitir ao operador intervenções seguras e com o mínimo de esforço físico. As válvulas de manobras foram localizadas segundo as exigências ergonômicas.

O fundo composto por troncos cônicos possibilita a remoção das impurezas retidas na camada de pedregulho, quando das descargas de fundo, além de uniformizar a distribuição da água coagulada nesta mesma camada.

A câmara de carga, provida de misturador hidráulico (interno ou externo) para os coagulantes, deverá promover uma mistura homogênea e contínua em toda massa de água bruta.

4 - OPERAÇÃO DO SISTEMA

4.1 - GENERALIDADES

A hora mais crítica em uma estação de tratamento de água, normalmente ocorre nos primeiros dois minutos após a água bruta entrar na estação. O que o operador faz ou deixa de fazer nesse espaço de tempo afeta todo o sistema, inclusive até na ponta de rede (consumidor). As conseqüências dos problemas no controle da coagulação são bem conhecidos:

- Má qualidade da água final;
- Alto custo dos produtos químicos;
- Rápida saturação dos filtros e alto custo de retrolavagem;
- Lodo em excesso;
- Aumento no custo de bombeamento (água bruta e final);
- Presença de alumínio solúvel na distribuição;
- Passagem de organismos patogênicos ao sistema de água.

Cada operador de ETA quer manter boa a qualidade da água final. Quando tudo está correndo bem, a estação praticamente opera sozinha, o trabalho do operador torna-se tranqüilo, sendo interrompido ocasionalmente por algumas horas de trabalho em situações de atenção causadas por:

- Falha na dosagem do coagulante;
- Fortes chuvas, havendo bruscas oscilações de turbidez, cor na água bruta;
- Mau funcionamento dos equipamentos operacionais, etc.

As dosagens químicas são determinadas e controladas pelo operador da ETA. Operadores experientes conseguem trabalhar com as trocas normais de turbidez da água bruta e nas alterações da vazão, mas há ocasiões onde é necessária mudança rápida, o suficiente para manter a qualidade desejável da água.

Podemos encontrar em muitas estações de tratamento de água uma boa operação e excelente água final, porém sempre alguém poderá dosar em excesso o coagulante como “fator de segurança” o que pode acarretar uma superdosagem, implicando em custo e possibilidade de passagem do coagulante para a água tratada.

– **Turbidez**

A turbidez se define como: “A expressão da propriedade óptica que faz com que a luz se disperse e seja absorvida, em lugar de propagar-se em linha reta através da amostra”.

Essa dispersão e absorção são ocasionadas pela interação da luz com as partículas suspensas na amostra.

A turbidez de um líquido é importante por muitas razões, dependendo do seu uso, bem como a aparência da água clara como cristal. Uma baixa turbidez é importante numa água potável para minimizar os agentes patogênicos contidos nela. A turbidez em água pode ser causada por organismos patogênicos, por partículas que os alimentam ou por partículas que podem protegê-los no processo de desinfecção.

Para garantir uma fonte segura de água potável, a lei exige que os reservatórios de água potável mantenham uma turbidez uniforme e baixa em seu produto final (1,0 uT).

Pode-se utilizar a turbidez como controle de qualidade para supervisionar a eficiência do processo de tratamento.

– Cor

A cor da água é devido à presença de substâncias orgânicas dissolvidas ou coloidais, substâncias inorgânicas dissolvidas, como também por corpos vivos presentes, tais como algas (cor aparente).

A cor constitui uma característica de ordem estética, e seu acentuado teor pode causar repugnância.

ATENÇÃO:

As impurezas mais encontradas nas águas são: bactérias, microrganismos, areia, silte, argila, resíduos industriais e domésticos, substâncias corantes vegetais, sílica, sais de cálcio, magnésio e sódio, ferro, manganês e gases.

4.2 - PRODUTOS QUÍMICOS PARA TRATAMENTO DE ÁGUA

Em geral, os produtos químicos mais empregadas no tratamento da água são: sulfato de alumínio ou ferro, cloreto férrico para coagulação; suspensão de cal ou carbonato de cálcio como auxiliar do coagulante ou na correção do pH final e para desinfecção o hipoclorito de cálcio ou sódio para sistema de pequeno porte e para sistema de médio e grande porte, o cloro gasoso. A concentração mais utilizada para as soluções de sulfato e cal é de 5% e no máximo 10%. Já para hipoclorito de cálcio, utiliza-se uma concentração de 10%.

Os tanques destinados ao preparo de soluções e suspensões devem ter volume suficiente para um dia de consumo. Em grandes estações pode ser suficiente um volume para cada turno de trabalho. São recomendáveis dois tanques para cada solução, pois enquanto em um deles está sendo preparada nova solução, o outro fica dosando até esvaziar. As saídas das soluções deverão situar-se 10 cm acima do fundo do tanque, a fim de evitar o carregamento das impurezas sedimentadas.

4.2.1 - Sulfato de Alumínio ou Férnico

A maioria do sulfato de alumínio utilizado no tratamento de água contém teor elevado de impurezas, o que requer um tempo de 2 a 3 horas para diluição.

Preparação da Solução

Solução a 5%, isto é, para cada 100 litros de água deverá ser utilizado 5 Kg de sulfato de alumínio.

No método que descreveremos abaixo, iremos explicar o preparo da solução para um tanque de 1.000 litros (1 m³) de capacidade:

- Colocam-se 50 Kg (5% de 1.000 litros) de sulfato de alumínio no cocho crivado do tanque de dissolução;
- Abre-se o registro de alimentação de água, até completar o volume de 1.000 litros;
- Fecha-se o registro de alimentação d'água e liga-se o agitador, mantendo-o em funcionamento durante 3 horas, para garantir a completa dissolução do sulfato de alumínio;
- Desliga-se o agitador;
- A solução está pronta para uso;
- Liga-se a bomba centrífuga para dosagem. A vazão de dosagem é visualizada por meio do medidor de vazão tipo rotâmetro, sendo ajustada por meio de registro próprio. Quando a bomba dosadora for do tipo diafragma, o rotâmetro é dispensado, uma vez que ela possui escala própria de ajuste de vazão.

Dosagem e Vazão da Solução

Determinar a dosagem de sulfato de alumínio conforme metodologia recomendada no item **Método para Ensaio de Coagulação em Papel de Filtro** e ajustar a vazão da solução na bomba dosadora para se obter o valor desejado.

Por exemplo, sejam as seguintes condições:

- Vazão de água a tratar = 50 l/s;
- Dosagem de sulfato de alumínio recomendada = 12 mg/l;
- Concentração da solução no tanque de preparação = 5% (50.000 mg/l);

A vazão da solução, na saída da bomba dosadora, será de:

$$q = \frac{Q \times D \times 0,36}{C}$$

Q = Vazão de água a tratar (l/s)

D = Dosagem de sulfato (mg/l)

C = Concentração da solução no tanque de preparo (%)

$$q = \frac{50 \text{ l/s} \times 12 \text{ mg/l} \times 0,36}{5 \%} = 43,2 \text{ l/h.}$$

NOTA: O operador deve estar atento ao desligamento da bomba quando o tanque em operação estiver próximo a esvaziar, para evitar que a bomba trabalhe sem líquido, o que iria danificá-la. Outro procedimento a ser observado é evitar o uso do agitador sem líquido suficiente no tanque, pois a haste pode empenar, produzindo vibrações futuras.

4.2.2 - Cal Hidratada

A cal (hidróxido de cálcio) é de baixa solubilidade, portanto é utilizada como suspensão na água, o que exige agitação constante, evitando a sedimentação no tanque. Recomenda-se utilizar cal de qualidade satisfatória, com teor de hidróxido de cálcio acima de 70%.

Preparação da Suspensão

Suspensão a 5%, isto é, para cada 100 litros de água deverá ser utilizado 5 Kg de cal.

No método que descreveremos abaixo, iremos explicar o preparo da suspensão para um tanque de 500 litros (0,5 m³) de capacidade:

- Colocam-se 25 Kg (5% de 500 litros) de cal no cocho crivado do tanque de dissolução;
- Abre-se o registro de alimentação de água, até completar o volume de 500 litros;
- Fecha-se o registro de alimentação d'água e liga-se o agitador, mantendo-o em funcionamento até perfeita homogeneização.
- Quando a suspensão preparada estiver em uso, o agitador deverá permanecer ligado, a fim de evitar que a cal sedimente.
- A solução está pronta para uso;
- Liga-se a bomba centrífuga para dosagem. A vazão de dosagem é visualizada por meio do medidor de vazão tipo rotâmetro, sendo ajustada por meio de registro próprio.

Dosagem e Vazão da Suspensão

Determinar a dosagem de cal conforme a metodologia recomendada no item **Método para Ensaio de Coagulação em Papel de Filtro** e ajustar a vazão da suspensão na bomba dosadora para se obter o valor desejado.

Por exemplo, sejam as seguintes condições:

- Vazão de água a tratar = 50 l/s;
- Dosagem de cal recomendada = 5 mg/l;
- Concentração da solução no tanque de preparação = 5% (50.000 mg/l);

A vazão da solução, na saída da bomba dosadora, será de:

$$q = \frac{Q \times D \times 0,36}{C}$$

Q = Vazão de água a tratar (l/s)

D = Dosagem de cal (mg/l)

C = Concentração da suspensão no tanque de preparo (%)

$$q = \frac{50 \text{ l/s} \times 5 \text{ mg/l} \times 0,36}{5 \%} = 18 \text{ l/h.}$$

NOTA: O operador deve estar atento ao desligamento da bomba quando o tanque em operação estiver próximo a esvaziar, para evitar que a bomba trabalhe sem líquido, o que iria danificá-la. Outro procedimento a ser observado é evitar o uso do agitador sem líquido suficiente no tanque, pois a haste pode empenar, produzindo vibrações futuras.

4.3 - CONTROLE LABORATORIAL

Para assegurar o desempenho operacional da ETA, torna-se imprescindível a existência do controle de algumas características da água e de dosagem dos produtos químicos, através de determinações laboratoriais por pessoas qualificadas, pois erros de dosagens conduzem à produção de água com qualidade insatisfatória.

Portanto, torna-se indispensável que a instalação laboratorial tenha no mínimo os seguintes equipamentos e soluções:

- Turbidímetro;
- Calorímetro;
- Medidor de pH;

- Condutivímetro;
- Medidor de cloro residual;
- Erlenmeyer de 250 ml;
- Provetas de 500 e 1000 ml;
- Becker de 1000 e 250 ml graduados;
- Funis;
- Pipetas graduadas de 1, 5 e 10 ml;
- Termômetro;
- Papel de filtro Whatman 40;
- Misturador Mix (Walita ou Singer);
- Soluções de Sulfato de Alumínio e Cal preparadas a 0,1%

Os operadores devem ter recebido treinamento específico para o processo da ETA, ou seja, filtração definida ascendente ou dupla filtração, incluindo o controle laboratorial para efetuar no mínimo, as determinações de alcalinidade, pH, temperatura, cor aparente, turbidez, condutividade específica e cloro residual.

4.3.1 - Método para Ensaio de Coagulação em Papel de Filtro

- Coloca-se água bruta em beakers de 1000 ml, até atingir o nível máximo (1 litro). Em geral utilizam-se 6 beakers;
- Introduz a solução de sulfato de alumínio a 1% em cada becker com água, em dosagens compreendidas entre 5 e 30 mg/l (5 a 35 ml da solução a 0,1%) e cal quando necessário(ver quadro orientativo a seguir);
- Após a adição das soluções químicas (sulfato e cal quando necessário), introduz-se o misturador mix e liga-se, mantendo-se a agitação por 1 minuto;
- Pipeta-se o conteúdo do becker e filtra-se no papel de filtro previamente disposto no final, até que seja obtido um volume filtrado suficiente para determinação de cor aparente, pH e turbidez;
- Selecionar aquela condição que fornecer resultados com cor menor ou igual a 5 uH e turbidez menor ou igual a 1 uT. Esta é a dosagem de coagulante que deverá ser utilizada na ETA.

QUADRO DE DOSAGEM DE PRODUTOS QUÍMICOS

Turbidez (uT)	Cor aparente (uH)	Dosagem de produtos químicos (mg/l)	
		Sulfato de Alumínio	Cal
< 5	< 30	5; 6; 8; 9; 10; 12	0,0; 0,0; 0,0; 0,5; 1,0
5 – 15	35 – 60	8; 10; 12; 13; 14; 15	0,0; 0,0; 1,0; 1,0; 1,5; 1,5
15 – 30	60 – 80	15; 18; 19; 20; 22; 25	1,0; 1,5; 1,5; 1,5; 2,0; 2,5
> 30	> 80	18; 20; 28; 25; 30; 35	1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5

Nota: O uso da cal só torna-se necessário se a alcalinidade da água bruta for baixa, já que teoricamente 1,0 g de sulfato de alumínio necessita de 0,68 mg de CO₃. Exemplo: usando-se 10 mg/l de sulfato, necessitaríamos, no mínimo, alcalinidade natural na água bruta de 6,8 mg/l de CaCO₃.

4.4 - FUNCIONAMENTO DA ETA

A alimentação dos filtros ascendentes se realiza através de tubulação da câmara de carga hidráulica, onde recebe o coagulante (sulfato de alumínio ou similar) e realiza uma mistura rápida, em misturador hidráulico com malhas de aço inox.

O filtro ascendente da ETA possui na parte inferior, camadas de pedregulho especialmente graduado, sobre a qual se encontram dispostas três camadas de areia, com granulometrias apropriadas. A água coagulada após passar pelo processo de neutralização de cargas, entra na parte inferior do filtro ascendente, e se distribui por difusores especiais, instalados nos troncos-cônicos do fundo, sendo distribuída uniformemente nas camadas de pedregulho. Nelas ocorrem fundamentalmente, as operações de floculação por contato e sedimentação, resultando numa espécie de manto de lodo, responsável principal pelo desempenho deste equipamento. Na areia, o princípio lógico da filtração é mantido já que a maior quantidade de impurezas encontra-se nas subcamadas com vazios intergranulares de tamanhos maiores. Assim, a água vai melhorando de qualidade em seu escoamento ascendente.

O resultado da filtração deverá ser a produção econômica da água dentro dos padrões de potabilidade vigentes.

4.4.1 - Coagulação

A coagulação é uma etapa muito importante para o processo de filtração ascendente, sendo necessário um acompanhamento cuidadoso na variação da turbidez da água bruta. Deve ser estabelecida uma dosagem adequada do coagulante (sulfato de alumínio), para que a coagulação seja efetivada pelo mecanismo de neutralização de cargas.

Após determinação da dosagem ótima do coagulante (sulfato de alumínio) pelo método descrito no item **4.3 - Controle Laboratorial (4.3.1 - Método para Ensaios de Coagulação em Papel de Filtro)**, poderá ser iniciada a operação dos filtros da ETA.

Nesta fase, é adicionada à água bruta uma quantidade de sulfato de alumínio, ou outro coagulante, na dosagem encontrada no ensaio de coagulação.

4.4.2 - Lavagem do Filtro

A manutenção do bom funcionamento dos filtros depende em muito, da operação de lavagem adequada. Para tanto, se faz necessário seguir nossas recomendações, adaptando às particularidades de cada sistema. Estudos comprovam que descargas de fundo intermediárias (camadas de pedregulhos), com introdução de água na interface, ampliam em muito a carreira de filtração, nos filtros ascendentes. Aliando a praticidade com as experiências realizadas, recomendamos 04 (quatro) descargas de fundo intermediárias, em cada carreira de filtração, com introdução de água de interface, sendo que, antecedendo a lavagem geral, inclui-se uma descarga de fundo com introdução de água na interface, totalizando (cinco) a cada carreira de filtração.

A perda de carga máxima admitida em cada carreira de filtração é de 2,0 m, sendo 0,40m para cada descarga no filtro ou na bateria seqüencialmente (em todos os filtros). O monitoramento dá-se através da câmara de carga conforme tabela a seguir:

Nível no Visor	Operação
0,00 m	Filtros Limpos
0,40 m	1ª Descarga (lavagem interface)
0,80 m	2ª Descarga (lavagem interface)
1,20 m	3ª Descarga (lavagem interface)
1,60 m	4ª Descarga (lavagem interface)
2,00 m	5ª Descarga (lavagem interface)+ Lavagem Geral

Parâmetro	Filtro Ascendente	Filtro Descendente
Velocidade Ascendente de Lavagem	0,9 a 1,1 m/min	0,6 a 0,8 m/min
Tempo de Lavagem	8 a 10 min	6 a 8 min
Velocidade na Interface	0,6 a 0,7 m/min	Não aplicável
Tempo de Descarga de Fundo	40 a 60 segundos	Não aplicável
Carreira de Filtração	12 a 72 h	12 a 72 h

No sistema de operação manual, as operações dependerão muito da sensibilidade e interesse dos operadores, sendo necessário um bom treinamento e, sobretudo acompanhamento dos mesmos.

A água de alimentação para lavagem dos filtros deve ser tratada, geralmente bombeada do reservatório semi-enterrado ou por gravidade do reservatório elevado, desde que se consiga a velocidade recomendada.

4.4.3 - Procedimentos Operacionais

Enchimento dos Filtros Ascendentes e Tubulações com Água

- a) Inicia-se o enchimento através da câmara de carga (entrada da água coagulada), com abertura de 1/4 da válvula. Após o nível da água cobrir o leito filtrante, concluir a abertura da **válvula de entrada de água coagulada(01)**;
- b) Abrir parcialmente (1/4) a **válvula de lavagem geral(04)**, para enchimento de toda tubulação de água de lavagem;
- c) Quando o nível da água no filtro atingir as calhas coletoras de água, fechar a **válvula de entrada de água coagulada(01)**;
- d) Após o enchimento total das tubulações de água de lavagem, fechar a **válvula de lavagem geral(04)** o que pode ser verificado com a estabilidade do nível de água dentro do filtro.

IMPORTANTE:

1. Este procedimento poderá ser realizado em todas as unidades filtrantes em paralelo.
2. Após o enchimento de todas as unidades filtrantes, proceder aos demais passos operacionais.

– Filtração Ascendente

- a) Abrir a **válvula de entrada de água coagulada(01)**;
- b) Em seguida, abrir a **válvula vertical de descarga de lavagem(05)**, desprezando-se, assim, as primeiras águas filtradas. Nessa etapa todas as demais válvulas estarão fechadas. Em geral, o tempo gasto para desprezar as primeiras águas após o início ou reinício de filtração, não deverá exceder quatro minutos.
- c) Por observação, quando a água clarear, fecha-se a **válvula vertical de descarga de lavagem(05)**, direcionando assim, a água filtrada ao reservatório(por gravidade).

IMPORTANTE:

1. No caso de dupla filtração, não é necessário desprezar as primeiras águas (abrir a válvula **05**).

– Descargas de Fundo com Introdução de Água na Interface

- a) Retira-se o filtro de operação, fechando-se a **válvula de entrada de água coagulada(01)**;
- b) Abre-se, parcialmente, a **válvula de água de interface(02)**;

- c) Aciona-se 01 bomba de lavagem;
- d) Conclui-se a abertura total da **válvula de água de interface(02)**;
- e) Abre-se a **válvula de descarga de fundo(03)**, por 1 minuto;
- f) Fecha-se a **válvula de descarga de fundo(03)**;
- g) Desliga-se a bomba de lavagem;
- h) Depois, fecha-se a **válvula de água de interface(02)**, retornando à operação de filtração.

OBS.: Existindo RESERVATÓRIO ELEVADO para lavagem, os **itens “c” e “g”**, não serão levados em consideração, passando a considerar o **item d** da seguinte forma:

- Abre-se a **válvula de descarga de fundo(03)**, por 1 minuto;
- Fecha-se a **válvula de descarga de fundo(03)**;
- Fecha-se a **válvula de água de interface(02)**, retornando à operação de filtração.

– **Lavagem Geral (Filtro Ascendente)**

O padrão de operação para lavagem do(s) filtro(s), deve ser executado conforme a seguir:

- a) Primeiro, efetua-se uma descarga de fundo com introdução de água de interface da mesma maneira descrita anteriormente;
- b) Após a descarga de fundo, abre-se a **válvula de lavagem geral(04)** lentamente, e em seguida, a **válvula vertical de descarga de lavagem(05)**;
- c) Aciona-se a 1ª bomba de lavagem e a seguir, a 2ª bomba. Neste momento, a lavagem geral propriamente dita inicia;
- d) Quando a água de lavagem clarear (após 8 a 10 minutos), desliga-se as 02 bombas, fecha-se a **válvula de lavagem geral(04)**, permanecendo a **válvula vertical de descarga de lavagem(05)** aberta, para desprezar as primeiras águas filtradas (não deverá exceder quatro minutos), quando da retomada do procedimento de filtração;
- e) Após desprezar as primeiras águas, fecha-se a **válvula vertical de descarga de lavagem(05)**, e assim o filtro volta à operação normal de filtração.

OBS.: Existindo RESERVATÓRIO ELEVADO para lavagem, os procedimentos serão:

- Após o procedimento de descarga de fundo, abre-se a **válvula de lavagem geral(04)** lentamente, e em seguida, abre-se a **válvula vertical de descarga de lavagem(05)**;
- Quando a água de lavagem clarear (após 8 a 10 minutos), fecha-se a **válvula de lavagem geral(04)**, permanecendo a **válvula vertical de descarga de lavagem(05)** aberta, para desprezar as primeiras águas filtradas, quando da retomada do procedimento de filtração;
- Após dois minutos, fecha-se a **válvula vertical de descarga de lavagem(05)**, e assim o filtro volta à operação normal de filtração.

– **Operação de Filtros Descendentes**

Para os filtros descendentes, o momento de lavagem dar-se-á quando a turbidez do efluente ultrapassar a 1,0 UT, desde que o filtro ascendente esteja sendo bem operado. Este momento pode ser detectado também, com o aumento da perda de carga, através do visor de nível quando atingir a marca 1,20 m.

– **Lavagem Geral do Filtro Descendente**

Em virtude dos filtros descendentes terem uma função secundária no tratamento, deverá ter carreira de filtração superior ao ascendente, mas verificando a necessidade de lavagem, proceder conforme a seguir:

- a) Isolar o filtro ascendente, fechando-se a **válvula de entrada de água coagulada(01)**.
- b) Fechar a **válvula de saída de água filtrada(08)**, abrir a **válvula vertical de descarga de lavagem(06)** e, a seguir, a **válvula de lavagem(07)** com as demais válvulas fechadas.
- c) Acionar apenas uma das bombas de lavagem, deixando-a operar por 6 a 8 minutos até a água de lavagem clarear.

Tabela Operação de Válvulas

OPERAÇÕES	VÁLVULAS								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
FILTRAÇÃO	A	F	F	F	F	F	F	F	F
LAVAGEM DE INTERFACE (FA)	F	A	A	F	F	F	F	F	F
LAVAGEM GERAL (FA)	F	F	F	A	A	F	F	F	F
LAVAGEM GERAL (FD)	F	F	F	F	F	A	A	F	F

LEGENDA

- | | |
|-------------------------------------|---|
| FA – Filtro Ascendente | 4 – Entrada de água para lavagem geral FA |
| FD – Filtro Descendente | 5 – Descarga de água de lavagem FA |
| 1 – Entrada de água coagulada FA | 6 – Descarga de água de lavagem FD |
| 2 – Entrada de água de interface FA | 7 – Entrada de água para lavagem FD |
| 3 – Descarga de fundo FA | 8 – Saída de água filtrada FD |
| | 9 – Dreno de fundo FD |

– **Limpeza da Calha Coletora e Superfície Interna Livre**

Para a limpeza da(s) calha(s) coletora(s) e superfície interna livre proceder da seguinte maneira:

- a) Com o filtro isolado, de preferência quando for lavá-lo, esfrega-se a calha e a superfície interna do filtro com escova de nylon dura, removendo todo material impregnado, utilizando-se água como removedor.
- b) A seguir enxágua-se com hipoclorito de sódio, ou água superclorada que sai do clorador a gás. Esse enxágüe é seguido de pinceladas com escovas de nylon, próprias para pintura, devendo o operador estar devidamente protegido.
- c) Finalmente, quando as primeiras águas da lavagem do material filtrante for subindo, aproveita-se para utilizá-la na remoção dos resíduos amolecidos no enxágüe acima citado e encaminha-os para a calha.

DESENHO DA FILTRAÇÃO COM FILTROS ASCENDENTES E CÂMARA DE CARGA

DESENHO